



STEM Education: **Inovasi dalam Pembelajaran Sains**

Anna Permanasari

Guru Besar Bidang Pendidikan Kimia UPI, Bandung, 40154

Pendahuluan

Penguasaan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) saat ini menjadi kunci penting dalam menghadapi tantangan di masa depan. Berbagai tantangan yang muncul antara lain berkaitan dengan peningkatan kualitas hidup, pemerataan pembangunan, dan kemampuan untuk mengembangkan sumber daya manusia. Untuk itu, pendidikan Sains/IPA sebagai bagian dari pendidikan berperan penting untuk menyiapkan peserta didik yang memiliki literasi sains, yaitu yang mampu berpikir kritis, kreatif, logis, dan berinisiatif dalam menanggapi isu di masyarakat yang diakibatkan oleh dampak perkembangan IPA dan teknologi^[1]. Pendidikan IPA (sains) diharapkan dapat menjadi wahana bagi peserta didik untuk mempelajari diri sendiri dan alam sekitar, serta prospek pengembangan lebih lanjut dalam menerapkannya di dalam kehidupan sehari-hari^[2].

Literasi sains seseorang sangat terkait dengan literasi teknologi dan matematika. Miller^[5] (1998) mengemukakan bahwa literasi sains dapat pula didefinisikan sebagai kemampuan membaca dan menulis tentang sains dan teknologi. Lebih lanjut, kemampuan seseorang dalam sains sangat dipengaruhi oleh cara berpikir sistematis, logis dan rasional, yang sangat potensial dilatihkan dalam matematik. Kedua kemampuan ini akan digunakan untuk melakukan analisis kritis terhadap suatu fenomena dalam sains, menggunakannya pula pada saat seseorang melakukan pemecahan masalah terkait konteks sains. Kemampuan berpikir logis dan rasional merupakan salahsatu aspek literasi matematik. Seorang yang literat terhadap matematika, biasanya akan memiliki kemampuan untuk memikirkan fenomena yang ditemukan dengan logis, sistematis, dan dilandasi dengan pemikiran-pemikiran kritis.

Uraian di atas menunjukkan arti penting seseorang memiliki literasi terhadap

sains, bahasa dan matematik. Oleh karena itu literasi sains, bahasa, dan matematika telah diakui secara internasional sebagai tolok ukur tinggi-rendahnya kualitas pendidikan Hal ini direspon oleh *The Program for International Student Assessment (PISA)*^[8] yang beranggotakan negara industry maju (the Organization for Economic Cooperation and Development, OECD). Organisasi ini memiliki pemahaman bahwa maju mundurnya suatu bangsa ditentukan oleh tiga hal tersebut, sehingga senantiasa melakukan penilaian terhadap ketiga literasi tersebut secara periodik setiap tiga tahun, utamanya terhadap siswa berusia 15 tahun (level SMP). Selain negara-negara industry maju, penilaian dilakukan pula di negara-negara yang mengajukan diri untuk dinilai, termasuk Indonesia.

Penerapan sains sangat banyak ditemukan dalam produk-produk teknologi. Bisa jadi sebaliknya, sains ditemukan dari munculnya produk-produk teknologi. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran sains dalam konteks teknologi dan rancang bangun sangat potensial meningkatkan literasi sains. Siswa dapat memaknai lebih dalam arti penting sains bagi perkembangan teknologi, dan sebaliknya. *STEM (Science, technology, engineering and mathematics) education* saat ini menjadi alternative pembelajaran sains yang dapat membangun generasi yang mampu menghadapi abad 21 yang penuh tantangan.

Makalah ini akan menguraikan lebih dalam mengenai literasi sains, yang dibingkai dalam pembelajaran berbasis STEM.

Metode

Metode deskriptif analisis dari berbagai artikel hasil penelitian dan hasil penelitian peneliti digunakan untuk mengkaji keterkaitan antara literasi sains siswa serta urgensi

pembelajaran STEM dalam meningkatkan literasi sains siswa.

Hasil dan Pembahasan

LITERASI SAINS DAN TEKNOLOGI, MATEMATIKA, DAN BAHASA ANAK INDONESIA

Menurut Echols dan Shadily, secara harfiah literasi berasal dari kata *literacy* yang berarti melek huruf atau gerakan pemberantasan buta huruf^[9]. Dahulu literasi diartikan hanya sebagai kemampuan baca-tulis-hitung, yakni kemampuan esensial yang diperlukan oleh orang dewasa untuk memberdayakan pribadi, memperoleh dan melaksanakan pekerjaan, serta berpartisipasi dalam kehidupan sosial, kultural, politik secara lebih luas^[10]. Hal tersebut sejalan dengan Bukhori^[11] yang menyatakan bahwa literasi berarti kemampuan membaca dan menulis atau melek aksara. Dalam konteks sekarang, literasi memiliki arti yang sangat luas yaitu melek teknologi, politik, berpikir kritis, dan peka terhadap lingkungan sekitar.

