

Strategi Pembelajaran IPAS



LP3M PB UNSIQ

Ethno Socioscientific Issues (ESSI)
Berbasis Kearifan Lokal dalam menguatkan
Profil Keterampilan Berpikir Kreatif siswa SMA



Dr. Ahmad Khoiri, S.Pd., M.Pd | Ir. Sigit Muryanto, M.P
Hidayatus Sibyan, S.Kom., M.Kom | Qori Agussuryani PH, S.Pd., M.Pd |
Ishaq Abdul Hannan

**Strategi Pembelajaran IPAS berpendekatan
Ethno Socioscientific Issues (ESsI) Berbasis
Kearifan Lokal untuk menguatkan Profil
Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMA.**

Strategi Pembelajaran IPAS berpendekatan Ethno Socioscientific Issues (ESsI) Berbasis Kearifan Lokal untuk menguatkan Profil Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa SMA.

Dr. Ahmad Khoiri, S.Pd., M.Pd Ir. Sigit Muryanto, M.P Hidayatus Sibyan, S.Kom.,
M.Kom Qori Agussuryani PH, S.Pd., M.Pd Ishaq Abdul Hannan



LP3M PB UNSIQ

**Strategi Pembelajaran IPAS berpendekatan Ethno Socioscientific Issues
(ESSI) Berbasis Kearifan Lokal untuk menguatkan Profil Keterampilan
Berpikir Kreatif Siswa SMA.**

Dr. Ahmad Khoiri, S.Pd., M.Pd Ir. Sigit Muryanto, M.P Hidayatus Sibyan, S.Kom., M.Kom Qori
Agussuryani PH, S.Pd., M.Pd Ishaq Abdul Hannan

Editor: Roman Wijaya

Rancang Sampul: Nur Budianto
Photographer: Mujiono

Diterbitkan oleh:

LP3M PB UNSIQ

Jl. KH. Hasyim Asy'ari KM. 03, Kalibeber, Mojotengah, Wonosobo
Telp (0286) 321873 Fax (0286) 324160
Email: lp3mpb@unsiq.ac.id Website: www.unsiq.ac.id

Cetakan 1, Desember 2023

Copyright © 2023 by LP3M PB UNSIQ
All Right Reserved

- Cet. I – : LP3M PB UNSIQ, 2023
; 14,8 x 21 cm
ISBN : -
ISBN: XXX-XX-XXXXX-X

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk dan dengan
cara apapun tanpa izin tertulis dari penulis dan penerbit

Undang-undang No.19 Tahun 2002 Tentang
Hak Cipta Pasal 72

PRAKATA

Puji syukur Alhamdulillah ke hadirat Allah SWT, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan buku Strategi Pembelajaran IPAS SMA berpendekatan Ethno Socioscientific Issues (ESsI) Berbasis Kearifan Lokal Kabupaten Wonosobo dan Boyolali untuk menguatkan Profil Keterampilan Berpikir Kreatif.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dinas Pendidikan dan Olahraga, Dinas Pariwisata dan Kebudayaan Kabupaten Wonosobo dan Kabupaten Boyolali, serta Tim IT Google Adds yang telah menjalin kerjasama, sehingga buku Strategi ESsI terselesaikan dengan baik. Isi bahasan dari buku ini terdiri dari Teori Pembelajaran ESsI, Kemudian Strategi ESsI, sampai dengan pelaksanaan pembelajaran dengan menggunakan model ESsI.

Penulis menyadari bahwa buku Strategi ESsI masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kepada bapak atau ibu memberikan masukan dan saran menjadi bahan perbaikan konsep Strategi ESsI Hanya kepada Allah Yang Maha Kuasa Rabbul Alamin, penulis mengembalikan segalanya. Semoga jasa-jasa baik bapak atau ibu mendapatkan imbalan, pahala, ridha, dan berkah dari Allah SWT, Amiin.

Wonosobo, Juni 2024

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA.....	2
DAFTAR ISI	3
DAFTAR TABEL.....	5
DAFTAR GAMBAR	6
I. PENDAHULUAN	7
A. Rasional & Analisis Kebutuhan	7
B. Tujuan & Pendekatan Masalah	10
II. TEORI PEMBELAJARAN STRATEGI PEMBELAJARAN ESsl.....	11
A. Teori Konstruktivisme.....	11
B. Teori Kognitif Humanistik.....	14
C. Teori Belajar Kognitif- Sosial.....	16
III. STRATEGI ESsl	20
A. Pengembangan Strategi ESsl.....	20
1. Model Inquiry Lesson sebagai Dasar Pengembangan Sintak Strategi ESsl 20	
2. Kelebihan dan Kelemahan Model Pembelajaran <i>Inquiry Lesson</i> 26	
3. Etnosains sebagai Penciptaan Lingkungan Belajar Bermakna Strategi ESsl 28	
4. Etnosains sebagai Sarana Kemampuan Berpikir Ilmiah 30	
5. Potensi Etnosains sebagai Sumber Belajar Sains 33	
6. Strategi Socioscientific Issues (SS1) sebagai Penguatan Sintak Strategi ESsl 48	
C. Kerangka Konseptual Strategi ESsl.....	54
1. Keterkaitan Model <i>Inquiry Lesson</i> dan Keterampilan Berpikir Kreatif 55	
2. Proses Konstruksi pada Strategi ESsl 57	
IV. E-LEARNING ESsl.....	62
A. Permasalahan E-Leraning ESsl	62
B. Literature Review E-Learning ESsl	66
C. Hasil Pengembangan E-Learning ESsl.....	75
V. PERENCANAAN DAN PELAKSANAAN.....	103

VI. STRATEGI ESSI	103
D. Perencanaan Tujuan	103
E. Perencanaan Aktivitas Siswa	103
F. Perencanaan Perangkat Pembelajaran	104
VII. KOMPONEN STRATEGI ESSI	107
A. Sintaks Pembelajaran	107
B. Sistem Sosial	112
C. Prinsip Reaksi	114
D. Sistem Pendukung	117
E. Dampak Instruksional	118
VIII. MANAJEMEN KELAS STRATEGI ESSI	126
IX. PENUTUP	128
DAFTAR PUSTAKA	129
INDEKS	142
GLOSSARIUM	143
RIWAYAT PENULIS	145

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Level of inquiry	20
Tabel 2. Sintak model pembelajaran inquiry lesson	23
Tabel 3. Identifikasi sains asli tradisi ruwatan rambut gimbal (dreadlocks) dan keterkaitan dengan konsep fisika.....	37
Tabel 4. Identifikasi sains asli rumah adat tradisional Dataran Tinggi Dieng dan keterkaitan dengan konsep fisika.....	39
Tabel 5. Identifikasi sains asli fenomena Embun Upas (ros) dan keterkaitan dengan konsep fisika	41
Tabel 6. Identifikasi sains asli Pohon endemic Carica (Carica pubescens) dan keterkaitan dengan konsep fisika.....	44
Tabel 7. Identifikasi sains asli pertanian sistem Pranotomongso dan keterkaitan dengan konsep fisika	46
Tabel 8. Identifikasi sains asli Kawah Sikidang (Sikidang Crateris) dan keterkaitan dengan konsep fisika	48
Tabel 9. Kontribusi SSI pada sintak Strategi ESsl	50
Tabel 10. Kontribusi SSI pada pembelajaran sains	51
Tabel 11. Integrasi pengembangan model dengan pendekatan, startegi dan teori pembelajaran.....	57
Tabel 12. Sintak pembelajaran Strategi ESsl	58
Tabel 13. Prinsip reaksi Strategi ESsl.....	116
Tabel 14. Indikator keterampilan berpikir kreatif.....	122
Tabel 15. Hasil systematic review model inquiry dan keterampilan berpikir kreatif	123
Tabel 16. Proses berpikir kreatif berdasarkan prinsip reaksi Strategi ESsl.....	124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Proses asimilasi dan akomodasi.....	15
Gambar 2. Hubungan fase-fase belajar dan kejadian instruksi menurut Gagne	17
Gambar 3. Bentuk bentuk belajar	18
Gambar 4. John Dewey's model of experiential learning.....	22
Gambar 5. Level of inquiry (LOI) model of science learning.....	22
Gambar 6. Hierarki pembelajaran sains berorientasi inquiry.....	23
Gambar 7. Rekonstruksi <i>indigenous science</i> ke sains ilmiah	31
Gambar 8. Proses usaha rekonstruksi sains asli	32
Gambar 9. Ruwatan potong rambut anak gimbal (dreadlocks).....	37
Gambar 10. Rumah tradisional Dieng (dokumentasi: pribadi)	38
Gambar 11. Fenomena <i>Embun Upas</i> atau <i>ros</i> (dokumentasi pribadi).....	40
Gambar 12. Tanaman endemic Carica (dokumentasi pribadi).....	42
Gambar 13. Sistem pranotomongso (dokumentasi pribadi)	45
Gambar 14. Kawah Sikidang (Sikidang Crateris) (dokumentasi pribadi)...	47
Gambar 15. Proses kausal inquiry lesson dan keterampilan berpikir kreatif	55
Gambar 17. Konstruksi Strategi ESsl berdasarkan teori pembelajaran	59
Gambar 18. Kerangka konseptual Strategi ESsl.....	60
Gambar 19. Konstruksi Strategi ESsl berdasarkan teori pembelajaran	61
Gambar 20. Konstruksi Strategi ESsl berdasarkan pendekatan pembelajaran	61
Gambar 22. <i>Sintaks dan dampak pembelajaran Strategi ESsl</i>	108
Gambar 23. Sintak Strategi ESsl.....	110
Gambar 24. Sistem sosial Strategi ESsl.....	112
Gambar 25. Sistem pendukung e-learning Strategi ESsl (dokumentasi pribadi).....	118

I. PENDAHULUAN

A. Rasional & Analisis Kebutuhan

Sains sebagai tubuh pengetahuan dibentuk dan diperoleh melalui proses *inquiry* (Mer, 2007). Pembelajaran sains merupakan proses penemuan sebagai tuntutan keterampilan abad 21 (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2016; *The Partnership for 21st Century Skills*, 2015). Proses penemuan yang direkomendasikan Kurikulum 2013 adalah pembelajaran sains berbasis *Inquiry*

Karakteristik pembelajaran sains berbasis penemuan yang dibentuk dan diperoleh melalui proses *inquiry* (McFarlane, 2013; Mer, 2007) sangat dibutuhkan dalam menghadapi arus globalisasi (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2016; *The Partnership for 21st Century Skills*, 2015). Proses penemuan yang direkomendasikan Kurikulum 2013 adalah pembelajaran sains berbasis *Inquiry*. Jenis level *inquiry* salah satunya model pembelajaran *Inquiry Lesson* dengan bimbingan guru secara langsung dalam kegiatan ilmiah (Kertiasih, 2018). Proses ilmiah dalam pembelajaran yang efektif, tidak hanya membutuhkan kemampuan sains melainkan keterampilan guru mengembangkan model pembelajaran.

