

**PEMBELAJARAN ILMU PENGETAHUAN ALAM WAHANA UNTUK
MENUMBUHKAN KEMAMPUAN BERPIKIR, BERSIKAP
DAN BERTINDAK ILMIAH***

Agus Suyatna

FKIP Universitas Lampung
asuyatna@yahoo.com

Abstrak

Tantangan global dan pesatnya perkembangan iptek dalam berbagai bidang kehidupan di masyarakat, menuntut warga masyarakat mempunyai kemampuan berpikir kritis, kreatif, peduli terhadap lingkungan hidup, adaptif terhadap kemajuan teknologi, dan dapat mengembangkan teknologi. Tuntutan kemampuan masyarakat di masa depan diantaranya dapat dipenuhi melalui pembelajaran IPA di sekolah. Pada makalah ini akan dikaji bagaimana pembelajaran IPA yang dapat dijadikan wahana untuk menumbuhkan kemampuan berpikir, bersikap, dan bertindak ilmiah. Kajian dilakukan melalui hasil-hasil penelitian penulis maupun hasil-hasil penelitian para peneliti lain. Berdasarkan hasil kajian dapat disimpulkan, untuk dapat membangun kemampuan berpikir, bersikap, dan bertindak ilmiah melalui pembelajaran IPA perlu membelajarkan IPA dengan pendekatan, model pembelajaran, dan metode yang sesuai dengan hakekat IPA, diantaranya pendekatan saintifik, model pembelajaran inkuiri dan model pembelajaran siklus belajar. Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi yang tepat dapat meningkatkan hasil belajar IPA, melatih keterampilan proses sains, membentuk sikap dan menumbuhkan keyakinan seseorang terhadap kebesaran penciptanya serta mengatasi kekurangan peralatan laboratorium IPA.

1. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dan teknologi dalam berbagai bidang kehidupan di masyarakat, terutama teknologi informasi dan komunikasi menuntut warga masyarakat mempunyai kemampuan berpikir kritis, peduli terhadap lingkungan hidup, adaptif terhadap kemajuan teknologi dan dapat mengembangkan teknologi. Oleh karena itu, diperlukan cara pembelajaran yang dapat menyiapkan peserta didik untuk melek IPA dan teknologi, mampu berpikir logis, kritis, kreatif, bersikap dan bertindak ilmiah serta dapat berargumentasi secara benar. Proses pembelajaran IPA perlu menekankan pada pemberian pengalaman langsung untuk mengembangkan kompetensi agar menjelajahi dan memahami alam sekitar secara ilmiah. Pendidikan IPA perlu diarahkan untuk inkuiri dan berbuat sehingga dapat membantu peserta didik untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang alam sekitar (Anonim, 2006).

*) dimodifikasi dari orasi ilmiah pengukuhan guru besar penulis

Kegiatan pembelajaran IPA harus mencakup pengembangan kemampuan dalam mengajukan pertanyaan, mencari jawaban, memahami jawaban, menyempurnakan jawaban tentang “apa”,

“mengapa”, dan “bagaimana” tentang gejala alam maupun karakteristik alam sekitar melalui cara-cara sistematis yang akan diterapkan dalam lingkungan dan teknologi (Puskur, 2006)

Dalam belajar IPA peserta didik perlu diarahkan untuk membandingkan hasil prediksi dengan teori melalui eksperimen dengan menggunakan metode ilmiah. Oleh karena itu pembelajaran IPA di sekolah sebaiknya: (1) memberikan pengalaman pada peserta didik sehingga mereka kompeten melakukan pengukuran berbagai besaran fisis, (2) menanamkan pada peserta didik pentingnya pengamatan empiris dalam menguji suatu pernyataan ilmiah (hipotesis), (3) latihan berpikir kuantitatif yang mendukung kegiatan belajar matematika, yaitu sebagai penerapan matematika pada masalah-masalah nyata yang berkaitan dengan peristiwa alam, (4) memperkenalkan dunia teknologi melalui kegiatan kreatif dalam kegiatan perancangan dan pembuatan alat-alat sederhana maupun penjelasan berbagai gejala dan keampuhan IPA dalam menjawab berbagai masalah (Puskur, 2006).

Dalam prakteknya, secara umum pembelajaran IPA cenderung bersifat *text book*, guru memberikan penjelasan

dan siswa mencatat disertai tanya jawab seperlunya kemudian dilanjutkan dengan latihan soal dan tugas. Peserta didik dituntut untuk menghapalkan rumus-rumus dan nama-nama latin tumbuhan. Pembelajaran masih berpusat pada guru sehingga mayoritas siswa masih berperilaku pasif. Kondisi ini yang menyebabkan kurang terlibatnya siswa baik secara fisik maupun mental dalam proses pembelajaran (Nurohman, Suyatna, & Ertikanto, 2014). Salah satu dampak pembelajaran seperti tersebut yaitu skor perolehan PISA (*Programme for International Student Assessment*) dalam bidang literasi sains yang jauh di bawah nilai rata-rata, sebagaimana disajikan pada tabel 1. Perolehan skor rata-rata PISA Indonesia pada tahun 2015 sebesar 403 dengan posisi ranking 62 dari 70 negara peserta. Kalau dibandingkan dengan negara tetangga kita, yang karakteristiknya tidak jauh berbeda dengan negara kita, yaitu Vietnam dan Thailan, perolehan PISA kita masih tergolong sangat rendah. Vietnam menduduki ranking 8 dan Thailand ranking 54. Analisis lebih lanjut terhadap peserta PISA Indonesia, diperoleh fakta cita-cita bidang karier masa depan anak-anak kita dalam bidang sains rata-rata 15,3%, anak laki-laki 8,6%, anak perempuan 22,1%. Indeks motivasi

belajar sains (*Index of enjoyment of learning science*) 0,65 sedangkan rata-rata OECD sebesar 0,02. Perbedaan motivasi belajar sains antara anak laki-laki dengan perempuan -0,06. Artinya anak perempuan Indonesia lebih menikmati belajar sains dari pada anak laki-laki.

Tabel 1: Perolehan skor PISA bidang literasi sains

Tahun Studi	Skor rata-rata Indonesia	Skor rata-rata Internasional	Peringkat Indonesia	Jumlah negara peserta
2000	393	500	38	41
2003	395	500	38	40
2006	393	500	50	57
2009	383	500	60	65
2012	382	501	64	65
2015	403	493	62	70

Sumber: OECD, 2012 dan 2015

Menurut Stacey (2011) salah satu faktor keberhasilan kemampuan literasi sains dalam PISA adalah kualitas guru dan metode mengajarnya. Kemampuan literasi sains dalam PISA juga terkait dengan keterampilan proses sains, yaitu dimana setiap individu siswa mampu mendefinisikan masalah yang ada di sekelilingnya, mengamati, membuat hipotesis, melakukan eksperimen, dan membuat kesimpulan (Aktamis & Ergin, 2008)

Selanjutnya akan dibahas mengenai pendekatan dan model pembelajaran IPA yang efektif untuk menumbuhkan kemampuan berpikir, bersikap dan bertindak ilmiah.