Sedangkan istilah sains berasal dari bahasa Inggris *science* yang diambil dari bahasa Latin *scientia* dan berarti pengetahuan. Sains berkaitan dengan cara mencari tahu tentang alam secara sistematis, sehingga sains bukan hanya penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, atau prinsip-prinsip saja tetapi juga merupakan suatu proses penemuan^[12,13]

De Hart menyatakan bahwa literasi sains (*scientific literacy*) berarti memahami sains dan aplikasinya bagi kebutuhan masyarakat^[14]. Sedangkan menurut PISA Nasional 2006, literasi sains didefinisikan sebagai kemampuan menggunakan pengetahuan sains, mengidentifikasi pertanyaan, dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti-bukti, dalam rangka memahami serta membuat keputusan berkenaan dengan alam dan perubahan yang dilakukan terhadap alam melalui aktivitas manusia. Definisi literasi sains ini memandang literasi sains bersifat multidimensional, bukan hanya pemahaman terhadap pengetahuan sains, melainkan lebih luas dari itu^[15].

PISA 2000 mengemukakan bahwa literasi sains juga menuntut kemampuan menggunakan proses penyelidikan sains, seperti mengidentifikasi bukti-bukti yang diperlukan untuk menjawab pertanyaan ilmiah, mengenal permasalahan yang dapat dipecahkan melalui penyelidikan ilmiah^[10].

Bagian yang tak dapat dipisahkan dari sains adalah teknologi. Perkembangan teknologi dilandasi oleh sains sedangkan teknologi itu sendiri menunjang perkembangan sains, terutama digunakan untuk aktivitas penemuan dalam upaya memperoleh penjelasan tentang obyek dan fenomena alam. Secara ringkas Solihatun^[16] mengatakan bahwa teknologi merupakan suatu perangkat keras ataupun perangkat lunak yang digunakan untuk memecahkan masalah bagi pemenuhan kebutuhan manusia.

Dari pengertian-pengertian tersebut dapat tarik suatu abstraksi bahwa literasi sains dan teknologi adalah kemampuan menggunakan pengetahuan sains dan penerapannya, mengidentifikasi permasalahan dan menarik kesimpulan berdasarkan bukti-bukti dalam rangka memahami serta membuat keputusan tentang alam dan perubahan pada alam sebagai aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari. Adapun literasi sains dan teknologi yang diusulkan untuk pendidikan dasar di Indonesia, dapat diartikan sebagai kemampuan menyelesaikan masalah menggunakan konsep-konsep sains, mengenal produk teknologi beserta dampaknya, mampu menggunakan dan memelihara produk teknologi, kreatif, dan dapat mengambil keputusan berdasarkan nilai-nilai yang berlaku di masyarakat.

Menurut *National Science Teachers Association* (NSTA)^[17,18] dan NRC^[19,20], seseorang yang memiliki literasi sains dan teknologi mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

1. Menggunakan konsep-konsep sains, keterampilan proses dan nilai apabila mengambil keputusan yang bertanggung jawab dalam kehidupan sehari-hari.
2. Mengetahui bagaimana masyarakat mempengaruhi sains dan teknologi serta bagaimana sains dan teknologi mempengaruhi masyarakat.

3. Mengetahui bahwa masyarakat mengontrol sains dan teknologi melalui pengelolaan sumber daya alam.
4. Menyadari keterbatasan dan kegunaan sains dan teknologi untuk meningkatkan kesejahteraan manusia.
5. Memenuhi sebagian besar konsep-konsep sains, hipotesis dan teori sains dan mampu menggunakannya.
6. Menghargai sains dan teknologi sebagai stimulus intelektual yang dimilikinya.
7. Mengetahui bahwa pengetahuan ilmiah tergantung pada proses-proses inkuiri dan teori-teori.
8. Membedakan fakta-fakta ilmiah dan opini pribadi.
9. Mengakui asal-usul sains dan mengetahui bahwa pengetahuan ilmiah adalah tentatif.
10. Mengetahui aplikasi teknologi dan pengambilan keputusan menggunakan teknologi.
11. Memiliki pengetahuan dan pengalaman cukup untuk memberikan penghargaan pada penelitian dan pengembangan teknologi.
12. Mengetahui sumber-sumber informasi dari sains dan teknologi yang dipercaya dan menggunakan sumber-sumber tersebut dalam pengambilan keputusan.