Keterbatasan keterampilan berpikir kreatif disebabkan oleh sulitnya guru dalam menentukan pembelajaran dengan kemampuan siswa yang terbatas (Cheng, 2010). Pendekatan pembelajaran untuk mengatasi keterampilan berpikir kreatif yang rendah dengan pendekatan etnosains. Alasannya etnosains mampu mengapresiasi siswa serta meningkatkan proses sains (Atmojo, 2012), hasil belajar (Okwara & Upu, 2017), dan pengetahuan sains (Sudarmin et al., 2014). Pemanfaatan kajian etnosains untuk menguasai konsep sains serta menghargai tradisi dan budaya masyarakat, sehingga pembelajaran lebih bermakna dan kontekstual.

Rendahnya berpikir kreatif disebabkan oleh model khusus dalam memberdayakan kreatif belum optimal (Tendrita et al., 2016). Aktivitas belajar menggunakan metode ceramah dan tanya jawab sehingga siswa menjadi pasif mendengarkan penjelasan dari guru. Idealnya, keterampilan berpikir kreatif terdapat aktivitas pertanyaan divergen dan memiliki keterampilan berpikir tingkat tinggi (Crocker & Algina, 1986). Pengambilan keputusan dapat dilakukan ketika siswa memiliki kemampuan berpikir konvergen yang bersifat lateral (Collete & Chiappetta, 1994; Frey, 2018). Isu internasional bahwa keterampilan berpikir kreatif siswa rendah di beberapa negara yang dapat diatasi dengan penciptaan lingkungan yang kreatif dalam pembelajaran (Davies et al., 2013).

Penciptaan lingkungan melalui pendekatan pembelajaran etnosains berorientasi sumber lingkungan strategis dengan adanya aktivitas siswa (Derman & Gurbuz, 2018; Fischer et al., 2015; Murniawaty, 2019). *Environmental awareness* ditunjukkan berdasarkan kepedulian, menjaga, dan melestarikan lingkungan. Pentingnya memberdayakan *environmental awareness* dengan alasan semakin maju arus globalisasi mengakibatkan tergerusnya budaya masyarakat (M. A. Peters & Jandrić, 2017; Schröder, 2019). Prilaku sosial bergeser semakin nyata ditandai adanya peran manusia tergantikan sistem digitalisasi yang canggih (Alreemy et al., 2016; Cataluña, Javier, Gaitán, Correa, 2015), sehingga penting untuk mencapai lulusan pendidikan yang mampu bersaing di era global (Barry, 2016), namun tetap menjunjung tinggi tradisi budaya (Khoiri A & Sunarno W, 2019). Tradisi dan budaya masyarakat sebagai pendekatan pembelajaran kontekstual membutuhkan strategi khusus.

Strategi khusus pembelajaran yang menyajikan konteks isu-isu sosial melibatkan moral atau etika disebut *Socioscientific Issues* (SSI) (Setyaningsih et al., 2019; Zeidler et al., 2009). SSI memiliki kemungkinan pemecahan rasional karena mengandung nilai sosial dan budaya. Cara pandang sosial dan penalaran sains memberikan peluang munculnya konflik serta kemampuan *reflective* siswa dalam menyelesaikan masalah

(Graffigna et al., 2011). SSI dikelompokkan dalam tiga kategori, yaitu *pre-reflective*, *quasi-reflective*, dan *reflective* sebagai proses belajar bermakna dan mengatasi masalah dalam mencapai tujuan pembelajaran.

Hasil observasi pemanfaatan kearifan lokal pada pembelajaran IPAS di 17 (tujuh belas) SMA di Kabupaten Wonosobo sebesar 67% dan Kabupaten Boyolali sebesar 65%. Fakta yang ditemukan bahwa siswa SMA belum mampu mengetahui potensi lokal daerahnya sendiri, kurangnya kepedulian terhadap lingkungan sekitar, dan apatis terhadap kelestarian budaya masyarakat. Hal ini sangat memprihatinkan dimana siswa SMA menjadi salah satu tolak ukur keberhasilan generasi emas Indonesia yang ditandai terpenuhinya keterampilan abad 21 salah satunya keterampilan berpikir kreatif. Sikap apatis terhadap kearifan lokal daerah menjadi pemicu tergerusnya tradisi dan budaya yang semakin jelas karena arus globalisasi.

Padahal, Potensi lokal, tradisi, dan budaya yang tercantum dalam pendekatan etnosains menjadi salah satu upaya pembentukan karakter siswa. Selain fakta ini, guru telah mengetahui potensi lokal dan budaya masyarakat, tetapi hanya sebesar 40% guru yang mampu memanfaatkan dalam masalah sains sebagai strategi pembelajaran IPAS dan belum dimanfaatkan dalam memberdayakan ide kreatif siswa. Keterbatasan dalam menginovasi strategi pembelajaran IPAS berbasis kearifan lokal berpendekatan *ethnoscience* dan strategi *Socio scientific issues* (disingkat ESSi) sebagai salah satu solusi untuk mengatasi masalah keterampilan berpikir kreatif dalam rangka mengatur strategi pelestarian kearifan lokal.

B. Tujuan & Pendekatan Masalah

Strategi Pembelajaran ESSl bertujuan untuk pemetaan rekonstruksi sains, penentuan profil keterampilan berpikir kreatif, dan keefektifan strategi pembelajaran IPAS berbasis kearifan lokal dengan pendekatan Ethno Socioscientific Issues (ESSl) yang dapat dirinci sebagai berikut.

1. Menguasai materi IPAS SMA
2. Meningkatkan keterampilan berpikir kreatif.
3. Mempelajari budaya dan tradisi masyarakat Kabupaten Wonosobo Propinsi Jawa Tengah.
4. Melatih siswa dalam mencari sumber informasi etnosains di Kabupaten Wonosobo dan Kabupaten Boyolali.

II. TEORI PEMBELAJARAN STRATEGI PEMBELAJARAN ESsI

Teori pembelajaran Strategi ESsI merupakan hasil konstruksi yang dipertimbangkan berdasarkan pendekatan etnosains, strategi SSI, dan keterampilan berpikir kreatif pada materi pembelajaran IPAS di SMA. Teori belajar yang melandasi pengembangan model terdapat tiga teori yaitu: Teori Kognitif-humanistik dalam pemrosesan informasi di dalam masyarakat, teori kognitif-sosial dalam pemrosesan informasi isu-isu sosial, dan teori konstruktivisme dalam merekonstruksi sains secara individual. Setiap teori mempunyai landasan tertentu yang didasarkan pada asosiasi dan insight (Parmin et al., 2017; Smith E dan Stephen, 2017). Adapun teori pembelajaran yang berkontribusi terhadap pengembangan Strategi ESsI dijelaskan berikut.

A. Teori Konstruktivisme

Konstruktivisme melandasi model pembelajaran yang berorientasi untuk mengarahkan siswa merekonstruksi gagasan masing-masing dan selanjutnya menemukan sendiri pengetahuan yang dipelajari (inkuiri) (McFarlane, 2013; Suciati, 2017). Pembelajaran sosial mendahului perkembangan yang berarti melalui interaksi sosial anak dengan lingkungannya maka akan mendorong anak untuk mampu mempelajari sesuatu.

Perkembangan kognitif dalam pandangan Vygotsky diperoleh melalui dua jalur, yaitu proses dasar secara biologis dan proses psikologi yang bersifat sosiobudaya (Osborne, 2017). Studi Vygotsky fokus pada hubungan antara manusia dan konteks sosial budaya di mana mereka berperan dan saling berinteraksi dalam berbagi pengalaman atau pengetahuan. Teori Vygotsky yang dikenal dengan teori perkembangan

sosiokultural menekankan pada interaksi sosial dan budaya dalam kaitannya dengan perkembangan kognitif.

Perkembangan pemikiran anak dipengaruhi oleh interaksi sosial dalam konteks budaya di mana ia dibesarkan. Fungsi perkembangan budaya anak akan muncul dua kali bermula tingkat sosial dalam hubungan antar manusia atau interpsikologi, kemudian muncul di tingkat personal dalam diri anak atau intrapsikologi (Wenning, 2009). Proses sosial dan budaya yang membentuk anak untuk memahami perkembangan kognitifnya.

Teori Vygotsky lebih menitikberatkan interaksi dari faktor-faktor interpersonal (sosial), kultural-historis, dan individual sebagai kunci dari perkembangan manusia (Purwanti, 2013). Implikasi Strategi ESSl terdapat pada interaksi dengan lingkungan sosial. Sumber belajar ditekankan pada isu lingkungan strategis, budaya masyarakat yang berkembang sebagai acuan siswa dalam menemukan konsep yang dipelajari dalam menumbuhkan keterampilan berpikir kreatif dan *environmental awareness* siswa. Teori interaksi sosial dibangun berdasarkan budaya saling membantu satu sama lain melalui *teknik scaffolding*.

Pemberian *scaffolding* dirancang khusus diintegrasikan dalam tahapan penyelidikan untuk membantu siswa dalam proses inkuiri (V. U. Peters, 2017). Teknik *scaffolding* sebagai dukungan atau bantuan sementara yang diberikan oleh guru kepada siswa untuk menyelesaikan tugas atau permasalahan. Penerapan *scaffolding* dalam pembelajaran terdapat tiga level yaitu: 1) *environmental provisions* (penyiapan lingkungan belajar); 2) *explaining* (pemberian penjelasan); dan 3) *developing conceptual thinking* (membangun konsep berpikir) (Suciati, 2017).

Pemberian *scaffolding* relevan dengan teori vigostsky, tingkat perkembangan kognitif dalam kondisi normal berada pada *Zona Actual Development (ZAD)* masalah belajar siswa dapat terselesaikan melalui pengetahuan awal. *Zona Proximal Development (ZPD)* siswa dapat

menyelesaikan tugas belajar diluar jangkauan berpikirnya dan antara ZAD dan ZPD terdapat zona penghubung yang memungkinkan siswa sampai pada kemampuan kognitif lebih tinggi disebut teori sosiokultural (Vitasurya, 2016).

Teori belajar Bruner mengemukakan belajar melibatkan tiga proses yang berlangsung hampir bersamaan, yaitu: (1) memperoleh informasi baru, (2) transformasi informasi, dan (3) menguji relevansi dan ketepatan pengetahuan (Dahar, 2011). Pengetahuan yang diperoleh dengan belajar penemuan menunjukkan beberapa kebaikan. *Pertama*, pengetahuan bertahan lama di ingat dibandingkan dengan pengetahuan yang dipelajari dengan cara-cara lain. *Kedua*, hasil belajar penemuan mempunyai efek transfer yang lebih baik daripada hasil belajar lainnya. Konsep-konsep dan prinsip yang dijadikan memiliki kognitif seseorang lebih mudah diterapkan pada situasi-situasi baru. *Ketiga*, secara menyeluruh belajar penemuan meningkatkan penalaran siswa dan kemampuan untuk berpikir secara bebas. Penemuan melatih keterampilan-keterampilan kognitif siswa untuk menemukan dan memecahkan masalah.