2. PENDEKATAN SAINTIFIK MENUMBUHKAN KETERAMPILAN PROSES SAINS

Kurikulum 2013 menekankan pelaksanaan pembelajaran menggunakan pendekatan saintifik (*scientific approach*). Pendekatan ini menekankan observasi langsung dan eksperimen sebagai cara untuk menjawab pertanyaan. Pembelajaran dengan pendekatan saintifik menuntut siswa menggunakan metode ilmiah yaitu menggali pengetahuan melalui mengamati, mengklasifikasi, memprediksi, merancang dan melaksanakan eksperimen, serta mengomunikasikan hasilnya kepada orang lain. Pembelajaran IPA menggunakan pendekatan saintifik memungkinkan peserta didik dapat bekerja ilmiah. Menurut Ango (2002), kemampuan untuk dapat bekerja ilmiah yaitu memiliki keterampilan proses sains berupa: *observing* (pengamatan), *classifying* (klasifikasi), *inferring* (menafsirkan), *predicting* (prediksi), *communicating* (komunikasi), *interpreting data* (interpretasi data), *making operational definitions* (menerapkan konsep), *posing questions* (mengajukan pertanyaan), *hypothesizing* (hipotesis), *experimenting* (eksperimen), and *formulating models* (merancang eksperimen).

Secara detil indikator-indikator dalam keterampilan proses sains menurut Tawil & Liliarsi (2014) adalah sebagai berikut:

- 1) Mengamati/observasi, yaitu mampu menggunakan berbagai indera untuk kemudian mengumpulkan dan menggunakan fakta yang relevan.
- 2) Mengelompokkan/klasifikasi, yaitu mencatat setiap pengamatan secara terpisah, mencari perbedaan, mencari persamaan, mengontraskan ciri-ciri, membandingkan, mencari dasar pengelompokan atau penggolongan.
- 3) Menafsirkan/interpretasi, yaitu menghubungkan-hubungkan hasil pengamatan, menemukan pola atau keteraturan dalam suatu seri pengamatan, dan menyimpulkan.
- 4) Meramalkan/prediksi, yaitu menggunakan pola-pola atau keteraturan hasil pengamatan, mengemukakan apa yang mungkin terjadi pada keadaan yang belum terjadi.
- 5) Melakukan komunikasi, yaitu mendeskripsikan atau menggambarkan data empiris hasil percobaan atau pengamatan dengan grafik/tabel/diagram atau mengubahnya ke dalam bentuk salah satunya, menyusun dan menyampaikan laporan secara sistematis dan jelas, menjelaskan

- hasil percobaan/penyelidikan, membaca grafik atau tabel atau diagram, dan mendiskusikan hasil kegiatan suatu masalah atau peristiwa.
- 6) Mengajukan pertanyaan, yaitu bertanya apa, bagaimana, dan mengapa, bertanya untuk meminta penjelasan, mengajukan pertanyaan yang berlatar belakang hipotesis.
 - 7) Mengajukan hipotesis, yaitu mengetahui bahwa ada lebih dari satu kemungkinan penjelasan dari suatu kejadian, menyadari bahwa suatu penjelasan perlu diuji kebenarannya dengan memperoleh bukti lebih banyak atau melakukan cara pemecahan masalah.
 - 8) Merencanakan percobaan/penyelidikan, yaitu menentukan alat, bahan, atau sumber yang akan digunakan. Menentukan variabel atau faktor-faktor penentu, menentukan apa yang akan diatur, diamati, dicatat, dan menentukan apa yang akan dilaksanakan berupa langkah kerja.
 - 9) Menggunakan alat/bahan/sumber, yaitu memakai alat dan atau bahan atau sumber, mengetahui alasan mengapa menggunakan alat atau bahan/sumber.
 - 10) Menerapkan konsep, yaitu menggunakan konsep atau prinsip

yang telah dipelajari dalam situasi baru, menggunakan konsep atau prinsip pada pengalaman baru untuk menjelaskan apa yang sedang terjadi.

- 11) Melaksanakan percobaan atau penyelidikan, yaitu melaksanakan percobaan dari prosedur-prosedur yang telah ditetapkan.

Pada praktik pembelajaran, indikator-indikator tersebut akan menuntut atau membiasakan siswa agar dapat menggunakan kemampuan berfikir tingkat tingginya (*high order thinking*), berpikir secara ilmiah, mengakses informasi, menganalisis, mensintesis, berkreasi dan berkomunikasi. Melalui keterampilan proses dapat dikembangkan sikap dan nilai yang meliputi rasa ingin tahu, jujur, sabar, terbuka, tidak percaya tahyul, kritis, tekun, ulet, cermat, disiplin, peduli terhadap lingkungan, memperhatikan keselamatan kerja, dan bekerja sama dengan orang lain (Puskur, 2006). Walaupun banyak keunggulan yang dapat diperoleh melalui pembelajaran dengan pendekatan saintifik namun di Bandar Lampung keterlaksanaan pembelajaran IPA dengan pendekatan saintifik masih berkategori kurang baik. Hal ini disebabkan pengetahuan guru IPA mengenai pelaksanaan pendekatan saintifik masih kurang baik (Azizah, Rosidin, dan Sesunan, 2015).

3. PEMBELAJARAN INKUIRI MENUMBUHKAN KEMAMPUAN BERPIKIR, BERSIKAP DAN BERTINDAK ILMIAH

Model pembelajaran inkuiri merupakan salah satu model pembelajaran yang menggunakan pendekatan saintifik. Inkuiri adalah suatu proses dimana peserta didik secara aktif menginvestigasi dunianya melalui bertanya dan mencari jawaban atas berbagai pertanyaan. Proses ini dilakukan dengan mengajukan pertanyaan, melakukan penelusuran jawaban, eksplorasi, dan investigasi (Martinello and Cook, 2000). Menurut McBride *et al.* (2004) mengajar sains dengan inkuiri yaitu melibatkan peserta didik dalam proses sains dan menggunakan keterampilan saintis dalam mempelajari dunia serta menolong peserta didik untuk mengaplikasikan keterampilan proses sains dalam menemukan konsep sains.