Permasalahan utama dalam pembelajaran sains yang sampai saat ini belum mendapat pemecahan secara tuntas adalah adanya anggapan pada diri siswa bahwa pelajaran ini sulit dipahami dan dimengerti. Hal ini senada dengan hasil riset yang dilakukan oleh Holbrook^[21] yang menunjukkan bahwa pembelajaran sains tidak relevan dalam pandangan siswa dan tak disukai siswa. Faktor utama semua kenyataan tersebut sepertinya adalah karena ketiadaan keterkaitan dalam pembelajaran sains. Penekanan pemahaman konsep dasar dan pengertian dasar ilmu pengetahuan tersebut tidak dikaitkan dengan hal-hal yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari, padahal Yager dan Lutz mengungkapkan lebih lanjut bahwa sains relevan dengan proses dan produk sehari-hari yang digunakan dalam masyarakat^[22]. Salahsatu kendala belajar sains lainnya adalah karena rendahnya kemampuan membaca dan memaknai bacaan. Selain itu, Kemampuan berpikir logis, rasional, serta

sistematis siswa juga rendah untuk sebagian besar anak Indonesia^[23].

Hasil analisis lebih lanjut terhadap data PISA untuk anak Indonesia ini menghasilkan beberapa temuan diantaranya:

1. Capaian literasi peserta didik rendah, dengan rata-rata sekitar 32% untuk keseluruhan aspek, yang terdiri atas 29% untuk konten, 34% untuk proses, dan 32% untuk konteks.
2. Terdapat keragaman antarpropinsi yang relatif rendah dari tingkat literasi sains peserta didik Indonesia.
3. Kemampuan memecahkan masalah anak Indonesia sangat rendah, jauh dibandingkan dengan negara-negara seperti Malaysia, Thailand, atau Filipina.

Dari hasil temuan tersebut, terutama untuk aspek konteks aplikasi sains terbukti hampir dapat dipastikan bahwa banyak peserta didik di Indonesia tidak mampu mengaitkan pengetahuan sains yang dipelajarinya dengan fenomena-fenomena yang terjadi di dunia, karena mereka tidak memperoleh pengalaman untuk mengkaitkannya.

Literasi sains dan teknologi tidak dapat dipisahkan dari literasi Bahasa (membaca). Literasi bahasa dapat dimaknai sebagai kemampuan dalam: membaca kata-kata yang tercetak, menulis dengan mudah dan menyenangkan, menyampaikan ide-ide yang esensial melalui kata-kata tertulis, dan memahami pesan lisan^[24]. Lebih lanjut diungkapkan bahwa seseorang yang literat terhadap bahasa mampu mengikuti tuturan yang telah ditetapkan dan makna yang dinyatakan tidak secara langsung yang dicerminkan dalam pilihan kata, struktur kalimat, serta pola tekanan dan pola jungtur ujaran, serta pola tekanan dan pola jungtur ujaran, mewicara dengan jelas, ringkas, dan menyenangkan, dan menemukan kepuasan, tujuan, dan perolehan melalui berbagai kegiatan literasi.

Dalam membaca, sedikitnya ada enam kata yang harus dikenal, yaitu literasi, iliterasi, aliterasi, literat, iliterat, dan aliterat. Arti kata **literasi**, ialah kemampuan membaca. Kata yang kedua, **iliterasi** berarti ketidakmampuan membaca. Kata yang ketiga, **aliterasi**, berarti kekurangan sikap membaca. Mikulecky^[25] berpendapat bahwa *Aliteracy... may guarantee continued, lifelong functional*

illiteracy. Kata keempat, literat adalah bentuk adjektiva yang berarti dapat menulis dan membaca dalam suatu bahasa. Carrol^[26] berkata bahwa: “ *A person is literate who can, with understanding, both read and write a short, single statement on his everyday life*”. Kata kelima, **illiterat** adalah bentuk adjektiva yang berarti tidak bisa membaca. Kata terakhir, ialah kata aliterat merupakan bentuk adjektiva kata aliterasi, yaitu tidak mau membaca.

Sekarang, definisi literasi yang lebih luas telah dipahami untuk berbagai pendekatan pengajaran membaca. Banyak sudah pendidik yang percaya bahwa kemampuan membaca dapat dikembangkan secara terintegrasi dengan keterampilan menulis, berbicara, dan mendengar dalam pendekatan yang luas. Sayangnya, dalam dasawarsa yang telah lalu paradigma operasional yang dominan mendekati pengajaran membaca itu sebagai perangkat keterampilan yang diskret.

Kegiatan membaca saat ini tidak lagi tampak sebagai suatu *body of skills* dan proses yang berbeda dari ranah literasi yang lain. Hubungan yang jelas antara membaca dan menulis telah dinyatakan oleh sejumlah ahli, Orang yang literat harus dapat menulis dengan mudah^[27]. Kemampuan berkomunikasi melalui tulisan merupakan kebutuhan masyarakat kontemporer. Pebelajar yang membaca dengan baik cenderung menjadi penulis yang baik.