Teori Bruner tentang cara seorang memperoleh dan memproses informasi baru sejajar dengan apa yang dikemukakan Piaget. Anak tumbuh melalui tahapan-tahapan yang berbeda berdasarkan penampilan mentalnya. Terdapat tiga tahap penampilan mental yaitu: tahap penampilan mental enaktif, tahap ikonik, dan tahap simbolik. Tahap penampilan enaktif sejajar dengan tahap sensori motor pada Piaget, mengembangkan keterampilan motorik dan kesadaran dirinya dengan lingkungannya. Tahap ikonik, penampilan mental anak sangat dipengaruhi oleh persepsinya yang memungkinkan melihat dirinya sendiri dengan suatu pola yang tetap, sehingga cara menanggapi sesuatu secara obyektif sama dapat sangat berlainan (Collete & Chiappetta, 1994).

Strategi ESSl mempunyai titik inti pada model inkuiri sehingga orientasi pembelajaran berbasis penemuan sesuai dengan teori Bruner. Proses penyelidikan dan penemuan sebagai ciri aktivitas belajar ilmiah

melalui sumber belajar dan isu lingkungan strategis. Penemuan siswa yaitu melalui proses enaktif, ikonik, dan simbolik dapat berusaha sendiri dalam mencari jawaban secara mandiri dan pembelajaran lebih maksimal dan bermakna (Dahar, 2011).

B. Teori Kognitif Humanistik

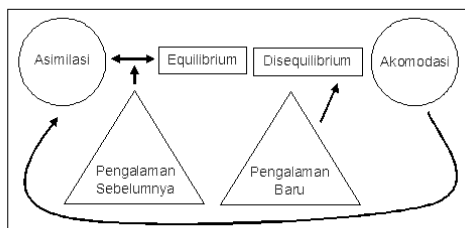
Teoris kognitif-humanistik berorientasi terhadap perkembangan kognitif serta hubungannya dengan manusia lain. Perkembangan intelektual menurut Piaget terdiri dari tiga komponen yaitu: struktur, isi, dan fungsi. Struktur merupakan skemata yang terbentuk untuk lebih memudahkan individu dalam menghadapi tuntutan-tuntutan yang makin meningkat dari lingkungannya. Hubungannya dengan struktur yaitu operasi suatu tindakan-tindakan mental yang terinternalisasi, *reversible*, tidak dapat berdiri sendiri, dan terintegrasi dengan operasi lain. Skema adalah hasil kesimpulan atau bentukan mental, konstruksi hipotesis, seperti intelek, keterampilan berpikir kreatif, kemampuan, dan naluri (Zimmerman, 1982).

Isi merupakan pola perilaku anak yang khas tercermin pada respons yang diberikan terhadap berbagai masalah. Fungsi ditujukan untuk mengembangkan intelektual siswa melalui perkembangan yaitu organisasi dan adaptasi. Organisasi untuk kemampuan mensistematisasikan ide-ide, sedangkan adaptasi dilakukan melalui dua proses yaitu asimilasi dan akomodasi.

Asimilasi kemampuan siswa untuk menggunakan kemampuan yang sudah ada untuk menghadapi masalah yang dihadapi dalam lingkungan. Asimilasi adalah proses kognitif dengan mengintegrasikan persepsi, konsep, atau pengalaman baru ke dalam skema atau pola yang sudah ada dalam pikiran. Akomodasi memerlukan struktur mental dalam mengadakan respons terhadap tantangan di lingkungan.

Perkembangan kognitif berdasarkan empat tahapan yaitu: fase sensori-motorik dimulai sejak umur 0-2 tahun. Perkembangan kemampuan anak tampak dari kegiatan motorik dan persepsi yang sederhana. Ciri pokok perkembangan berdasarkan tindakan, dan dilakukan langkah demi langkah (Zimmerman, 1982).

Fase pra-operasional antara usia 2-8 tahun. Ciri pokok perkembangan adalah penggunaan symbol atau bahasa tanda, dan mulai berkembangnya konsep-konsep intuitif. Fase operasional konkret dapat menalar secara logis mengenai kejadian konkret dan menggolongkan benda kedalam kelompok yang berbeda-beda. Fase operasional formal dengan penalaran yang lebih abstrak, idealis, dan logis. Tahapan perkembangan kognitif piaget menjelaskan bagaimana anak beradaptasi dan menginterpretasikan objek dan kejadian-kejadian disekitarnya. Hubungan proses asimilasi dan akomodasi pada teori piaget disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses asimilasi dan akomodasi

Berdasarkan Gambar 1 adaptasi sebagai bentuk keseimbangan antara asimilasi dan akomodasi, jika tidak terpenuhi maka akan terjadi ketidakseimbangan (*disequilibrium*), namun bila terjadi keseimbangan menunjukkan siswa mengalami perkembangan intelektual dari yang sebelumnya (M. A. Peters & Jandrić, 2017). Implikasi Strategi ESsI pada proses asimilasi dan akomodasi untuk perkembangan kognitif diperlukan keseimbangan antara asimilasi dengan akomodasi. Proses *equilibrium*

dalam pengaturan diri secara mekanis untuk mengatur keseimbangan proses asimilasi dan akomodasi.

C. Teori Belajar Kognitif- Sosial

Teorinya belajar Gagne menjelaskan tingkah laku atau psikologi stimulus respon yang disebut kemampuan yang dimiliki karena belajar (kapabilitas). Teori Gagne memiliki 5 kapabilitas, yaitu: informasi verbal, intelektual, strategi kognitif, sikap, dan keterampilan motorik. Kapabilitas intelektual terbagi menjadi delapan tipe belajar yaitu, belajar isyarat, belajar stimulus respon, belajar rangkaian gerak, belajar rangkaian verbal, belajar membedakan, belajar pembentukan konsep, belajar pembentukan aturan, dan belajar pemecahan masalah (Gagne, 1988).

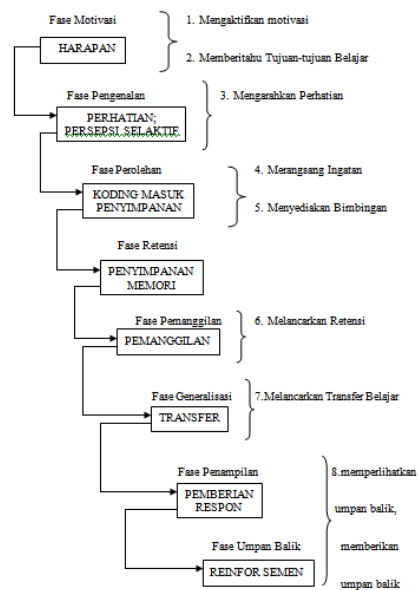
Lima kemampuan yang dikatakan sebagai hasil belajar adalah keterampilan intelektual memungkinkan seseorang berinteraksi dengan lingkungannya melalui penggunaan simbol-simbol atau gagasan. Keterampilan intelektual dalam proses diskriminasi untuk mengadakan respons yang berbeda terhadap stimulus yang berbeda dalam satu atau lebih dimensi fisik. Diskriminasi merupakan keterampilan intelektual paling dasar sebagai landasan dalam menyajikan masalah yang membingungkan dan berbeda melalui konfrontasi masalah. Kapabilitas keterampilan intelektual merupakan kemampuan untuk dapat membedakan, menguasai konsep, aturan, dan memecahkan masalah dalam suatu tindakan belajar (Dahar, 1991).

Fase-fase kejadian-kejadian eksternal yang dapat distruktur oleh siswa terdiri dari: fase motivasi dengan harapan bahwa belajar akan memperoleh hadiah. Fase pengenalan memberi perhatian pada bagian-bagian yang esensial dari suatu kajian instruksional. Fase perolehan informasi yang relevan untuk menerima pelajaran. Fase retensi yang diperoleh harus dipindahkan dari memori jangka pendek ke memori

jangka panjang melalui pengulangan kembali, praktek, elaborasi atau yang lain.

Fase pemanggilan memperoleh hubungan dengan apa yang telah dipelajari untuk memanggil informasi yang telah dipelajari sebelumnya. Fase generalisasi atau transfer informasi pada situasi-situasi baru merupakan fase kritis dalam belajar. Transfer dapat ditolong dengan meminta para siswa untuk menggunakan informasi dalam keadaan baru. Fase penampilan memperhatikan bahwa belajar sesuatu penampilan yang tampak; Fase umpan balik tentang penampilan yang menunjukkan apakah telah atau belum mengerti tentang apa yang diajarkan.

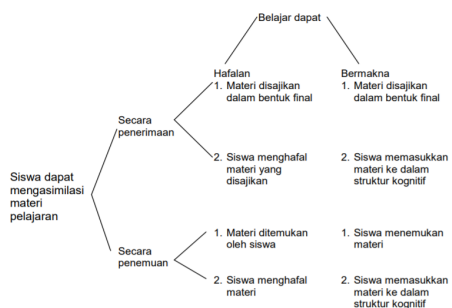
Fase-fase belajar menurut Gagne dapat dihubungkan dalam kejadian belajar yang disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan fase-fase belajar dan kejadian instruksi menurut Gagne

Berdasarkan Gambar 2 implikasi Strategi ESsl terdapat konflik kognitif bahwa kesadaran individu tentang adanya ketidaksesuaian antara struktur kognitif mereka dengan informasi yang dihadapi mengalami pertentangan, sehingga ide kreatif harus dimunculkan agar masalah dapat teratasi.

Belajar diklasifikasikan ke dalam dimensi yang berhubungan dengan cara informasi atau materi pelajaran disajikan pada siswa, melalui penerimaan atau penemuan. Dimensi kedua selanjutnya cara bagaimana siswa dapat mengkaitkan informasi pada struktur kognitif yang telah ada. *"We can make a distinction between reception and discovery learning and another between rote and meaningful learning"*. Struktur kognitif ialah fakta, konsep, dan generalisasi yang telah dimiliki oleh siswa. Konsep belajar berhubungan dengan bagaimana peserta didik memperoleh pengetahuan baru (penerimaan atau penemuan) dan mengaitkan pengetahuan yang diperoleh pada stuktur kognitif yang telah dimiliki (hafalan atau bermakna). Belajar melalui penerimaan maupun penemuan pengetahuan baru, keduanya dapat menjadi belajar hafalan atau bermakna, tergantung perlakuanya lebih lanjut. Pengetahuan baru diperoleh peserta didik dalam belajar, jika tidak dikaitkan dengan struktur kognitifnya, maka yang terjadi adalah belajar hafalan. Stuktur kognitif yang terjadi adalah belajar bermakna disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Bentuk bentuk belajar

Implikasi Strategi ESsl yang dikembangkan sangat bermakna pada orientasi aktivitas yang berhubungan langsung dengan kehidupan bermasyarakat siswa. Kehidupan yang biasa dilakukan oleh siswa sebagai sumber belajar utama dalam mempelajari konsep. Kebermaknaan belajar yang berhubungan langsung dengan siswa akan semakin berkesan, menjadi pusat perhatian serta ketertarikan siswa dalam menggali potensi berpikir ilmiah melalui ide kreatif.