Menurut Welch *et al.* (1981) guru-guru enggan menggunakan inkuiri dalam pembelajaran sains karena kurang latihan, kurang waktu, kurang alat dan bahan, asesmen yang diterapkan lebih mengukur hasil belajar daripada prosesnya, pendekatan inkuiri terlalu sulit dan memakan banyak waktu. Hal ini juga menjadi alasan bagi guru-guru di Indonesia, tidak menerapkan inkuiri dalam pembelajaran IPA. Namun

demikian model mengajar inkuiri merupakan salah satu model kognitif yang diunggulkan untuk pembelajaran sains di sekolah. Perlunya guru sains merancang program pembelajaran sains yang berbasis inkuiri telah ditekankan sejak lama oleh para pakar pendidikan dan pakar pendidikan sains (NRC, 1996; Rutherford & Ahlgreen, 1990; Trowbridge & Roger, 1990; Anonim, 2006). Trowbridge & Roger (1990) memperkenalkan model inkuiri sebagai suatu proses pendefinisian dan penyelidikan masalah, formulasi hipotesis, merencanakan eksperimen, mengumpulkan data, dan membuat kesimpulan. Di Indonesia sendiri sekitar tahun 1980-an telah diperkenalkan salah satu model pengajaran IPA yang mengembangkan kemampuan berinkuiri, yaitu Model Latihan Inkuiri atau MLI yang diturunkan dari model inkuiri Suchman. Inkuiri merupakan suatu proses bagi siswa untuk memecahkan masalah, merencanakan dan melakukan eksperimen, mengumpulkan dan menganalisis data, dan menarik kesimpulan (Rustaman, 2007). Mengajar sains melalui inkuiri memerlukan suatu metode yang melibatkan siswa dalam pembelajaran. Artinya strategi inkuiri menempatkan siswa sebagai subjek belajar. Siswa berperan untuk menemukan sendiri inti

dari materi pelajaran itu sendiri. Pada pembelajaran berbasis inkuiri, peserta didik terlibat secara mental dan secara fisik untuk memecahkan masalah yang diberikan guru. Ada korelasi yang positif antara sikap siswa pada pembelajaran dengan pendekatan inkuiri dengan hasil belajar siswa, dan ada korelasi yang positif antara aktivitas siswa pada pembelajaran dengan pendekatan inkuiri dengan hasil belajar siswa (Suyatna, 2009). Peran guru pada pembelajaran inkuiri adalah (1) menciptakan suasana bebas berpikir siswa sehingga berani bereksplorasi dalam penemuan dan pemecahan masalah; (2) fasilitator dalam penelitian; (3) rekan diskusi dalam klasifikasi dan pencarian alternatif pemecahan masalah; dan (4) pembimbing penelitian, pendorong keberanian berpikir alternatif dalam pemecahan masalah (Dimiyati dan Mudjiono, 2009). Sebagai pembimbing proses berpikir, guru menyampaikan pertanyaan-pertanyaan yang menginspirasi siswa untuk menemukan jawaban atas masalah yang dihadapi. Implikasi dari inkuiri dalam pembelajaran sains menuntut guru untuk menyiapkan kegiatan yang memungkinkan siswa mengidentifikasi dan mereviu informasi sains sekunder secara kritis. Dalam pembelajaran inkuiri guru bertindak bukan sebagai sumber

belajar, tetapi sebagai fasilitator dan motivator belajar siswa. Siswa diharapkan dapat menemukan sendiri jawaban dari suatu permasalahan yang ingin dipecahkan (Rustaman, 2007). Dengan demikian, penguasaan materi pelajaran bukan sebagai tujuan utama pembelajaran, akan tetapi yang lebih dipentingkan adalah proses belajar. Inkuiri melibatkan observasi, melakukan pengukuran, berhipotesis, interpretasi, membangun teori, merencanakan penyelidikan, bereksperimen dan refleksi. Inkuiri ilmiah merujuk pada berbagai strategi saintis untuk mempelajari gejala alam dan mencoba menjelaskan berdasarkan bukti yang diperoleh dari observasi sebagaimana juga dari aktivitas/kegiatan siswa. Semua itu mengembangkan pengetahuan dan pemahaman tentang gagasan ilmiah dalam mempelajari gejala alam. Inkuiri memerlukan identifikasi dari asumsi, berpikir logis dan berpikir kritis, dan mempertimbangkan penjelasan alternatif (NRC, 1999).

Ditinjau dari tingkat kompleksitasnya pembelajaran dengan inkuiri dibedakan menjadi tiga tingkatan (Trowbridge & Bybee, 1990). Tingkatan pertama adalah pembelajaran penemuan (*discovery*). Tingkatan kedua adalah pembelajaran inkuiri terbimbing (*guided inquiry*). Tingkatan paling kompleks

adalah inkuiri terbuka atau bebas (*open inquiry*). Dalam pembelajaran penemuan peserta didik diajak melakukan pencarian konsep melalui kegiatan yang melibatkan pertanyaan, inferensi, prediksi, berkomunikasi, interpretasi dan menyimpulkan. Dalam pembelajaran inkuiri terbimbing masalah dimunculkan oleh pembimbing atau oleh guru. Sementara dalam pembelajaran inkuiri terbuka atau inkuiri bebas, masalah berasal dari peserta didik dengan bantuan arahan dari guru sampai peserta didik menemukan apa yang dipertanyakan dan mungkin berakhir dengan pertanyaan atau masalah baru yang perlu ditindaklanjuti pada kegiatan pembelajaran berikutnya. Kesamaan dari ketiga pembelajaran tersebut adalah ketiganya melibatkan keterampilan proses sains dan atau kemampuan dasar bekerja ilmiah. Melalui proses ilmiah dapat dikembangkan sikap ilmiah peserta didik yang mencakup sikap ingin tahu, menghargai pembuktian, berpikir kritis, kreatif, berbicara berdasarkan bukti-bukti konkrit atau data, dan peduli lingkungan (Suyatna, 2008a).

Pembelajaran inkuiri terbimbing dapat dilaksanakan menggunakan metode eksperimen maupun demonstrasi, namun demikian pembelajaran inkuiri terbimbing menggunakan metode eksperimen lebih efektif untuk meningkatkan keterampilan proses sains

dan hasil belajar fisika dibandingkan inkuiri terbimbing menggunakan metode demonstrasi (Suyatna dan Andriansyah, 2011). Penerapan model inkuiri terbimbing pada kegiatan eksperimen dapat menumbuhkan dan meningkatkan keterampilan proses sains yang mencakup kemampuan melakukan pengukuran, pengamatan, melaksanakan prosedur eksperimen, mengolah dan menganalisis data, menginterpretasi data, dan menarik kesimpulan (Suyatna, 2008b)

Tabel 2. Perbandingan skor pembelajaran inkuiri (Suyatna dan Andriansyah, 2011)

Aspek	Hasil Belajar		Keterampilan Proses Sains (KPS)	
	Eksperimen	Demonstrasi	Eksperimen	Demonstrasi
Rata-rata pretest	14,9	11,5		
Rata-rata posttest/ Rata-rata KPS	80,8	62,2	14,8	11,8
Skor Tertinggi	90	75	17	14
Skor Terendah	15	5	12	9
Rata-rata Gain	66,0	50,7		
Kenaikan skor rata-rata/ Pencapaian Indikator KPS	66%	51%	74%	59%
Rata-rata N-Gain	0,77	0,56		
Kategori	Tinggi	Sedang	Baik	Cukup

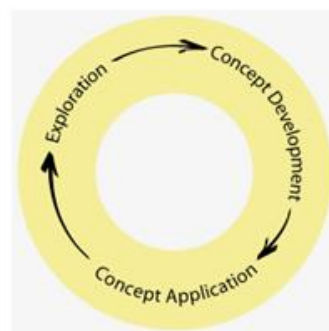
Implementasi pembelajaran inkuiri akan efektif apabila dilengkapi lembar kerja yang dirancang khusus untuk pelaksanaan pembelajaran inkuiri. Penggunaan lembar kerja yang berbasis inkuiri dan eksplorasi dapat meningkatkan keterampilan proses sains pada aspek-aspek: (1) kemampuan melaksanakan prosedur percobaan, (2) kemampuan melakukan pengukuran/pengamatan, (3) kemampuan mengajukan pertanyaan dan mengemukakan pendapat dalam diskusi (Suyatna, 2008c).