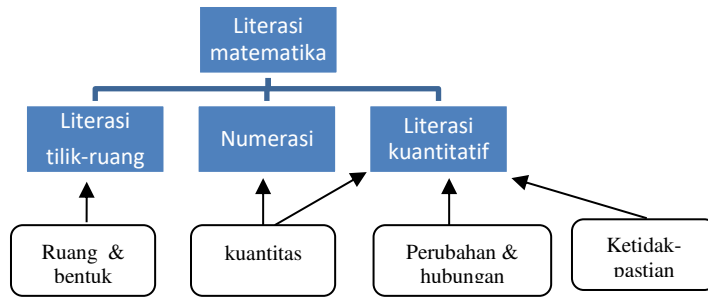
Di samping itu, kemampuan menggunakan bunyi bahasa lisan merupakan dasar bagi kegiatan membaca. Bahasa lisan membentuk perkembangan kemampuan membaca yang membuat bahasa lisan sangat penting bagi guru membaca. Dengan demikian, dapat dikatakan akar kegiatan membaca ialah bahasa lisan. Ini tidak berarti bahwa pentingnya membaca boleh disempitkan. Perkembangan dan pemeliharaan literasi tetap ditekankan melalui membaca. Membaca merupakan komponen kunci untuk setiap definisi literasi berbahasa.

Literasi sains dan teknologi merupakan hal yang tidak terpisahkan dari literasi matematika. menghasilkan produk

teknologi berdasarkan sains, umumnya selalu dijumpai oleh literasi matematika. Literasi matematika didefinisikan sebagai kapasitas seorang individu untuk mengidentifikasi dan memahami peranan yang dimainkan matematika terhadap dunia, untuk mengokohkan penilaian, dan mengikat matematika dengan cara yang sesuai dengan kebutuhan individu saat ini dan untuk kehidupan pada masa yang akan datang sebagai warga negara yang konstruktif, peduli, dan reflektif^[28]. Secara lebih operasional OECD PISA^[29] menyatakan bahwa seseorang yang memiliki literasi matematika akan memiliki kapasitas dalam hal

- (1) Mengetahui dan menginterpretasikan masalah matematika yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari
- (2) Menerjemahkan masalah-masalah tersebut ke dalam konteks matematika
- (3) Menggunakan pengetahuan dan prosedur matematika untuk memecahkan masalah
- (4) Menginterpretasikan hasil ke dalam permasalahan asli
- (5) Merefleksikan pada metode yang digunakan, serta
- (6) Memformulasikan dan mengkomunikasikan hasilnya

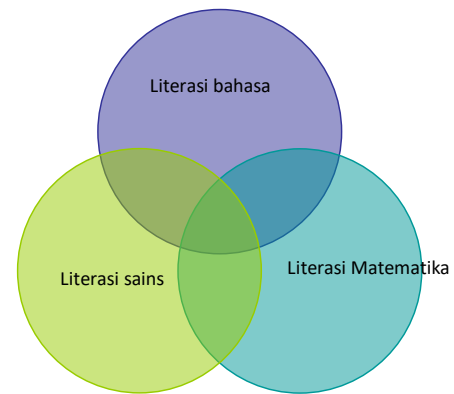
Uraian di atas dapat dimaknai bahwa seseorang yang memiliki literasi matematika akan mampu memecahkan berbagai masalah nyata dengan menggunakan pendekatan fenomenal untuk mendefinisikan konsep, struktur, dan gagasan matematika. Oleh karena itulah maka kurikulum matematika sekolah hendaknya melukiskan *stran-stand* yang paralel dan berlapis, masing-masing grounded pada pengalaman anak-anak yang sesuai dan efek pengaruhnya secara kolektif mengembangkan keragaman wawasan matematika ke dalam akar matematika yang beragam pula, meliputi materi kajian *quantity* (kuantitas), *space and shape* (ruang dan bentuk), *change and relationships* (perubahan dan relasi), and *uncertainty* (ketidakpastian)^[30-38]. Secara lebih jelas komponen yang membangun literasi matematika dapat diperlihatkan pada Gambar 1. berikut ini.



Gambar 1. Komponen pembangun Literasi Matematika

Dari uraian di atas jelas ditunjukkan bahwa seseorang yang memiliki literasi sains menggunakan kemampuan berpikir rasional dan logis serta bernalar, dan menggunakannya secara sistematis yang pada dasarnya merupakan inti dari literasi matematika. Demikian pula, literasi bahasa sangat mendukung literasi sains. Literasi bahasa seseorang bukan sekadar mampu membaca dan menulis, melainkan juga menggunakan bahasa itu secara fasih, efektif, dan kritis. Pengajaran bahasa, dengan demikian, harus mengajarkan keterampilan berpikir kritis^[3]. Oleh karena itu, untuk menguasai sains, diperlukan kemampuan membaca, yaitu untuk berpikir kritis tentang sains dan untuk berurusan dengan keahlian sains^[4]. Berkembanglah literasi sains. Miller^[5] mengemukakan bahwa literasi sains dapat pula didefinisikan sebagai kemampuan membaca dan menulis tentang sains dan teknologi.