III. STRATEGI ESsl

A. Pengembangan Strategi ESsl

Pengembangan Strategi ESsl dilatarbelakangi oleh model pembelajaran *Inquiry Lesson*, model pembelajaran *inquiry* merupakan pembelajaran sesuai pendekatan saintifik karena dapat mendorong siswa menemukan konsep melalui penemuan. Aktivitas penemuan melalui proses ilmiah untuk menyelesaikan masalah (Susilowati et al., 2018; Wenning & Khan, 2011; Zimmerman, 1982), menarik kesimpulan, dan menghasilkan prediksi yang membuat siswa secara aktif terlibat dalam pembelajaran melalui kegiatan yang berpusat pada siswa (Kertiasih, 2018; A. Khoiri et al., 2019; Wenning & Khan, 2011).

Strategi ESsl dikonstruksi berdasarkan model *Inquiry Lesson*, pendekatan etnosains dan strategi *Socioscientific Issues* (SSI). Yang dijelaskan untuk masing-masing variabel sebagai berikut:

1. Model Inquiry Lesson sebagai Dasar Pengembangan Sintak Strategi ESsl

Levels of inquiry diawali dari tingkat dasar sampai dengan tingkat paling tinggi terdiri dari: *discovery learning*, *interactive demonstrations*, *inquiry lessons*, *inquiry labs* (*guided*, *bounded*, *and free*), *real-world applications* and *hypothetical inquiry* (*pure and applied*) (Susilowati et al., 2018; Wenning, 2011b) yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. *Level of inquiry*

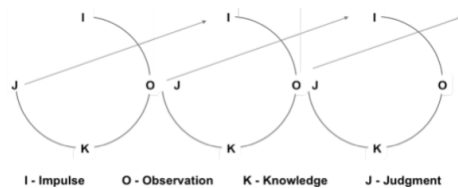
Level Inquiry	Tujuan Pedagogis Utama
<i>Discovery Learning</i>	Siswa mengembangkan konsep pada dasar pengalaman tangan pertama (fokus pada keterlibatan aktif untuk membangun pengetahuan).

<i>Interactive Demonstrations</i>	Siswa terlibat dalam penjelasan dan pembuatan prediksi yang memungkinkan guru untuk memperoleh, mengidentifikasi, menghadapi, dan menyelesaikan konsepsi alternatif (menangani pengetahuan sebelumnya).
<i>Inquiry Lessons</i>	Siswa mengidentifikasi prinsip-prinsip ilmiah dan atau hubungan (koperasi pekerjaan yang digunakan untuk membangun lebih detail pengetahuan).
<i>Inquiry labs</i>	Siswa membuat hukum empiris berdasarkan pengukuran variabel (kerja kolaboratif yang digunakan untuk membangun pengetahuan yang lebih rinci).
<i>Real-world Applications</i>	Siswa memecahkan masalah yang berkaitan dengan situasi otentik saat bekerja secara individu atau dalam koperasi dan kelompok kolaboratif menggunakan pendekatan berbasis proyek & bermasalah.
<i>Hypothetical inquiry</i>	Siswa menghasilkan penjelasan untuk fenomena yang diamati (pengalaman bentuk sains yang lebih realistis).

Model pembelajaran *inquiry lesson* merupakan model pembelajaran yang berorientasi pada proses penyelidikan untuk menemukan konsep yang diarahkan pada kegiatan percobaan ilmiah dengan bimbingan langsung dari guru membantu siswa untuk merumuskan dan mengidentifikasi melalui pendekatan eksperimental secara mandiri (Suciati, 2017; Susilowati et al., 2018; Wenning, 2011b). Sintak model *inquiry lesson* adalah; 1) *Observation*; 2) *Manipulation*; 3) *Generalization*; 4) *Verification*; dan 5) *Application*.

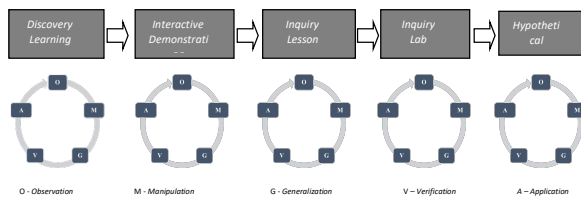
Tingkat model pembelajaran sains berdasarkan pengalaman dan praktik penyelidikan diarahkan menuju peningkatan literasi ilmiah (Howell & Saye, 2018; Jerrim et al., 2019; Lent & Brown, 2019; Teig et al., 2018). Teori pembelajaran terkait dengan hasil yang diinginkan (Parmin et al., 2015; Silaban & Utari, 2015). Cara terbaik untuk membuat siswa menjadi lebih ilmiah adalah melalui proses pengalaman belajar, meminta siswa belajar sains dengan meniru karya ilmuwan (Howieson et al., 2019; M. A. Peters & Jandrić, 2017) dan meningkatkan keterampilan proses sains siswa

(Sarwi et al., 2019). Siswa akan selesai melakukan siklus pembelajaran lainnya yang dipicu oleh dorongan baru (Smith E dan Stephen, 2017; Thorburn, 2018; Wallach et al., 2016), dengan menyelesaikan serangkaian siklus, siswa membangun pengetahuan berdasarkan pengalaman disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. *John Dewey's model of experiential learning*

Berdasarkan Gambar 4 menunjukan keterampilan proses ilmiah dan intelektual dinyatakan dalam siklus inkuiri dengan level yang berbeda dan memiliki sintak sama yang disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. *Level of inquiry (LOI) model of science learning*

Berdasarkan Gambar 5 model pembelajaran LOI menyajikan kerangka hirarkis eksplisit untuk kegiatan mengajar dan belajar berorientasi inkuiri (Wenning, 2005, 2011a; Wenning & Khan, 2011). LOI merupakan sebuah pembelajaran inkuiri yang akan melatih kemampuan siswa secara bertahap, bergerak dari berpikir tingkat dasar menuju berpikir tingkat tinggi dengan pusat pembelajaran secara bertahap bergeser dari guru kepada siswa (V. U. Peters, 2017; Setyaningsih et al., 2019; Uiterwijk-Luijk et al., 2019). Keenam tingkatan LOI dibedakan

berdasarkan kecerdasan intelektual dan kontrol kelas yang disajikan pada Gambar 6.

<i>Discovery learning</i>	<i>Interactive demonstration</i>	<i>Inquiry lesson</i>	<i>Inquiry lab</i>	<i>Real world application</i>	<i>Hypothetical inquiry</i>
Rendah		← Kemampuan intelektual →		Tinggi	
Guru		← Pemegang kontrol →		Siswa	

Gambar 6. Hierarki pembelajaran sains berorientasi *inquiry*

Berdasarkan Gambar 6 menunjukan model pembelajaran berpotensi untuk memberdayakan keterampilan berpikir kreatif yang diuraikan melalui sintak pembelajarannya *inquiry lesson* disajikan pada Tabel.2.

Tabel 2. Sintak model pembelajaran *inquiry lesson*

Sintak	Kegiatan siswa	Kegiatan Guru
Observation	- Mengamatai fenomena yang memunculkan minat dan respon - Mengidentifikasi masalah - Merumuskan masalah dan dibuktikan dengan proses penyelidikan	Mengfasilitasi siswa dalam mengorientasikan masalah
Manipulation	- Mengemukakan ide-ide untuk membuat rancangan dan melakukan penyelidikan	Membimbing siswa dalam merancang penyelidikan
Generalitation	- Membangun pengetahuan baru berdasarkan penyelidikan - Memberikan penjelasan secara logis	Membimbing siswa dalam membangun pengetahuan baru
Verification	- Menarik kesimpulan berdasarkan penyelidikan	Membimbing siswa dalam menarik kesimpulan
Application	- Menerapkan konsep yang diperoleh pada situasi lain dalam kehidupan nyata	Memfasilitasi siswa dalam menerapkan konsep

Berdasarkan Tabel 2 sintak dalam *level inquiry* mempunyai sintak yang sama, namun tingkatan yang berbeda dalam setiap levelnya yang ditentukan berdasarkan kecerdasan intelektual siswa dan pihak pengontrol. Model *inquiry lesson* ditentukan berdasarkan karakteristik pendukung pembelajaran pada kondisi siswa, materi yang diajarkan serta sistem pendukung pembelajaran. Penjelasan masing-masing sintak model *inquiry lesson* yang dikembangkan sebagai berikut:

a. Observation

Model inkuiri untuk mengajarkan siswa melalui proses menyelidiki dan menjelaskan fenomena yang tidak biasa (Joyce et al., 2011). Konfrontasi merupakan situasi yang membingungkan dan tidak biasa dialami oleh siswa. Orientasi masalah dengan fenomena yang menarik dan tidak biasa untuk menumbuhkan minat dan respon siswa dalam belajar. Hal yang baru menjelaskan prosedur penyelidikan secara jelas untuk dapat menemukan masalah. Situasi yang membuat siswa penasaran dan menjelaskan prosedur-prosedur penelitian dengan tujuan untuk memberikan pengalaman dalam mengonstruksi pengetahuan baru (Anwar et al., 2012; Frey, 2018; Şener et al., 2015).