4. MODEL SIKLUS BELAJAR MEMBANGUN KONSEP DAN SIKAP

Siklus belajar (*learning cycle*) adalah suatu model pembelajaran yang berbasis inkuiri. Model ini mendorong siswa untuk mengembangkan pemahaman mereka sendiri dari konsep ilmiah, mengeksplorasi dan memperdalam pemahaman itu, dan kemudian menerapkan konsep untuk situasi baru. Model siklus belajar merupakan rangkaian tahap-tahap kegiatan (fase) yang diorganisasi sedemikian rupa sehingga siswa dapat menguasai kompetensi-kompetensi yang harus dicapai dalam pembelajaran dengan jalan berperan aktif. Pada model siklus belajar siswa diorganisasikan untuk melakukan beberapa tahapan pembelajaran yang aktif oleh guru, dengan pembelajaran yang aktif siswa akan dapat menguasai kompetensi-kompetensi yang harus dicapai dalam pembelajaran. Banyak penelitian menunjukkan efektivitas siklus belajar dalam mengajar sains (Blank, 1999; Ates, 2005; Balci, Cakroglu, Tekkaya, 2006, Suyatna, Abdurrahman, Rosana 2011). Menurut penelitian tersebut, *learning cycle* mendorong siswa untuk mengembangkan pemahaman mereka sendiri dari konsep ilmiah dan mempromosikan perubahan konseptual

sambil memberikan pemahaman implikasi ilmiah yang lebih baik.

Model siklus belajar mengalami perkembangan dari mulai model siklus belajar 3 fase menjadi 4 E, 5 E dan kemudian 7 E. Tahap-tahap kegiatan (fase) model siklus belajar 3 fase yaitu: penjajakan (*exploration*), pengembangan konsep (*concept development*), dan aplikasi konsep (*concept application*) (Walbert, 2015).



Gambar 1. Model siklus belajar tiga fase

Pada fase pertama, siswa bekerja sendiri atau dalam kelompok-kelompok kecil untuk mengeksplorasi fenomena ilmiah, memanipulasi bahan, dan berusaha untuk memecahkan masalah. Guru bertindak sebagai fasilitator, mengajukan pertanyaan dan memberikan bantuan yang diperlukan. Siswa memiliki kesempatan untuk mengembangkan hipotesis mereka sendiri dan untuk menguji melalui eksperimen atau pengamatan. Pada fase kedua dari siklus pembelajaran, guru memimpin siswa melalui pengenalan dan pengembangan konsep-konsep ilmiah. Para siswa dapat mulai dengan berbagi pengamatan dan

ide-ide mereka yang diperoleh dari tahap eksplorasi. Guru dapat menggunakan buku atau materi audio-visual untuk mengembangkan konsep. Pada fase ketiga, guru mengajukan masalah atau situasi baru bagi siswa untuk dipecahkan berdasarkan eksplorasi awal. Seperti pada tahap pertama, para siswa bekerja secara individu atau dalam kelompok kecil sementara guru bertindak sebagai fasilitator. Siklus belajar kemudian dapat dimulai lagi, fase ketiga ini dapat menjadi titik awal untuk eksplorasi dan pengembangan konsep terkait.

Model siklus belajar tiga fase telah dikembangkan oleh penulis dan kawan-kawan pada pembelajaran mitigasi bencana alam di SMP. Fase eksplorasi dilaksanakan dengan menggali pengetahuan awal siswa mengenai bencana alam kebumihan, menunjukkan fenomena bencana alam kebumihan melalui multimedia. Multimedia dibuat oleh penulis dengan menu-menu seperti pada Gambar 2. Pembuatan multimedia menggunakan perangkat lunak *macromedia flash*. Pada halaman awal program tersebut berisi judul, tujuan, dan empat tombol menu pilihan yaitu: (1) menampilkan video bencana; (2) menampilkan foto-foto bencana; (3) simulasi penyebab bencana; (4) simulasi penyelamatan diri.

Fase pengembangan konsep dilakukan dengan cara mendiskusikan bencana alam kebumihan, penyimpulan, dan pematapan materi. Fase aplikasi konsep dilaksanakan dengan metode bermain peran. Pada tahap ini siswa berperan sebagai orang yang dilanda bencana alam kebumihan, petugas evakuasi, petugas kesehatan, relawan dan lain-lain. Tahap aplikasi konsep untuk sasaran afektif, dirancang untuk menumbuhkan *self-awareness* terhadap diri dan lingkungan sekolahnya, sehingga sikap ini diharapkan dapat berimbas ketika siswa berada di rumah atau di lingkungan masyarakat. Sedangkan pada sasaran psikomotorik secara riil mereka melakukan identifikasi dan menata kembali barang-barang dan tempat-tempat yang akan terkena resiko berbahaya di kelas dan lingkungan sekolah jika bencana alam terjadi. Kegiatan seperti mengikat lemari ke dinding, menguatkan ikatan figura kaca, papan tulis, kaca jendela, dan langit-langit, menjadi bagian khas pembelajaran mitigasi bencana alam kebumihan seperti gempa bumi (Suyatna, Abdurrahman, Rosana, 2011)



Gambar 2. Multimedia pembelajaran mitigasi bencana kebumihan

Melalui penelitian pengembangan yang dilakukan penulis dan kawan-kawan, telah dihasilkan program pembelajaran mitigasi bencana alam gempa, tsunami, longsor dan erupsi vulkanik bagi siswa SMP, yang mencakup: silabus, bahan ajar, multimedia pembelajaran mitigasi bencana alam interaktif berbasis komputer, serta RPP dan skenario pembelajaran. Pembelajaran mitigasi bencana alam gempa bumi dapat dimasukkan ke dalam silabus mata pelajaran IPA di SMP pada kelas IX semester 1 pada standar kompetensi “Memahami sistem tata surya dan proses yang terjadi di dalamnya”. Standar kompetensi yang sesuai untuk pembelajaran mitigasi bencana alam gempa bumi pada mata pelajaran IPA di SMP yaitu: (1) Mendeskripsikan proses-proses khusus yang terjadi di lapisan lithosfer dan atmosfer yang terkait dengan perubahan zat dan kalor; dan (2) Menjelaskan hubungan antara proses yang terjadi di lapisan lithosfer dan atmosfer dengan kesehatan dan permasalahan lingkungan.