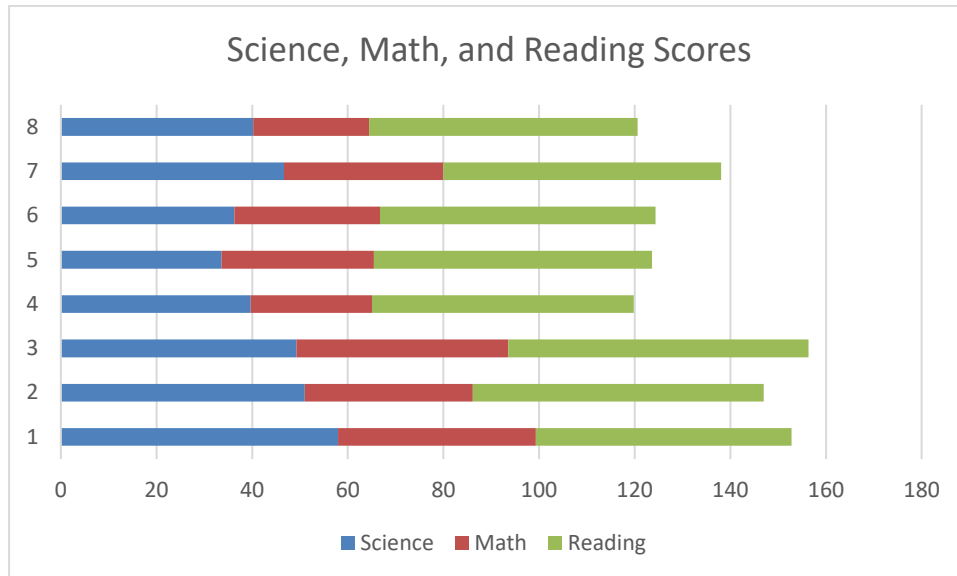
Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa literasi sains dan teknologi, bahasa, dan matematika menunjukkan saling keterhubungan yang kuat. Seseorang yang memiliki literasi sains dan teknologi melakukan pemikiran kritis, rasional, dan sistematis dengan menggunakan bahasa simbolik untuk memecahkan masalah sains, yang tentu akan ditunjukkan bila dia memiliki literasi matematika. Seseorang yang memiliki literasi sains, akan menggunakan kemampuannya dalam berkomunikasi dan berbahasa simbolik serta memaknai fenomena sains apabila dia memiliki literasi bahasa. Keterhubungan tersebut dapat diilustrasikan seperti pada gambar berikut.



Gambar 2. Interrelasi literasi sains dan teknologi, bahasa, dan matematika

Interrelasi di atas sejalan dengan data hasil penilaian oleh PISA 2012. Hasil penilaian menunjukkan bahwa capaian literasi anak-anak China (Shanghai) tertinggi untuk ketiga aspek literasi yang diikuti dengan skor berturut-turut 580, 570, 613 dan untuk literasi sains, bahasa (membaca), dan matematika. Sementara itu, hasil penilaian literasi terhadap anak-anak Indonesia sampai saat ini masih sangat memprihatinkan. Dari 65 negara OECD plus yang dinilai, anak-anak Indonesia menempati ranking ke dua terendah untuk literasi matematika dan sains. Sementara itu literasi bahasa menempati urutan ke 61.

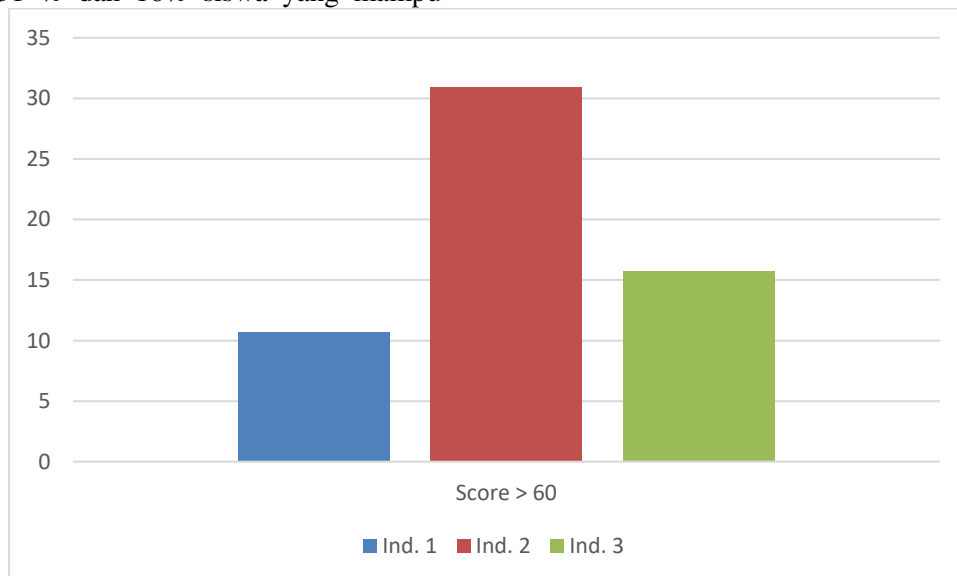
Hasil penelitian terhadap siswa SMP kelas 3 dari 8 sekolah yang mewakili kategori sekolah tinggi, sedang dan rendah di daerah Jawa Barat menunjukkan hasil yang kurang lebih sama dengan hasil PISA untuk seluruh Indonesia. Rata-rata skor terendah adalah untuk literasi matematika, sementara skor tertinggi ada pada literasi Bahasa.