Kemampuan untuk memunculkan banyak ide, cara, saran, pertanyaan, gagasan, ataupun alternatif jawaban dari permasalahan dengan lancar, kegiatan berpikir siswa dengan aspek kelancaran (*Fluency*) dan aspek kesesuaian (*flexibility*) (Piirto, 2011). Kemampuan siswa yang bervariasi dari sudut pandang yang berbeda-beda, pemikiran pada saat masalah disajikan, suatu yang membingungkan siswa akan dapat menyelesaikannya dengan caranya masing-masing, sehingga aspek *fluency* dan *flexibility* dipandang sebagai keterampilan yang sangat penting untuk memecahkan masalah dan memunculkan ide-ide baru pada fase konfrontasi dengan masalah yang tidak biasa.

b. Manipulation

Proses mengumpulkan informasi yang dialami dengan mengumpulkan data untuk memecahkan masalah dan memunculkan ide-

ide baru (Ibrahim & Irawan, 2015; Sugiyanto et al., 2018). Kegiatan fase kedua menunjukkan kegiatan menganalisis memerlukan ide-ide baru dan gagasan yang berbeda menyesuaikan dengan tingkat masalah yang dihadapi siswa sehingga dibutuhkan *fluency* kelancaran ide dan gagasan berbeda, *flexibility* siswa menyesuaikan permasalahan dengan pendekatan berbeda-beda, *elaboration* mengverifikasi data dengan memilih solusi yang tepat serta *redefiniton* kembali proses verifikasi.

c. Generalitation

Memperkenalkan elemen-elemen baru ke dalam situasi permasalahan untuk mengetahui kemungkinan terjadi hal lain ketika data penelitian diujicoba dengan cara yang berbeda. Eksplorasi, mengubah sesuatu untuk melihat yang akan terjadi tidak semestinya dibimbing oleh sebuah teori dan hipotesis. Pengujian langsung muncul ketika siswa mengujicoba teori dan hipotesis, proses konversi hipotesis ke dalam ujicoba tidak mudah dan membutuhkan banyak praktek. Pentingnya pertanyaan verifikasi dan eksperimentasi, selanjutnya melakukan asumsi pada penyelidikan yang telah dilakukan untuk menguji hipotesis, diterima atau ditolaknya hipotesis penyelidikan sebagai hasil dari kegiatan yang dilakukan. Kemampuan mengeluarkan ungkapan, gagasan, atau ide untuk menyelesaikan masalah atau membuat kombinasi bagian-bagian atau unsur secara tidak lazim, unik, baru yang tidak terpikir oleh orang lain, menghasilkan ide-ide baru dengan menggabungkan, mengubah atau menambah ide yang ada bagian dari berpikir kreatif.

d. Verification

Guru meminta siswa mengolah data dan merumuskan suatu penjelasan untuk memperkaya, mengembangkan, menambah, menguraikan, atau merinci detail-detail dari objek, gagasan, ide pokok atau situasi sehingga lebih menarik. Keterampilan berpikir kreatif dapat melatih siswa untuk mengembangkan banyak ide dan argumen, mengajukan pertanyaan, mengakui kebenaran argumen, bahkan

membuat siswa mampu bersifat terbuka dan responsif terhadap perspektif yang berbeda-beda (Hadzigeorgiou et al., 2012).

e. Application

Tahap kelima siswa diminta untuk mengaplikasikan hasil penelitian (Joyce et al., 2011). Keterampilan berpikir kreatif merupakan cara berpikir yang original dan reflektif dan menghasilkan suatu produk yang kompleks, mensintesis gagasan, menghasilkan gagasan baru, dan menentukan keefektifan gagasan yang ada. *Inquiry* memberikan dampak instruksional dan dampak pengiring berupa semangat berpikir kreatif pada siswa dan dapat menghasilkan definisi baru (Cremin et al., 2015).

2. Kelebihan dan Kelemahan Model Pembelajaran *Inquiry Lesson*

Munculnya Strategi ESSl dilatarbelakangi dari kelebihan dan kelemahan model *Inquiry Lesson* sebagai dasar dalam merekonstruksi sintak pembelajaran. Kelebihan dan kelemahan dianalisis berdasarkan kajian teori dan hasil penelitian sebelumnya.

a. Kelebihan Model *Inquiry Lesson*

Pembelajaran inkuiri yang akan melatih kemampuan siswa secara bertahap, bergerak dari berpikir tingkat dasar menuju berpikir tingkat tinggi, pusat pembelajaran secara bertahap bergeser dari guru kepada siswa (V. U. Peters, 2017; Setyaningsih et al., 2019; Uiterwijk-Luijk et al., 2019). Kelebihan model *Inquiry Lesson* bahwa dapat membentuk dan mengembangkan “*self-concept*” pada diri siswa, sehingga dapat mengerti tentang konsep dasar dan ide-ide lebih baik, namun harus berhati-hati dalam kemandirian belajar siswa. Ingatan dan transfer pada situasi proses belajar yang baru dengan penekanan khusus dalam memahami konsep menggunakan kemampuan berpikir sistematis, logis, analisis, dan kreatif

melalui proses mental siswa (Putra et al., 2016; Suciati et al., 2015; Susilowati et al., 2018; Yang et al., 2016).

Kemampuan dan keterampilan berpikir sesuai dengan rancangan pembelajaran sains abad 21 berpendekatan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*) untuk mengatasi masalah global dan mampu memahami sains melalui proses penemuan (McFarlane, 2013; Suciati, 2017). Pembelajaran sains masih bertumpu pada bagaimana memahami konsep, dan belum menjadi sarana untuk memberdayakan keterampilan berpikir kreatif siswa (A. Khoiri, Sunarno, Sajidan, & Sukarmin, 2019; A. Khoiri & Sunarno, 2019; Sumarta, 2017).

Pembelajaran sains berbasis proses penemuan sebagai tuntutan abad 21 (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2016; The Partnership for 21st Century Skills, 2015). Inquiry dapat menumbuhkan keterampilan berpikir kreatif sebagai kemampuan untuk menghasilkan ide-ide baru dan sesuai (Anwar et al., 2012; Diki, 2014; Tendrita et al., 2016), sehingga tujuan pendidikan sains tercapai untuk beradaptasi dengan kondisi yang berbeda, berpikir fleksibel, menjadi kreatif, berpikir kritis, menghormati masyarakat dan toleran terhadap ide-ide (Ogawa, 1986; Okwara & Upu, 2017). *Inquiry Lesson* dapat melayani kebutuhan siswa yang memiliki kemampuan diatas rata-rata yang memiliki kemampuan belajar bagus tidak akan terhambat oleh siswa yang lemah dalam belajar melalui *level of inquiry*.

b. Kelemahan Model *Inquiry Lesson*

Kelemahan adanya kesiapan mental pada siswa menggunakan model *inquiry lesson* menjadi modal utama. Level inquiry ditentukan oleh aktivitas guru dan siswa dalam melibatkan kecerdasan intelektual dan pihak pengontrol. Aktivitas guru lebih aktif artinya siswa belum siap, padahal *inquiry* menuntut untuk menemukan konsep sendiri melalui keterampilan berpikir kreatif bagian penting dari keterampilan dalam pembelajaran (A. Khoiri et al., 2019; A. Khoiri & Sunarno, 2019; Türkmen, 2015). *Inquiry* menuntut aktivitas kognitif dalam menemukan

solusi menyelesaikan masalah (Malik et al., 2019), serta menemukan ide menyelesaikan masalah tersebut (Silaban & Utari, 2015; Sumarta, 2017; Supriyadi et al., 2016).

Sulitnya mengontrol kegiatan dan keberhasilan siswa selama kriteria keberhasilan belajar ditentukan oleh kemampuan siswa menguasai materi pelajaran, maka model *inquiry* sulit diimplementasikan, suitnya merencanakan pembelajaran karena terbentur dengan kebiasaan siswa belajar, dan menyesuaikan dengan waktu yang telah ditentukan.

Sintak *Inquiry Lesson* mempunyai kesaamaan dengan *level of inquiry* berbeda, padahal setiap level inquiry mempunyai tuntutan keterampilan berpikir yang lebih tinggi. Semakin tinggi tingkatan inkuiri yang diterapkan dalam pembelajaran, maka kecerdasan intelektual yang dilatihkan pun semakin tinggi (Suciati et al., 2015; Suciati, 2017; Wenning, 2011a). Kontrol kelas dalam pembelajaran semakin tinggi tingkatan inkuiri yang diterapkan, maka siswa semakin leluasa dalam menentukan aktivitas kegiatan pembelajaran. Strategi ESsl dikonstruksi pada sintak *Inquiry Lesson* berdasarkan kelebihan dan kelemahannya. Model pembelajaran yang membutuhkan kesiapan mental, proses penyesuaian, dan waktu yang panjang dalam mengimplementasikannya, sehingga dibutuhkan pengembangan terhadap model *Inquiry Lesson*.

3. Etnosains sebagai Penciptaan Lingkungan Belajar Bermakna Strategi ESsl

Etnosains atau *ethnoscience* berasal dari dua kata yaitu "*ethnos*" artinya bangsa (yunani) dan kata "*Scienentia*" artinya pengetahuan (latin) (Aikenhead, 2010; Sudarmin, 2014).

Pendekatan etnosains merupakan strategi penciptaan lingkungan belajar dan perancangan pengalaman belajar yang mengintegrasikan budaya

sebagai bagian dari proses Pembelajaran IPA (Arlianovita et al., 2015; Fitriani, 2016; Parmin et al., 2015; Sudarmin et al., 2014). Budaya sebagai hasil cipta rasa dan karsa manusia yang berkembang sebagai pengetahuan asli (*indigenous science*) yang ditransformasikan menjadi sains ilmiah (Parmin & Fibriana, 2019; Sudarmin et al., 2014). Etnosains sebagai pengetahuan asli, yaitu pengetahuan ekologi tradisional pengetahuan tradisional, dan sains asli (*Indigeneous Science*), budaya local, kearifan lokal (Sumarni et al., 2016).

Penciptaan lingkungan terintegrasi kehidupan tradisi, budaya siswa sangat berpotensi dalam mengatasi kelemahan *inquiry* dalam membiasakan proses mental siswa dalam kemampuan berpikirnya. Proses penyesuaian yang lama dapat diatasi dengan pendekatan etnosains (Arlianovita et al., 2015; A Khoiri & Sunarno, 2018; Nurdin & Ng, 2013). Etnosains mengkaji sistem pengetahuan dari budaya sekitar dengan pembelajaran menggunakan konsep budaya sebagai sumber belajar dapat meningkatkan kemampuan pengetahuan sains (Parmin & Fibriana, 2019; Sudarmin, 2014).

Pendidikan formal dan proses akulturasi serta tradisi budaya yang melekat di masyarakat seakan masih terpisah, karena pengetahuan asli atau budaya bersifat pengalaman dan belum dapat dibuktikan secara ilmiah pola hubungan fakta kongkrit dengan penyebabnya (Nuangchalem, 2015; Parmin et al., 2017, 2019). Budaya sebagai bentuk cara hidup yang berkembang dan dimiliki bersama oleh sebuah kelompok orang dan diwariskan dari generasi ke generasi (Supriyadi et al., 2016). Akibatnya kurangnya penghargaan terhadap budaya yang dimiliki daerahnya sendiri. Pentingnya pendekatan etnosains dalam implementasi pendidikan bertujuan untuk mempertahankan budaya masyarakat agar tidak hilang, relevan dengan tujuan IPA yang diorientasikan pada penguasaan pengetahuan, keterampilan, nilai, dan sikap agar siswa mampu berpartisipasi dalam lingkungan (Murniawaty, 2019; Patriadi et al., 2015; Prasetyo, 2013).