Untuk menjamin keterlaksanaan pembelajaran mitigasi bencana alam, disarankan kepada BSNP yang mengembangkan standar isi mata pelajaran IPA di SMP untuk menambahkan standar kompetensi khusus

mengenai bencana alam kebakaran yang sering terjadi di Indonesia. Melalui penambahan standar kompetensi khusus ini dapat membantu guru mengembangkan silabus dan RPP sesuai dengan potensi yang dimiliki sekolah dan wilayah di mana sekolah tersebut berada. (Suyatna, Abdurrahman, Rosana, 2011)

Siklus belajar 3 fase telah dikembangkan menjadi 4 fase yang direkomendasikan oleh Martin *et al* (2005) hal ini dirancang untuk mengakomodasi semua tujuan IPA yang menekankan pada penguasaan konsep yang spesifik, mengembangkan keterampilan berpikir, dan memecahkan masalah. Siklus ini terdiri dari empat fase (4 E) yaitu *exploration, explanation, expansion, dan evaluation*. Kemudian berkembang lagi dengan menambahkan fase *engage* di awal pembelajaran yang bertujuan untuk menggali pengetahuan awal siswa menjadi *engagement, exploration, explanation, elaboration, evaluation* (Lorsbach, 2002). Berdasarkan usulan dari Einsenkraft (2003) siklus belajar 5 E dikembangkan menjadi 7 E yaitu pada fase *Engage* menjadi 2 tahapan yaitu *Elicit* dan *Engage*, sedangkan pada tahapan *Elaborate* dan *Evaluate* menjadi 3 tahapan yaitu menjadi *Elaborate, Evaluate* dan *Extend*.

Penulis dan kawan-kawan telah mengimplementasikan model

pembelajaran siklus belajar 5 E untuk pembelajaran mitigasi longsor (*landslide*) di suatu SMP yang daerahnya rawan longsor. Pelaksanaan fase *exploration* dibantu menggunakan multimedia interaktif mitigasi bencana kebumihan seperti pada Gambar 2. Pada fase *elaboration* dilakukan menggunakan metode bermain peran (*role playing*). Pelaksanaan pembelajaran dilakukan pada tiga kelas. Kelas pertama, belajar sepenuhnya di dalam kelas (*indoor*), kelas kedua belajar sepenuhnya di luar kelas (*outdoor*), pada pada kelas ketiga, untuk fase *engagement, eksplorasi, explanation, evaluation* dilakukan di dalam kelas sedangkan untuk fase *elaboration* dilakukan di luar kelas. Hasil penelitian menunjukkan: (1) ketiga macam pelaksanaan pembelajaran dapat menumbuhkan sikap kesiap-siagaan terhadap bencana longsor, (2) siswa pada ketiga kelas, secara umum dapat menjelaskan penyebab, pemicu, dampak, dan cara mencegah bencana longsor, (3) hampir seluruh siswa terampil melakukan simulasi penyelamatan diri dari bahaya longsor, (4) tidak ada perbedaan sikap siswa terhadap perilaku yang dapat menyebabkan longsor, seluruh siswa menyatakan tidak setuju, (5) siswa pada kelas yang belajar *outdoor* dan kombinasi *indoor outdoor* lebih terampil dalam melakukan simulasi penyelamatan diri

dari bahaya longsor dibandingkan dengan siswa yang belajar *indoor* (Suyatna, Abdurrahman, Agung, 2014)

5. PEMANFAATAN TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI UNTUK PEMBELAJARAN IPA

Menurut guru Fisika, selama ini kegiatan eksperimen belum berjalan efektif dan belum menggunakan pendekatan inkuiri dikarenakan berbagai kendala antara lain: (1) Terbatasnya jumlah dan ragam peralatan laboratorium Fisika, sehingga eksperimen hanya bisa dilaksanakan secara terbatas, (2) eksperimen memerlukan waktu yang cukup lama, (3) pedoman ekaperimen yang ada bersifat memverifikasi suatu teori, bukan menemukan (Suyatna, 2008b). Kendala tersebut dapat diatasi, salah satunya dengan memanfaatkan TIK secara optimal.

Berdasarkan hasil observasi di Provinsi Lampung, sudah banyak guru IPA yang memanfaatkan media TIK dalam proses pembelajarannya di kelas. Namun pemanfaatan media TIK belum optimal meningkatkan kualitas pembelajaran di kelas apalagi di laboratorium. Pemanfaatan media TIK baru sebatas penayangan fenomena sains untuk memperjelas materi yang disampaikan oleh guru. Pemanfaatn media TIK seperti ini menjadikan proses pembelajaran berpusat kepada guru

(*teacher center*), siswa hanya menjadi penonton, kurang interaktif, tidak melatih keterampilan proses sains, dan sulit untuk membangun karakter pada diri siswa. Pemanfaatan media TIK pada pembelajaran IPA di sekolah harus mampu menjadikan pembelajaran aktif, inovatif, kreatif, efektif, menyenangkan. Oleh karena itu perlu dikembangkan model-model pemanfaatan media TIK dan perangkat pembelajarannya agar tujuan pembelajaran IPA di sekolah dapat dicapai. Simulasi komputer telah menjadi bagian reformasi pendidikan, mendefinisikan kembali peran guru dan membentuk kembali pengalaman belajar di kelas. Simulasi sains dapat dijadikan alat yang efektif dalam membantu mahasiswa memahami dan menerapkan pengalaman praktis dalam berpikir ilmiah (Akpan, 2001; Akpan & Andre, 2000; Coleman, 1988). Suatu simulasi adalah suatu eksekusi dinamik dari proses-proses yang dalamnya ada sistem model hubungan dari objek (Akpan, 2001; Miller & Castellanos, 1996). Simulasi adalah program komputer yang mengandung model manipulasi dari suatu sistem, dapat menerima perintah dari pengguna, mengubah keadaan suatu model, dan menampilkan keadaan baru (Thomas & Hooper, 1991). Menurut Akpan (2001), simulasi harus dirancang dengan maksud membenamkan siswa ke

dalam keadaan kehidupan nyata sains, memahami aktivitas *hands-on*, berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking*), dan pemecahan masalah secara kolaboratif. Menurut Akpan (2002) simulasi computer mempunyai kemampuan untuk menyajikan visualisasi dan gambar yang realistic dan dapat menciptakan lingkungan belajar yang konstruktif sehingga meningkatkan hasil belajar mahasiswa