Gambar 3. Skor rata-rata literasi Sains dan Teknologi, Bahasa, dan Matematika Siswa SMP di Daerah Jawa Barat

Gambar 4 menunjukkan profil kompetensi literasi sains dan teknologi pada aspek kompetensi/proses. Diantara tiga aspek kompetensi literasi yang diuji, hanya sekitar rata-rata 10% dari seluruh siswa yang mampu memperoleh skor di atas 60 (skor maksimal 100) untuk aspek mengidentifikasi isu ilmiah (Ind.1). Sementara itu, untuk indicator kedua (menggunakan bukti ilmiah) dan indicator ketiga (menjelaskan fenomena ilmiah hanya sekitar 31 % dan 16% siswa yang mampu

memperoleh skor di atas 60. Soal yang mengandung indicator menggunakan bukti ilmiah umumnya berhubungan dengan penggunaan logika matematika, sementara itu memberikan penjelasan ilmiah sangat berhubungan dengan kemampuan menggunakan dan memaknai bahasa tulisan. Dua indicator inilah yang sebenarnya menunjukkan keterkaitan antara literasi Sains, teknologi, Bahasa dan Matematika^[39].



Gambar 4. Persentase Siswa yang Dapat Memperoleh Skor Literasi Sains lebih besar dari 60 pada Ketiga Indicator Aspek Kompetensi

Masih rendahnya literasi siswa Indonesia pada ketiga aspek tersebut harus menjadi perhatian semua pihak. Banyak hal yang menjadi

penyebab kondisi tersebut. Rendahnya kualitas dan kuantitas sumber daya manusia (guru dan tenaga kependidikan), kualitas dan

kuantitas sarana dan prasarana pendidikan, kualitas proses belajar-mengajar merupakan beberapa faktor yang mengemuka. Penelitian dan pengembangan berbagai model dan pendekatan dalam pembelajaran, apakah itu adopsi maupun adaptasi dari model dan pendekatan yang telah ada, perlu dilakukan. Menggunakan model dan pendekatan pembelajaran yang memposisikan siswa belajar, aktif, kreatif, dan inovatif perlu dilatihkan kepada calon guru. Pembelajaran dengan menggunakan berbagai konteks dapat mendekatkan materi pelajaran dengan kehidupan sehari-hari. *Contextual teaching-learning (CTL)*, *science technology, engineering and mathematics (STEM)*, *science, technology, engineering and society (STES)*, adalah beberapa pendekatan-pendekatan/model-model pembelajaran yang saat ini dibangun kembali di berbagai negara maju seperti Amerika dan Jepang, dan tidak ada salahnya kalau kita juga mau mengadopsi dan mengadaptasinya sesuai dengan kondisi yang kita hadapi.

PEMBELAJARAN BERBASIS STEM

Ketepatan memilih cara penyajian atau pendekatan merupakan kunci keberhasilan untuk mengaktualisasi capaian pembelajaran yang telah dirumuskan. Cara penyajian tersebut dikembangkan dengan merujuk pada capaian pembelajaran yang akan diaktualisasi. Secara ringkas, cara penyajian yang dibutuhkan pada pembelajaran sains ialah yang dapat mendorong peserta didik agar mampu memecahkan masalah dalam kehidupan baik secara individu maupun kelompok dengan menerapkan pengetahuan dan memanfaatkan teknologi sebagai bentuk kepedulian dan kontribusi untuk peningkatan mutu lingkungan secara bertanggung jawab.

Secara umum, penerapan STEM dalam perkuliahan/pembelajaran dapat mendorong peserta didik untuk mendesain, mengembangkan dan memanfaatkan teknologi, mengasah kognitif, manipulatif dan afektif, serta mengaplikasikan pengetahuan^[40]. Oleh karena itu, penerapan STEM cocok digunakan pada pembelajaran sains. Pembelajaran berbasis STEM dapat melatih siswa dalam menerapkan pengetahuannya untuk membuat desain sebagai bentuk

pemecahan masalah terkait lingkungan dengan memanfaatkan teknologi.