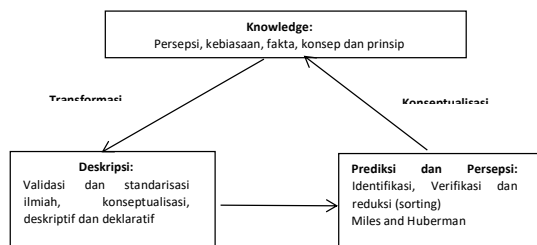
Pendekatan etnosains merupakan konsepsional kegiatan pembelajaran harus dekat dengan lingkungan yang memanfaatkan secara optimal potensi lingkungan khususnya budaya lokal (Fitria & Wisudawati, 2018; Fitriani, 2016; Graffigna et al., 2011). Guru tidak hanya menyampaikan secara teori, namun juga mentransferkan nilai-nilai yang diambil dari kegiatan pembelajaran melalui profil keterampilan sains abad 21 (Parmin et al., 2015, 2017; Parmin & Fibriana, 2019) dan pembelajaran lebih bermakna (Sudarmin & Sumarni, 2018). Penguasaan pengetahuan, keterampilan, nilai, dan sikap agar siswa mampu berpartisipasi dalam lingkungan (K. H. Becker & Park, 2011; Bissinger & Bogner, 2018; Derman & Gurbuz, 2018). Budaya lokal masyarakat dapat membantu guru mengaitkan materi yang diajarkan dengan situasi dunia nyata siswa (Lumantarna et al., 2017; Patriadi et al., 2015; Purwanti, 2013).

4. Etnosains sebagai Sarana Kemampuan Berpikir Ilmiah

Kontribusi dalam menentukan keterampilan dapat dilihat dari beberapa temuan penelitian oleh (Sudarmin & Sumarni, 2018; Supriyadi et al., 2016) bahwa pembelajaran etnosains menghasilkan: 1) pengaruh positif berupa penghargaan budaya daerah akan muncul jika pembelajaran di sekolah selaras dengan pengetahuan budaya siswa sehari-hari yang disebut pembelajaran inkulturasi; 2) pembelajaran yang berpusat pada siswa akan berjalan efektif, karena proses asimilasi dan akomodasi belajar dari siswa.

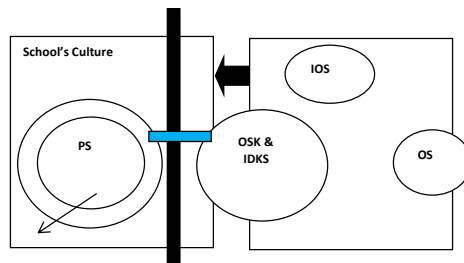
Produk yang dihasilkan berupa konsep utuh berupa model pembelajaran termodifikasi, bahan ajar fisika, desain pembelajaran, dan buku informasi budaya masyarakat kajian etnosains. Aspek yang dibutuhkan dalam pengembangan keterampilan sains membutuhkan pemahaman budaya didalam masyarakat Kabupaten Wonosobo (A. Khoiri, 2016; A. Khoiri et al., 2018; Khoiri & Haryanto, 2018; Sudarmin,

2014). Merekonstruksi sains asli ke dalam sains ilmiah menggunakan tiga konsep yang disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Rekonstruksi *indigenous science* ke sains ilmiah

Gambar 7 menunjukkan rekonstruksi untuk mengubah persepsi masyarakat terhadap pengetahuan asli yang terkesan sebagai pengetahuan mitos, tahayul, dan persepsi negataif sehingga menjadi pengetahuan yang dapat dipertanggungjawabkan (Daniel Tan & Kim, 2012; Sudarmin, 2014). Pengetahuan dapat berupa persepsi atau fakta yang akan ditransformasikan dengan cara mendeskripsi berdasarkan pengalaman dan diidentifikasi verifikasi serta reduksi data untuk menjadi konsep yang utuh. Terdapat batasan-batasan pemikiran siswa yang dijelaskan oleh (Fitria & Wisudawati, 2018) tentang usaha kelima kelompok siswa dalam pendekatan etnosains berbasis budaya masyarakat untuk melandasi keperluan model pembelajaran yang disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Proses usaha rekonstruksi sains asli

Keterangan:

- PS : *Potential Scientist Student* - kelompok Siswa dengan mudah melintasi budaya tanpa batas antara sains ilmiah dengan budaya keseharian siswa
- OSK : *Other Smart Kids* - kelompok siswa yang dapat memahami budaya dengan baik, namun masih mengakui sains sebagai budaya asing.
- IDKS : *I don't Know Student* - mengalami masalah serius namun berusaha mempelajarinya secara terus menerus, hasilnya hanya menghafal konsep bukan memahaminya.
- OS : *Outsider* - kelompok terasing yang tidak mampu melintasi budaya karena kekuatan budaya keseharian siswa.
- IOS : *Inside Outsider* - kelompok yang merasakan diskriminasi sehingga tidak mendapatkan pengetahuan sains yang bermakna bagi kehidupannya.

Berdasarkan gambar 8 menunjukkan bahwa setiap siswa mempunyai usaha rekonstruksi sains yang berbeda-beda, karena latar belakang siswa yang berbeda sangat mempengaruhi terhadap pengenalan dan lintas budaya dengan sains ilmiah. Kategori tertinggi dalam usaha rekonstruksi sains asli menjadi sains ilmiah adalah siswa yang usahanya sampai pada kategori *Potential Scientist Student* (PS). Siswa mudah mempelajari sains karena langsung berhubungan erat dengan kehidupannya. Siswa melintasi dan mempelajari yang tidak memerlukan penjelasan lanjutan karena siswa langsung dapat memahami budaya. Kategori terendah adalah *Inside Outsider* (IOS) siswa merasakan diskriminasi atau keterasingan terhadap budaya yang dipelajari dalam sains ilmiah, kategorisasi dianggap sulit untuk dikembangkan karena siswa tidak dapat keluar dari zonanya sendiri.

Pendekatan etnosains sangat berpotensi untuk dikaji secara terperinci melalui usaha rekonstruksi sains asli menjadi sains ilmiah yang efektif melalui kategorisasi usaha siswa. Kebermaknaan dan keterasingan budaya menjadi faktor penentu dalam menggali sumber etnosains yang berkembang dimasyarakat yang dijadikan sebagai sarana kemampuan berpikir ilmiah.

5. Potensi Etnosains sebagai Sumber Belajar Sains

Pembelajaran etnosains terbukti berpengaruh signifikan terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa. Pembelajaran etnosains diimplementasikan dalam bentuk strategi untuk menciptakan dan merancang pembelajaran yang mengintegrasikan budaya masyarakat, sehingga mampu menggali ide-ide kreatif siswa melalui aktivitas belajar lingkungan (Ahmad Khoiri et al., 2018; Sumarni et al., 2016). Hasil penelitian tentang penggunaan pendekatan etnosains bahwa keterampilan proses sains dan apresiasi siswa terhadap profesi pengrajin tempe dalam pembelajaran fisika berpendekatan etnosains (Atmojo, 2012). Adanya peningkatan hasil keterampilan proses sains dan apresiasi siswa dari beberapa tahapan uji coba, pendekatan etnosains pada pembuatan tempe dijadikan sumber belajar melalui budaya daerah yang dipelajari dengan skor rata rata keterampilan proses sains siswa ($60\% \leq KPS \leq 80\%$) berada pada kategori tinggi dan peningkatan apresiasi siswa sebelum dan sesudah pembelajaran terhadap profesi pengrajin tempe berada pada kriteria tinggi ($g \geq 0,70$). Profil keterampilan sains abad 21 siswa yang lebih beragam serta pendekatan etnosains yang lebih luas.

Adanya perbedaan hasil kemampuan memecahkan masalah fisika antara model penalaran kausal berbasis etnosains lebih tinggi dibandingkan dengan sains modern, alasannya budaya yang melekat dimasyarakat memberikan referensi sumber belajar fisika lebih real dalam memahami masalah yang dikaji melalui sains (Supriyadi et al., 2016).

Hasil selanjutnya karakteristik bahan ajar berpendekatan etnosains yang dikembangkan untuk meningkatkan literasi sains siswa melalui pengenalan budaya atau adat jogjakarta seperti ragam Batik Jogja, Wayang Kulit, dan Gunung Merapi dijadikan sumber belajar untuk mengubah sains asli menjadi kajian sains dengan memanfaatkan budaya daerah dalam meningkatkan kemampuan kognitif, afektif dan psikomotorik (Fitria & Wisudawati, 2018). Karakteristik pendidikan sains abad 21 yaitu cara mengeksplorasi masa yang akan terjadi atau tantangan

globalisasi yang harus diselesaikan melalui keterampilan tertentu dan meningkatkan literasi sains (Osborne, 2017).

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan konsep pembelajaran mengenai gejala alam yang memiliki hubungan dengan kehidupan manusia dan objek kajian luas, yang terdiri dari: kumpulan suatu konsep, prinsip, hukum, dan teori yang terbentuk melalui sikap ilmiah dan keterampilan proses penemuan (Silaban & Utari, 2015). Pendidikan dan pembelajaran konsep-konsep IPA dapat dilakukan dengan cara menunjukkan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari (Arlanovita et al., 2015). Aplikasi diharapkan berhubungan langsung dengan budaya sekitar, potensi daerah dijadikan sebagai sumber belajar, dikuatkan oleh (Khusniati et al., 2017; Pascual et al., 2017) menyarankan guru menyeimbangkan pembelajaran sains di sekolah dengan sains tradisional dalam bentuk lintas budaya, paling memungkinkan untuk mengaitkan dengan budaya dalam masyarakat adalah pendekatan etnosains.

Pembelajaran berpendekatan etnosains berdasarkan pengakuan terhadap budaya sebagai bagian yang fundamental (mendasar dan penting) sebagai ekspresi dan komunikasi suatu gagasan dan perkembangan pengetahuan (Arlanovita et al., 2015; Atmojo, 2012; Sudarmin et al., 2019). Penemuan konsep akan lebih mengena dan melekat dalam diri siswa yaitu memanfaatkan keadaan nyata dan kontekstual yang sejatinya merupakan budaya yang ada pada masyarakat sekaligus memperkenalkan dan menghargai potensi, tradisi, dan budaya masyarakat sendiri pada siswa.

Pembelajaran fisika berpendekatan etnosains diyakini dapat merubah pembelajaran dari *teacher centered learning* menjadi *student centered learning*, menciptakan pembelajaran kontekstual dan bermakna (Atmojo, 2012). Alasannya, semua konsep dan materi yang dipelajari bukan bersumber dari guru saja, namun didalam budaya masyarakat yang dijadikan sumber belajar siswa dapat mengeksplorasi segala bentuk kemampuan yang dimiliki.