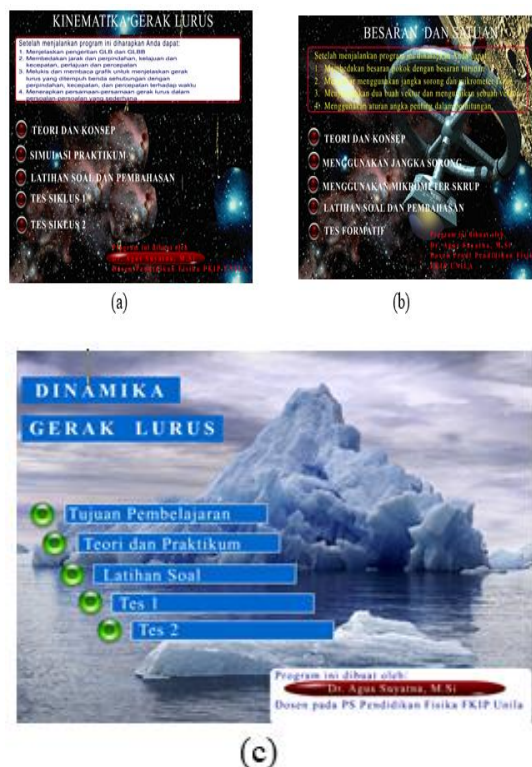
Pemanfaatan TIK sebagai media simulasi pembelajaran di perguruan tinggi sudah lama diimplementasikan. Diantaranya *software Platetec* yaitu software interaktif mengenai Lempeng Tektonik. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan *software Platetec* pada pembelajaran dinamika bumi untuk calon guru fisika dapat meningkatkan pengetahuan mahasiswa secara signifikan dengan *normalized gain* skor rata-rata 71%. Sikap mahasiswa terhadap penggunaan *software Platetec* pada pembelajaran dinamika bumi positif. Menurut mahasiswa, software ini telah memberikan gambaran yang jelas mengenai berbagai peristiwa yang terjadi di dalam perut bumi dan pada litosfer yang tidak mungkin diamati secara langsung. Melalui pembelajaran menggunakan *software platetec* seluruh mahasiswa menjadi lebih paham, bagaimana saintis bekerja untuk mencari bukti-bukti dalam mengungkap peristiwa alam di masa lalu dan pemahaman ini menumbuhkan penghargaan terhadap usaha para saintis dalam mengungkap peristiwa alam. Urutan penyajian materi pada *software platetec* mengajak mahasiswa untuk

aktif berpikir. Penggunaan software ini dapat menumbuhkan motivasi intrinsik pada mahasiswa sehingga merasa tertarik untuk belajar ilmu kebumihan. Sikap mahasiswa terhadap penggunaan software *platetec* berkorelasi positif dengan hasil belajar Dinamika Bumi dengan koefisien korelasi sebesar 0,37 (Suyatna, 2007).

Pemanfaatan simulasi praktikum menggunakan perangkat lunak Electronic Work Bench (EWB) memberikan pengaruh yang lebih baik pada kemampuan melakukan analisis rangkaian elektronik dibandingkan dengan menggunakan metode panel, namun tidak berpengaruh pada kemampuan merancang rangkaian elektronik baik pada mahasiswa laki-laki maupun perempuan (Suyatna, 2005).

Sebagai salah satu bentuk tanggung jawab penulis pada perkembangan pembelajaran IPA Fisika berbasis pemanfaatan komputer, penulis turut membuat multimedia interaktif dengan pendekatan inkuiri untuk materi Besaran dan Satuan, Kinematika Gerak Lurus, dan Dinamika Gerak Lurus seperti pada Gambar 3 (Suyatna, 2003). Produk tersebut diuji dalam suatu desain eksperimen dan memperoleh hasil sebagai berikut: (1) Penggunaan multimedia interaktif dengan cara pembelajaran secara klasikal di laboratorium komputer dengan masing-masing siswa menjadi operatornya, dapat meningkatkan hasil belajar sebesar 4,3 poin yaitu meningkat dari tes awal sebesar 4,2 menjadi 8,5 pada tes akhir dan mencapai ketuntasan belajar 86%, (2) Penggunaan multimedia interaktif untuk program remedial

meningkatkan ketuntasan belajar siswa dari 52% menjadi 100%, (3) Penggunaan multimedia interaktif yang dibelajarkan menggunakan LCD Proyektor dengan guru sebagai operator menghasilkan hasil belajar yang lebih tinggi dibandingkan dengan menggunakan media realia (Suyatna, 2004). Apabila akan menggunakan media komputer dalam pembelajaran perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut: (1) Kemampuan siswa dalam hal pengoperasian komputer sehingga pembelajaran dapat berjalan dengan baik, (2) guru harus tetap mengarahkan dan membimbing siswa selama proses belajar berlangsung, (3) penggunaan media komputer dalam pembelajaran sebaiknya diimbangi dengan media lainnya seperti buku siswa.



Gambar 3. Multimedia pembelajaran (a) Kinematika Gerak Lurus, (b) Besaran dan Satuan, (c) Dinamika Gerak Lurus (Suyatna, 2003)

Pertanyaan mendasar dalam pembelajaran IPA yaitu, apakah eksperimen menggunakan simulasi komputer lebih baik dibandingkan dengan hands-on? Berdasarkan penelitian Suyatna, Dewa, dan Nugroho (2010) pada pembelajaran kinematika di SMA diperoleh hasil tidak ada perbedaan hasil belajar yang berarti antara eksperimen menggunakan simulasi komputer dibandingkan dengan hands-on. Dengan demikian simulasi komputer dapat digunakan sebagai alternatif solusi mengatasi kekurangan alat di laboratorium.

Sikap dan keyakinan seseorang juga dapat dipengaruhi melalui pemanfaatan multimedia pembelajaran. Pembelajaran menggunakan VCD bermuatan nilai-nilai kebesaran Tuhan Yang Maha Esa, keteraturan dan keindahan penciptaan, dan keseimbangan alam dapat menumbuhkan hal-hal sebagai berikut: (1) Mahasiswa meyakini bahwa Tuhan menciptakan alam semesta sangat teratur oleh karena itu merasa wajib menjaga keseimbangan alam, (2) Menambah keyakinan terhadap kebenaran Al-Qur'an, mahasiswa sadar bahwa ternyata Al-Qur'an sudah menjelaskan mengenai penciptaan alam semesta sebelum para ilmuwan, (3) Sikap mahasiswa terhadap pembelajaran dengan menayangkan VCD bermuatan nilai positif. Mahasiswa

merasa memperoleh gagasan dalam membelajarkan topik-topik Bumi dan Alam Semesta yang bermuatan nilai di SMP/SMA kelak setelah mereka menjadi guru (Suyatna, 2008d)

Penggunaan komputer dalam pembelajaran di sekolah, menurut Coburn (1985), Simonson dan Thompson (1994), Kemp dan Dayton (1985) dapat diklasifikasikan ke dalam lima jenis, yaitu:

- a) Program latihan (*drill and practice*), yaitu program yang dirancang untuk digunakan siswa dalam melakukan latihan-latihan soal.
- b) Program tutorial, yaitu program yang dirancang supaya komputer dapat digunakan sebagai tutor dalam proses pembelajaran.
- c) Program demonstrasi, yaitu program yang digunakan untuk memvisualisasikan konsep yang abstrak.
- d) Program simulasi, yaitu program yang digunakan untuk memvisualisasikan proses yang dinamik.