STEM telah diterapkan di sejumlah negara maju seperti Amerika Serikat, Jepang, Finlandia, Australia dan Singapura. STEM merupakan inisiatif dari *National Science Foundation*. Tujuan dari penerapan STEM di Amerika Serikat ialah untuk menjadikan keempat bidang ini (*science, technology, engineering, and mathematics*) menjadi pilihan karir utama bagi peserta didik^[40,41]. Keadaan ini terjadi karena negara tersebut mengalami krisis ilmuan di bidang STEM. Bentuk keseriusan pemerintah Amerika Serikat untuk mengatasi masalah tersebut antara lain dengan mendirikan *STEM Education* dan memberikan bantuan biaya pendidikan pada calon mahasiswa yang memilih salah satu bidang STEM^[42]. Namun beberapa tahun belakangan, STEM diterapkan pada berbagai bidang studi atau jurusan di berbagai jenjang pendidikan.

STEM telah banyak diterapkan dalam pembelajaran. Keadaan ini ditunjukkan dari hasil penelitian yang mengungkap bahwa penerapan STEM dapat meningkatkan prestasi akademik dan non-akademik peserta didik^[43-49]. Oleh sebab itu, penerapan STEM yang awalnya hanya bertujuan untuk meningkatkan minat peserta didik terhadap bidang STEM menjadi lebih luas. Keadaan ini muncul karena setelah diterapkan dalam pembelajaran, ternyata STEM mampu meningkatkan penguasaan pengetahuan, mengaplikasikan pengetahuan untuk memecahkan masalah, serta mendorong peserta didik untuk mencipta sesuatu yang baru.

Penerapan STEM dapat didukung oleh berbagai metode pembelajaran. STEM yang bersifat integratif memungkinkan berbagai metode pembelajaran dapat digunakan untuk mendukung penerapannya^[50-54].

Merujuk pada irisan antara literasi sains dan kreativitas dengan capaian pembelajaran yang telah dipaparkan sebelumnya, ditemukan sejumlah hasil penelitian yang mendukung penggunaan PBL dan PjBL dalam mengaktualisasi kedua kompetensi tersebut. PBL dapat memberi kesempatan pada siswa untuk menerapkan pengetahuan pada isu/permasalahan sebagai

bentuk pemecahan masalah. Secara tidak langsung, penggunaan PBL juga mendorong siswa untuk menguasai pengetahuan yang diperlukan untuk memecahkan masalah tersebut. Pengetahuan ini dapat berupa informasi atau pun data yang kemudian digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk memilih cara penyelesaian yang tepat untuk permasalahan tersebut melalui pemikiran yang logis, kritis, dan sistematis. Hasil penelitian Parwati dalam konteks lingkungan menunjukkan bahwa pembelajaran STEM dapat membangun kreativitas dan literasi lingkungan, yang sangat diperlukan untuk menghadapi abad 21^[55].

Tidak begitu berbeda dengan PBL, penggunaan PjBL pun mampu menuntun mahasiswa menyelesaikan masalah yang diberikan dan lebih menekankan pada produk yang dihasilkan^[56-61] Produk yang dihasilkan dapat berupa ide/gagasan atau pun perangkat yang dapat dilihat. Produk yang dihasilkan dari penggunaan PjBL dalam pembelajaran sains dapat menjadi kontribusi siswa terhadap peningkatan kualitas kehidupan. Dalam pembuatan produk ini, siswa dapat memanfaatkan IPTEK sehingga dengan ini siswa secara tidak langsung memahami fungsi dan manfaat IPTEK itu sendiri terhadap kebaikan untuk lingkungan.

Penyelesaian masalah dalam kehidupan dan pembuatan produknya dapat dikerjakan secara individu maupun kelompok. Pengerjaan secara berkelompok dapat mendorong mahasiswa untuk bekerja sama namun tetap bertanggung jawab atas pekerjaannya secara mandiri. Selain itu, secara berkelompok siswa dapat melakukan pengelolaan pembelajaran secara mandiri yang cocok dengan keadaan kelompok masing-masing. Pola pembelajaran seperti ini dapat diakomodasi oleh pembelajaran kooperatif^[62-69]

Berdasarkan uraian di atas, diperkirakan bahwa PBL, PjBL, dan pembelajaran kooperatif dapat mendukung penerapan STEM pada pembelajaran sains. Bahkan perpaduan penerapan STEM dengan PjBL dapat mendorong terjalin kerja sama antara lembaga pendidikan dengan industri. Dari paparan ini terlihat bahwa semua capaian pembelajaran yang diakomodasi oleh mata pelajaran sains diperkirakan dapat

teraktualisasi melalui penerapan STEM yang didukung oleh PBL, PjBL, dan pembelajaran kooperatif. Karena capaian pembelajaran tersebut beririsan dengan literasi sains dan kreativitas, maka dapat dikatakan pula bahwa pembelajaran berbasis STEM yang didukung oleh PBL, PjBL, dan pembelajaran kooperatif diperkirakan dapat mengaktualisasi kedua kompetensi tersebut. Beberapa penelitian di Indonesia yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pembelajaran STEM dapat meningkatkan literasi sains, kreativitas, dan kemampuan memecahkan masalah