Pembelajaran etnosains sangat relevan dengan landasan filosofi pengembangan kurikulum 2013 (Aji, 2017; Sudarmin et al., 2018). Kurikulum 2013 dikembangkan dengan menggunakan filosofi, yakni, 1) pendidikan berakar pada budaya bangsa untuk membangun kehidupan bangsa masa kini dan masa mendatang. 2) Siswa adalah pewaris budaya bangsa yang kreatif. 3) Pendidikan ditujukan untuk mengembangkan kecerdasan intelektual dan kecemerlangan akademik melalui pendidikan disiplin ilmu. 4) Pendidikan untuk membangun kehidupan masa kini dan masa depan yang lebih baik dari masa lalu dengan berbagai kemampuan abad 21.

Keterlibatan aktif belajar akan memunculkan nilai-nilai pengalaman hidup dan rasa empati terhadap lingkungan, guru tidak hanya menyampaikan secara teori, namun juga dapat mentransferkan nilai-nilai apa yang diambil dari kegiatan pembelajaran melalui pendidikan karakter (Lumantarna et al., 2017; Setiawan et al., 2017). Pembelajaran etnosains diimplementasikan dalam pembelajaran fisika dengan cara memasukkan budaya serta peran serta masyarakat dalam mendukung proses pembelajaran.

Pembelajaran etnosains membawa pengaruh terhadap pembelajaran yaitu; 1) pengaruh positif berupa penghargaan budaya daerah akan muncul jika pembelajaran di sekolah yang sedang dipelajari selaras dengan pengetahuan budaya siswa sehari-hari. Proses pembelajaran seperti ini disebut dengan pembelajaran inkulturasi; 2) pembelajaran yang berpusat pada siswa akan berjalan efektif, karena proses asimilasi dan akomodasi belajar dari siswa (Aji, 2017; Fitriani, 2016; Sudarmin et al., 2019; Supriyadi et al., 2016). Sumber etnosains yang dijadikan isu-isu sosial yang berkembang di masyarakat Kabupaten Wonosobo.

a. Tradisi Ruwatan Rambut Gimbal (dreadlocks)

Isu-isu sosial yang berkembang di Dataran Tinggi Dieng Kabupaten Wonosobo Propinsi Jawa Tengah yang tidak hanya menyimpan

keindahan, tetapi juga adanya misteri *bocah gimbal* yang setiap saat muncul, *Bocah Rambut Gimbal* konon merupakan titisan dari Kyai Kolodete dan Nini Roro Ronce. *Rambut Gimbal* muncul dengan tanda anak mengalami sakit panas, agar *Rambut Gimbal* bocah bisa dipotong, maka harus dilakukan *Ruwatan* dan mengikuti ritual pemotongan rambut. Pemotongan *Rambut Gimbal* anak dijamasi dengan memakai air yang diambil dari Sendang Sedayu terletak di pojok kompleks Dharmasala. Usai dari Dharmasala, anak digendong orang tuanya masuk ke Candi Arjuna. Komplek candi telah disiapkan tempat untuk prosesi pemotongan *Rambut Gimbal*. Prosesi yang dipimpin oleh tetua adat Dieng, Mbah Sumanto, sebelum dipotong rambutnya, anak-anak telah meminta sesuatu yang harus diwujudkan pada saat cukur rambut dan diinformasikan kepada khalayak mengenai permintaan masing-masing *bocah*.

Prosesi dimulai dengan lantunan tembang macapat *Dandanggula*, *Rambut Gimbal* anak dipotong. Awalnya yang memulai mencukur rambut adalah sesepuh adat yakni Mbah Sumanto. Rambut yang telah dipotong, dimasukkan ke dalam gentong. Rambut yang telah dipotong nantinya dilarung ke sungai yang mengalir sampai ke Samudra Hindia. Biasanya tempat yang digunakan untuk pelarungan adalah Telaga Warna. Prosesi *larung Rambut Gimbal* merupakan bagian paling akhir ritual pemotongan *Rambut Gimbal* yang disajikan pada Gambar 8.





Gambar 9. *Ruwatan* potong rambut anak *gimbal* (*dreadlocks*)
(Dokumentasi Pribadi dan DCF)

Berdasarkan Gambar 9 *Rambut Gimbal* tumbuh pada anak-anak usia satu hingga lima tahun. Pada awal muncul *Rambut Gimbal* pasti dengan tanda-tanda yaitu suhu badan anak panas tinggi, bahkan ada yang disertai dengan kejang-kejang. Konon, anak bisa sembuh dari panas setelah pertumbuhan *Rambut Gimbal* selesai. Penjelasan etnosains dan integrasinya dengan konsep fisika disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Identifikasi sains asli tradisi *ruwatan rambut gimbal (dreadlocks)* dan keterkaitan dengan konsep fisika

Fokus Isu	Sains asli masyarakat	Konten Fisika
Tradisi <i>Ruwatan Rambut Gimbal (dreadlocks)</i>	<i>Bocah Rambut Gimbal</i> konon merupakan titisan dari Kyai Kolodete dan Nini Roro Ronce	Tidak ada
	Diawali demam atau panas tinggi	Alat ukur suhu, termometer
	Agar <i>Rambut Gimbal</i> bocah bisa dipotong, maka harus dilakukan <i>Ruwatan</i> dan mengikuti ritual pemotongan rambut	Tidak ada
	Pemotongan <i>Rambut Gimbal</i> anak dijamasi dengan memakai air yang diambil dari Sendang Sedayu. Letaknya di pojok kompleks Dharmasala	Konsep suhu benda pada zat cair
	Prosesi yang dipimpin oleh tetua adat Dieng, Sebelum dipotong rambutnya, anak-anak tersebut telah meminta sesuatu yang harus diwujudkan pada saat cukur rambut.	Tidak ada
	Prosesi dimulai dengan lantunan tembang macapat <i>Dandanggula</i> , <i>Rambut Gimbal</i> anak dipotong.	Tidak ada

Rambut yang telah dipotong, dimasukkan ke dalam gentong. Rambut yang telah dipotong itu nantinya dilarung ke sungai yang mengalir sampai ke Samudra Hindia. Biasanya tempat yang digunakan untuk pelarungan adalah Telaga Warna	Perpindahan kalor secara konveksi
---	-----------------------------------

b. Rumah Tradisional Dataran Tinggi Dieng

Isu sosial tentang rumah tradisional Dataran Tinggi Dieng yang terletak di Desa Kejajar dan Patak Banteng, Dieng, Wonosobo disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Rumah tradisional Dieng (dokumentasi: pribadi)

Gambar 10 menunjukkan rumah adat di Pegunungan Tinggi Dieng nampak lebih rendah jika dibandingkan rumah pada umumnya, dengan ketinggian tidak lebih dari 2,5 meter terdapat makna yang tanpa tujuan. Rumah dengan atap yang rendah serta bahan atap menggunakan seng meskipun sebagian kecil terdapat atap rumah menggunakan genteng. Tujuan atap rumah rendah dalam kajian sains dapat mempertahankan panas lebih lama, mengingat kondisi lingkungan ekstrim yang dingin,

sehingga dengan rumah atap rendah akan lebih lama dalam menyimpan panas di ruangan rumah. Bahan atap seng menunjukkan konduktivitas termal bahan sangat berbeda setiap zatnya, seng dapat menyerap kalor lebih cepat jika dibandingkan bahan genteng atau yang lain. Proses penyerapan kalor terjadi perpindahan kalor diluar menuju kedalam ruangan secara radiasi. Keterkaitan etnosains dan konsep fisika pada rumah adat tradisional Dataran Tinggi Dieng disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Identifikasi sains asli rumah adat tradisional Dataran Tinggi Dieng dan keterkaitan dengan konsep fisika

Fokus Isu	Sains asli masyarakat	Konten Fisika
Rumah adat tradisional dataran tinggi Dieng	Kebanyakan rumah didataran tinggi dieng menggunakan atap seng	Perpindahan kalor
	Ketinggian rumah tidak lebih dari 2,5 meter artinya lebih rendah daripada rumah biasanya	Volume ruangan yang dipengaruhi oleh kalor
	Dinding rumah menggunakan kayu bukan tembok	Konduktivitas bahan suatu benda

c. Fenomena Embun Upas (ros)

Isu sosial lain yang berkembang di Masyarakat Wonosobo tepatnya di daerah Perkebunan Tambi, Kejajar, Wonosobo disajikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Fenomena *Embun Upas* atau *ros* (dokumentasi pribadi)

Gambar 11 menunjukkan kondisi meteorologis dan musim kemarau yang tengah berlangsung. Fenomena suhu dingin di malam hari dan *Embun Upas* di Dataran Tinggi Dieng, Wonosobo disebabkan oleh kondisi meteorologis dan pergantian musim kemarau yang tidak dapat diprediksi secara pasti. Kondisi puncak kemarau yang terjadi akan menyebabkan beberapa daerah Dataran Tinggi Dieng berpeluang mengalami kondisi udara yang kurang dari titik beku (0°C), karena molekul udara di daerah pegunungan lebih renggang daripada dataran rendah.

Beberapa tempat yang berada pada pegunungan dengan ketinggian tertentu (1500-3000 mdpl) akan berpeluang mengalami kondisi udara permukaan yang kurang dari titik beku 0°C . *Embun upas* yang diawali dari proses pengembunan berubah wujud menjadi padat dan selanjutnya akan mencair jika kondisi cuaca daerah tersebut naik keadaan suhunya, hal tersebut disebabkan karena molekul udara di daerah pegunungan lebih renggang dari pada dataran rendah sehingga sangat cepat mengalami pendinginan, terlebih pada saat cuaca cerah tidak tertutup awan atau hujan.