Berdasarkan pendapat di atas, pemanfaatan TIK sebagai media pembelajaran dapat berbentuk antara lain: (1) bentuk belajar model yaitu peserta didik dapat belajar melalui latihan-latihan yang diulang-ulang, sehingga peserta didik dapat merubah dan meningkatkan kemampuan, keterampilan tertentu, (2) bentuk belajar simulasi yaitu

bentuk belajar peniruan kenyataan yang abstrak dan dapat dilihat secara nyata melalui layar monitor, (3) bentuk belajar permainan dimana peserta didik dilibatkan dalam operasi mental dalam bentuk permainan, (4) bentuk pembelajaran tutorial yaitu bentuk belajar yang diberikan dengan sistem modul, komputer akan menampilkan informasi-informasi baru yang perlu diketahui dan difahami serta direspon oleh peserta didik, (5) bentuk pembelajaran jenis tes, dalam hal ini peserta didik menyampaikan apa yang sudah dikuasai dan yang belum dikuasai, sehingga ada umpan balik dalam rangka memperbaiki proses pembelajaran selanjutnya.

Tabel 3: Perbandingan hasil belajar ranah kognitif menggunakan media *drill and practice*, tutorial, dan simulasi (Suyatna dkk., 2012)

Parameter	<i>Drill and Practice</i>	Kelompok Tutorial	Simulasi
Jumlah Siswa	30	34	31
Rata-rata <i>pretest</i>	55,6	52,1	43,8
Rata-rata <i>post-test</i>	86,0	86,5	84,2
Rata-rata Gain	30,3	34,4	40,4
Kenaikan skor rata-rata	55 %	66 %	73 %
Kenaikan tertinggi	50	55	65
Kenaikan terendah	0	10	10

Berdasarkan hasil uji anova satu jalur diketahui ada perbedaan rata-rata *gain* hasil belajar ranah kognitif yang signifikan antara pembelajaran IPA berbantuan model media TIK *drill and practice*, tutorial, dan simulasi. Pada Tabel 3, Nampak yang paling efektif meningkatkan hasil belajar ranah kognitif yaitu pedia TIK model simulasi.

Tabel 4: Perbandingan skor keterampilan proses sains pembelajaran menggunakan media tutorial dengan simulasi (Suyatna dkk., 2012)

No	Parameter	Kelompok	
		<i>Tutorial</i>	<i>Simulasi</i>
1	Jumlah Siswa	34	31
2	Rata-rata skor KPS	75,6	75,5
3	Nilai Tertinggi	90	90
4	Nilai Terendah	65	65

Berdasarkan data yang tersaji pada Tabel 4 dapat diketahui bahwa data skor keterampilan proses sains pada kelas tutorial 75,6 dan pada kelas simulasi 75,5. Hasil uji beda rata-rata *independent sample t-test* menunjukkan tidak ada perbedaan rata-rata skor keterampilan proses sains yang signifikan antara kelompok yang pembelajarannya berbantuan model media TIK tutorial dengan simulasi.

Berdasarkan hasil pengamatan selama proses pembelajaran berlangsung dan juga analisis terhadap keterampilan proses sains dan hasil belajar siswa, maka penulis memberikan saran sebagai berikut: (1) laboratorium komputer, disamping untuk melaksanakan praktikum mata pelajaran TIK, juga dapat dimanfaatkan sebagai laboratorium virtual IPA, (2) model media simulasi dan tutorial yang memuat simulasi dapat menjadi alternatif bagi guru-guru untuk meningkatkan keterampilan proses sains

6. PENUTUP

Melalui pembelajaran IPA dapat dibangun kemampuan berpikir, bersikap,

dan bertindak ilmiah. Dalam membelajarkan IPA perlu pendekatan, model pembelajaran, dan metode yang sesuai dengan hakekat IPA, diantaranya pendekatan saintifik, model pembelajaran inkuiri dan model pembelajaran siklus belajar. Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi yang tepat dapat meningkatkan hasil belajar IPA, melatih keterampilan proses sains, membentuk sikap dan menumbuhkan keyakinan seseorang terhadap kebesaran penciptanya serta mengatasi kekurangan peralatan laboratorium IPA.

DAFTAR PUSTAKA

- Akpan, J.P. (2002). Which Comes First: Computer Simulation of Dissection or a Traditional Laboratory Practical Method of Dissection. *Electronic Journal of Science Education*, 6(4). <http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/ejsev6n4.html>
- Akpan, J.P. (2001). Issues Associated With Inserting Computer Simulation Into Biology Instruction: A Review of Literature. *Electronic Journal of Science Education*, 5(3). <http://unr.edu/homepage/crowther/ejse/ejsev5n3.html>
- Akpan, J.P. & Andre, T. (2000). Using a Computer Simulation Before Dissection to Help Student Learn Anatomy. *Journal of Computer in Mathematics and Science Teaching*, 19(3)
- Aktamis, H. & Ergin, O (2008). The Effect on Scientific Process Skills Education on Students' Scientific Creativity, Science Attitudes and Academic Achievements. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(1), 1-21.
- Anonim. (2006). *Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 22 tahun 2006*. Jakarta: Kemendiknas.
- Ates, S. (2005). The effectiveness of the learning-cycle method on teaching DC circuits to prospective female and male science teachers. *Research in Science and Technological Education*. (23): 213-227
- Azizah, H, Rosidin, U, dan Sesunan, F. (2015). Studi Implementasi *Scientific Approach* Dalam Pembelajaran Sains Di Laboratorium. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 3(4), 1-13.
- Balci, S., Cakroglu & Tekkaya C. 2006. Engagement, exploration, explanation, extension, and evaluation (5E) learning cycle and conceptual change text as learning tools. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 34(3), 199-203.
- Blank, L. M. (1999). A metacognitive learning cycle: A better warranty for student understanding. *Science Education*. (2): 486-506.
- Coburn, P. (1985). *Practical Guide to Computer in Education 2nd*. California: Addison - Wesley Publication Company Inc.
- Coleman, F. (1998). Using the Body Electronic: Students Use Computer Simulation to Enhance Their Understanding of Human Physiology.