Uap air di udara pada malam hari akan mengalami kondensasi yang akan mengembun, menempel jatuh di tanah, daun, atau rumput. "Uap air di udara akan mengalami kondensasi pada malam hari dan kemudian mengembun untuk menempel jatuh di tanah, dedaunan atau rumput," Air embun yang menempel di pucuk tersebut akan segera membeku karena suhu udara yang sangat dingin. Kondisi tersebut relatif fluktuatif yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Identifikasi sains asli fenomena *Embun Upas (ros)* dan keterkaitan dengan konsep fisika

Fokus Isu	Sains asli masyarakat	Konten Fisika
Fenomena <i>Embun Upas (ros)</i>	Embun merupakan peristiwa kondensasi pada perubahan wujud benda	Perubahan wujud benda akibat kalor
	Kondisi ekstrim <i>Embun Upas</i> bagian dari anomaly cuaca	Titik beku zat cair
	Peristiwa <i>Embun Upas</i> merupakan Perubahan wujud dari gas menjadi padat dan cair	Konversi suhu benda

Efek *Embun Upas* meresahkan terutama bagi para petani di Dieng seperti petani kentang yang khawatir akan mengalami gagal panen karena merusak daun dan batang tumbuhan. Berdasarkan isu sosial *Embun Upas* dapat diintegrasikan dalam pembelajaran yang berorientasi pada penemuan memunculkan banyak jawaban alternatif dan cara penyelesaian masalah, masalah lingkungan sangat kompleks memberi kesempatan terhadap siswa untuk mencari solusi kreatif. Potensi lokal yang merupakan bagian pendekatan etnosains dalam pembelajaran dijadikan sumber belajar konkret untuk menganalisis lingkungan menjadikan siswa lebih aktif dan menghargai potensi daerahnya sendiri. Kearifan lokal bagian dari etnosains merupakan hasil warisan budaya dari leluhur serta mampu meningkatkan pemahaman konsep siswa dibantu dengan pendekatan etnosains telah terbukti mampu mengembangkan pengetahuan asli di suatu masyarakat yang dikaji melalui IPA formal sebagai kajian pembelajaran.

d. Pohon Endemic Carica (*Carica pubescens*)

Pohon Endemic Carica (*Carica pubescens*) merupakan isu sosial yang berada di Dataran Tinggi Dieng, biasanya sepanjang jalan ke Dieng terdapat Pohon Carica. Dieng merupakan kawasan dataran tinggi yang teletak dipulau jawa dengan ketinggian tanah mencapai 2400 mdpl. Penghasil buah yang hanya bisa tumbuh didaerah suhu rendah saja yaitu buah carica (*Carica Pubescens*). Tanaman carica termasuk tanaman endemik, karena tanaman yang hanya dapat tumbuh di ketinggian $\pm 1500 - 3000$ mdpl. Kajian Tanaman Carica yang hanya hidup di dataran tinggi Dieng, suatu kejadian yang unik dapat dipelajari disajikan pada Gambar 12.



Gambar 12. Tanaman endemic Carica (dokumentasi pribadi)

Gambar 12 menunjukkan sumber belajar yang dipelajari untuk menggali keterampilan berpikir kreatif siswa digali melalui analisis lingkungan sekitar di dataran tinggi Dieng dengan beberapa pertanyaan yang muncul tentang "Kenapa hanya di dataran tinggi pohon Dieng Carica bisa berbuah". Siswa dituntut untuk menelaah melalui kajian ketinggian dataran dengan konsep Teori Braak (*Braak Teory*). Temperatur udara diberbagai daerah tidak sama, karena dipengaruhi oleh beberapa faktor yang dijelaskan melalui Teori Braak. Ketinggian suatu tempat di permukaan bumi berpengaruh terhadap tinggi rendahnya suhu dan tekanan suatu daerah, semakin tinggi suatu daerah maka suhu udara

akan semakin rendah. Setiap ketinggian tanah naik 100m akan mengalami penurunan sebesar 0,61°C. Laju penurunan suhu udara terhadap ketinggian mengikuti dua konsep yaitu secara adiabatik kering dan adiabatik basah. Konsep adiabatik kering, udara dianggap kering tanpa uap air di mana setiap kenaikan ketinggian 100 m maka suhu udara akan turun 1°C. Setiap ketinggian turun 100 m suhu udara akan naik 1°C, secara matematis dapat dirumuskan berikut:

$$t_x : 26,3^{\circ}\text{C} - \frac{0,61^{\circ}\text{C}(h)}{100}$$

Keterangan:

t_x : suhu udara di ketinggian tempat (°C)

26,3°C : suhu udara dipermukaan air laut

H : Tinggi tempat (m)

Isu sosial yang berada di Dataran Tinggi Dieng dengan ketinggian sebesar 2400 mdpl. Pohon Carica (*Carica pubescens*) dapat tumbuh dan berbuah Carica, namun jika Pohon Carica ditanam di tempat yang berbeda akan berbuah pepaya saja pada umumnya. Fakta menunjukkan bahwa Pohon Carica tidak dapat tumbuh disembarang tempat, sehingga dapat disebut tumbuhan *endemic* dengan kriteria ketinggian $\pm 1500-3000$ mdpl.

Kajian Pohon Carica yang hanya hidup di dataran tinggi Dieng, peristiwa unik bisa dipelajari melalui Teori Braak. Hasil penelitian dengan menentukan tiga sampel desa di area Dataran Tinggi Dieng yang berdasarkan ketinggian wilayah. Desa Garung dengan ketinggian tempat sebesar 1019 mdpl (Zona 1) menghasilkan temperatur 22,3°C, Ketinggian Desa Kejajar sebesar 1379 mdpl (Zona 2) menghasilkan temperatur 20,1°C dan Ketinggian Desa Dieng (Zona 3) sebesar 2306 mdpl menghasilkan temperatur 14,0°C (Khoiri A & Sunarno W, 2019). Hasil kondisi suhu yang berbeda menunjukkan semakin tinggi daerah, maka semakin rendah suhu di sekitarnya, sehingga Pohon Carica hanya hidup

di wilayah Dieng, Wonosobo. Berdasarkan isu sosial lingkungan Pohon Carica bahwa suhu merupakan suatu ukuran seberapa panas atau dingin suatu sistem.

Etnosains sebagai bentuk strategi penciptaan dan perancangan lingkungan belajar yang mengintegrasikan budaya masyarakat melalui pohon *Endemic Carica* yang hanya hidup didataran tinggi dieng dikaji pada konsep teori Braak, Meski terbukti baik untuk diterapkan, namun pembelajaran berbasis etnosains masih sangat jarang dilakukan di Indonesia. Pengetahuan tentang seberapa besar pembelajaran etnosains mempengaruhi kemampuan berpikir kreatif, dan proses-proses pengimplemetasian etnosains dalam pembelajaran melalui identifikasi sains asli pohon *endemic Carica* disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Identifikasi sains asli Pohon *endemic Carica* (*Carica pubescens*) dan keterkaitan dengan konsep fisika

Fokus Isu	Sains asli masyarakat	Konten Fisika
Pohon endemic Carica (<i>Carica pubescens</i>)	Pohon endemic carica karena hanya bias tumbuh dengan ketinggian diatas $\pm 1500 - 3000$ mdpl	Tekanan udara dan suhu
	Carica akan berubah menjadi buab papaya biasa jika suhu spesifik tidak terpenuhi	
	Carica dimanfaatkan oleh masyarakat asli sebagai manisan carica sebagai makanan khas Wonosobo	

e. Pertanian Sistem Pranotomongso

Penyimpangan iklim merupakan salah satu masalah alam yang tidak bisa dihindari oleh manusia akibat ulahnya sendiri. Perubahan iklim yang sangat terasa di bumi berpengaruh pada alam dan aktivitas manusia. Penyimpangan suhu yang mencolok disebut pemanasan global berpengaruh kuat terhadap iklim di Indonesia. Berkurangnya curah hujan dan terjadinya kemarau panjang adalah dampak langsung yang bisa memicu masalah pada sektor pertanian. Terjadinya pemanasan global

berdampak pada musim kemarau berkepanjangan, mengakibatkan hujan sulit diprediksi oleh petani menggunakan penanggalan *Pranotomongso*.

Keadaan alam yang semakin tidak seimbang, iklim tidak lagi dapat di prediksi melalui tanda-tanda alam. Budaya adi luhung mulai ditinggalkan. Manusia lebih memilih pola hidup modern yang sebenarnya tidak bersahabat dengan alam menyebabkan semakin rusaknya lingkungan hidup. Modernitas selain dapat menyebabkan perubahan musim menyebabkan lenyapnya suatu kekayaan budaya yang sudah lama menghidupi serta menuntun petani Jawa dalam bercocok tanam disajikan pada Gambar 13.



Gambar 13. *Sistem pranotomongso* (dokumentasi pribadi)

Gambar 13 merupakan potret pertanian di Dataran Tinggi Dieng, Sirmanya *Pranotomongso* hilang di telan zaman akibat petani Dieng menggunakan sistem modern untuk mengolah perkebunannya. Petani tidak menyadari bahwa penggunaan pupuk kimia dan alat pertanian modern tidaklah ramah lingkungan yang berdampak pada kesuburan tanah dan kerusakan ekosistem. Aktivitas pertanian penggunaan alat-alat

berbahan bakar menghasilkan berbagai zat sisa buangan yang salah satunya berupa gas. Petani berpikir gas hilang begitu saja, dan atmosfer bisa menyerapnya secara tidak terbatas dan tidak menimbulkan dampak buruk bagi kehidupan. Gas-gas buangan dapat menyebabkan perubahan mendasar atmosfer dan kondisi kehidupan di bumi disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Identifikasi sains asli pertanian sistem *Pranotomongso* dan keterkaitan dengan konsep fisika

Fokus Isu	Sains asli masyarakat	Konten Fisika
Pertanian Sistem Pranotomongso	System penanaman sayuran para petani masih menggunakan system pranotomongso	Tekanan udara dan suhu
	Ada pantangan menanam sayuran pada musim tertentu	Factor suhu pada pertumbuhan tanaman
	Tanaman atau sayuran yang tidak menggunakan system pranotomongso adalah wortel	
	Penggunaan plastic mulsa dan UV secara berbeda yang dilakukan secara turun temurun	Perpindahan kalor secara radiasi

f. Kawah Sikidang (Sikidang Crateris)

Isu sosial lain yang berada di lokasi wisata Dieng tepatnya di Desa Dieng Kulon, Wonosobo terdapat *Kawah Sikidang (Sikidang Crateris)* disajikan pada Gambar 14.



Gambar 14. Kawah Sikidang (*Sikidang Crateris*) (dokumentasi pribadi)

Gambar 14 merupakan kajian etnosains Kawah Sikidang terdapat air mendidih secara alami yang mengandung belerang tinggi dan terbentuknya kawah berpindah pindah tempat. Sumber informasi yang startegis melalui isu isu lingkungan yang berkembang dimasyarakat. Siswa belajar lebih bermakna karena bersifat kontekstual sekaligus dapat membekali karakter siswa melalui pelestarian budaya (Torkar, 2014). Pentingnya strategi dalam model pembelajaran *inquiry* melalui sumber lingkungan yang tetap menjunjung tinggi karakter budaya masyarakat adalah pendekatan pembelajaran etnosains.

Kawah Sikidang dalam mempelajari titik didih air zat cair yang dapat dibedakan dengan air biasa. Isu sosial yang kontradiktif dapat menumbuhkan ide kreatif siswa. Pembelajaran etnosains terbukti dapat meningkatkan kreatif siswa melalui sumber belajar lingkungan (A. Khoiri et al., 2019; Ahmad Khoiri et al., 2018). Berdasarkan identifikasi kajian etnosains yang berkaitan topik fisika disajikan pada Tabel 8.