- Learning and Leading With Technology*, 25(8)
- Dimiyati & Mudjiono. (2009). *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta
- Eisenkraft. (2003). Expanding the 5E Model: a Proposed 7E Model Emphasizes “Transfer of learning” and the importance of Eliciting Prior Understanding. *Journal the Science Teacher*. (70): 58-59.
- Fajaroh, FI dan Dasna, I W. (2007). *Pembelajaran dengan Model Siklus Belajar*. Tersedia di <http://lubisgrafura.wordpress.com/2007/09/20/pembelajaran-dengan-model-siklus-belajar-learning-cycle/>
- Kemp, J.E. & Dayton, D.K. (1985). *Planning and producing instructional media*. New York: Harper & Row Publisher.
- Lorsbach, A.W. (2012). *The Learning Cycle as a Tool for Planning Science Instruction* (<http://www.dese.mo.gov/divimprove/curriculum/science/LearningCyclePlanInst11.05.pdf> : diakses tanggal 20 Desember 2012).
- McBride, JW, Bhatti, MI, Hannan, MA, and Feinberg, M. (2004). Using an Inquiry Approach to Teach Science to Secondary School Science Teacher. *Physic Education*, 39(5), 1-6
- Martin, R., Sexton, C., Franklin, T., and Gerlovich, J. (2005). *Teaching Science for all Children Inquiry: Inquiry Methods for Constructing Understanding- 3th edition*. USA: Pearson Education.
- Martinello and Cook. (2000). *Interdisciplinary Inquiry in Teaching and Learning 2nd edn* (Upper Saddle River). NJ: Merrill
- Miller, L.M. & Castellano, J. (1996). Use of Technology for Science and Mathematics Collaboration Learning. *School Science and Mathematics*, 96(2)
- NRC. (1996). *Nasional Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press
- NRC. (1999). *Nasional Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press
- Nurohman, Suyatna, A., dan Ertikanto, C. (2014). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Keterampilan Generik Sains (KGS) Materi Tekanan. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 2(3), 55-66.
- Puskur. (2006). *Panduan Pengembangan Pembelajaran IPA Terpadu ekolah Menengah Pertama dan Madrasah Tsanawiyah*. Jakarta: Depdiknas.
- Rustaman, N. (2007). *Model-model Pembelajaran IPA*. Jakarta: Universitas Terbuka
- Rutherford, F.J. and Ahlgren, A (1990). *Science for All Americans*. New York: Oxford University Press
- Stacey, K. (2011). The PISA View of Mathematical Literacy in Indonesia. *Journal on Mathematics Education*, 2(02), 95-126.
- Simonson, M.R. and Thomson. (1994). *Educational computing foundations (2rd ed.)*. New York: Macmillan Publishing Company
- Suyatna, A, Abdurrahman, Agung, P. (2014). The Implementation Of Landslide Mitigation Teaching Using Learning Cycle Model For Junior High School Students. *Proceedings The 1st Sriwijaya University Learning and Education International Conference (SULE-IC) 2014* (pp. 801-811). Palembang:

Faculty of Teacher Training and
Education Sriwijaya University

- Suyatna, A, Eko S, Viyanti, Feryco C. (2012). Perbandingan Efektivitas Model Media Pembelajaran Sains Berbasis Teknologi Informasi Komunikasi Ditinjau Dari Hasil Belajar. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains* (pp. 282-291). Yogyakarta: Program Pascasarjana Universitas Negeri Yogyakarta
- Suyatna, A., Abdurrahman, Rosana. (2011). Pengembangan Program Pembelajaran Mitigasi Bencana Gempa Bumi Bagi Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 18(1), 29-35
- Suyatna, A dan Andriansyah. (2011). Studi Perbandingan Pembelajaran Inkuiri Menggunakan Metode Eksperimen dan Demonstrasi Pada Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(2), 174-186
- Suyatna, A, Dewa P N, J Nugroho. (2010). The Comparison of Physisc Learning Result of Senior High School Student Experimented by Using Computer Simulation & Hand on. *Proceeding International Seminar "Globalization of Lecturers & Teacher on Challanges & Oppurtunities* (pp. 21-26). Bandar Lampung: Postgraduate Program Lampung University
- Suyatna, A. (2009). Hubungan Hasil Belajar Dengan Sikap dan Aktivitas Siswa Pada Pembelajaran Fisika Dengan Pendekatan Inkuiri. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan* (pp. 346-351). Bandar Lampung: Lemlit Unila
- Suyatna, A. (2008a). Penerapan Model Pembelajaran Astronomi Berbasis Inkuiri dan Eksplorasi Serta Berorientasi Pemberian Contoh Untuk Calon Guru. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 5(1), 75-82
- Suyatna, A (2008b). Implementation Experiment Applies Inquiry Model To Improve Science Process Skill Of XI Level SMA Student. *Proceeding The Second International Seminar on Science Education* (pp. 132-142). Bandung: Science Education Program Graduate School Indonesia University of Education.
- Suyatna, A. (2008c). Peningkatan Keterampilan Proses Sains Pada Calon Guru Fisika Melalui Penggunaan LKM Berbasis Inkuiri dan Eksplorasi. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan* (pp. 409-413). Bandar Lampung: Lemlit Unila
- Suyatna, A. (2008d). Pemanfaatan Multimedia Untuk Pembelajaran Sains Bermuatan Nilai. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi II* (pp. 183-188). Bandar Lampung: Lemlit Unila
- Suyatna, A. (2007) Efektivitas Penggunaan Software Platetec pada Pembelajaran Dinamika Bumi. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi* (pp. 1-8). Bandar Lampung: Lemlit Unila
- Suyatna, A. (2005). Simulasi Praktikum Menggunakan Perangkat Lunak EWB Untuk Meningkatkan Kemampuan Analisis dan Desain Rangkaian Elektronik. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA 2005* (pp. 1-8). Bandung: Program Studi Pendidikan IPA PPs UPI
- Suyatna, A. (2004). Pemanfaatan Paket Program Pembelajaran Interaktif Berbantuan Komputer (CAI) Pada Pembelajaran Kinematika dan Dinamika Siswa SMA. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA* (pp. 128-137). Bandung: Program Studi Pendidikan IPA PPs UPI
- Suyatna, A. (2003). Pengembangan Perangkat Lunak Pembelajaran Fisika

SMU Menggunakan Macromedia Flash.
*Prosiding Seminar Nasional The Role
of IT/ICT in Supporting The
Implementaation of Competency Based
Curriculum* (pp. 1-8). Bandung:
FPMIPA UPI-JICA

Welch W, Klopfer L, Aikenhead G, and
Robinson I. (1981). The Role of Inquiry
in Sccience Education: analysis and
recommendation. *Scie Educ.* 65, 33-50

Tawil, M. dan Liliyasi. (2014).

*Keterampilan-keterampilan Sains dan
Implementasinya Dalam Pembelajaran
IPA.* Makasar . Badan Penerbit UNM

Thomas, R. & Hooper, E. (1991). Simulation:
An Opportunity We Are Missing.
*Journal of Research on Computing
Education*, 23(4)

Trowbridge, L.W and Rodger W. B. (1990).
*Becoming a Secondary School Science
Teacher.* Columbus: Merrill Publishing
Company

OECD. (2012). PISA 2012 data analysis
manual
[http://litbang.kemdikbud.go.id/index.
php/survei-internasional-pisa..](http://litbang.kemdikbud.go.id/index.php/survei-internasional-pisa..) Paris,
France: OECD.

Walbert, D. (2015). *The Learning Cycle.*
Learn NC. Tersedia di
[www.learnnc.org/lp/ pages/663](http://www.learnnc.org/lp/pages/663)