PENUTUP

Seperti telah diuraikan pada bagian terdahulu, maju mundurnya suatu bangsa dapat dicirikan oleh tiga aspek, yaitu literasi sains, bahasa dan matematika. Fenomena terkait rendahnya literasi anak Indonesia pada ketiga jenis literasi menunjukkan masih perlunya dunia pendidikan di Indonesia berbenah diri. FKIP, khususnya FPMIPA dan sekolah diharapkan menjadi ujung tombak perjuangan ini. Oleh karena itu, lakukanlah perubahan, inovasi, dan reformasi dalam cara membelajarkan anak/melatih mahasiswa calon guru dari penggunaan paradigma lama menjadi paradigma baru. Membangun penguasaan konten harus dilakukan melalui proses memberikan keterampilan (Skills), yang dilandasi dengan sikap, karakter, dan kebiasaan yang baik. Ingatlah bahwa akhir suatu proses pendidikan pada dasarnya adalah menanamkan kepribadian. Pembelajaran berbasis STEM merupakan salahsatu pembelajaran alternative yang potensial digunakan untuk membangun keterampilan abad 21. Pembelajaran berbasis STEM dapat dikemas dalam model pembelajaran kooperatif, PBL, PjBL, dan model pembelajaran lainnya. Ingatlah pula, bahwa Indonesia memiliki *grand design* dalam pendidikan karakter ini sejak nenek moyang kita, yaitu olah hati (*spiritual and emotional development*), olah pikir (*intellectual development*), olah raga (*physical and kinesthetic development*), dan olah rasa/karsa (*affective and creative development*). Dengan jiwa ini, kita harus yakin bahwa pembelajaran STEM akan dapat meminimalkan efek samping yang tidak kita inginkan.

Daftar Pustaka

- [1]. Prayekti. (2006). *STM dan Pembelajaran IPA*. [Online]. Tersedia: <http://www.duniaguru.com> . [9 Januari 2008].
- [2]. Departemen Pendidikan Nasional. (2006). *Panduan Pengembangan Pembelajaran IPA Terpadu*. [online]. Tersedia: http://www.puskur.net/inc/mdl/050_Model_IPA_Trpd.pdf. [21 Juni 2007].
- [3]. Alwasilah, A.C. (2012). *Pokoknya rekayasa literasi*. Bandung: Kiblat.
- [4]. Shamos, M.H. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press
- [5]. Miller, J.D. (1983). Scientific literacy: A conceptual and empirical review. *Journal of the American academy of arts and sciences*, 112 (2). 29-48
- [6]. Schneider, Carol, Geary. 2001. "Setting Greater Expectations for Quantitative Learning." In *Mathematics and Democracy: The Case for Quantitative Literacy*, edited by Lynn Arthur Steen, 99–106. Princeton, NJ: National Council on Education and the Disciplines.
- [7]. Schoenfeld, Alan H. 2001. "Reflections on an Impoverished Education." In *Mathematics and Democracy: The Case for Quantitative Literacy*, edited by Lynn Arthur Steen, 49–54. Princeton, NJ: National Council on Education and the Disciplines.
- [8]. Data Base PISA (2012). Results for the 2012 mathematics, reading and science assessments
- [9]. Nurkhoti'ah, S. dan Kamari. (2005). *Pengaruh Pendidikan dan Literasi Sains Teknologi terhadap Kualitas Mengajar*. Jurnal Pendidikan-Maret 2005. [online]. Tersedia: <http://www.depdiknas.go.id>. [17 November 2007].
- [10]. Rustaman, N., Firman, H., dan Kardiawarman. (2004). *Ringkasan Eksekutif: Analisis PISA Bidang Literasi Sains*. Puspendik
- [11]. Bukhori, A. (2005). *Menciptakan Generasi Literat*. [Online]. Tersedia: <http://www.pikiran-rakyat.com>. [9 Januari 2008].
- [12]. Poedjiadi, A. (2005). *Sains Teknologi Masyarakat Model Pembelajaran Kontekstual Bermuatan Nilai*. Bandung : Remaja Rosdakarya.
- [13]. DepDiknas (2013). Kurikulum Mata Pelajaran IPA (Draft): KI, KD, dan silabus
- [14]. Fitriyanti, L. (2007). Penerapan Pembelajaran Kontekstual Untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa SMA Kelas XI Pada Topik Materi Pokok Sistem Koloid. Skripsi FPMIPA UPI Bandung: tidak Diterbitkan.
- [15]. Firman, H. (2007). *Laporan Analisis Literasi Sains Berdasarkan Hasil PISA Nasional Tahun 2006*. Jakarta: Pusat Penilaian Pendidikan Balitbang Depdiknas.
- [16]. Sholihatun, E. Y. (2008). Penerapan Pembelajaran Berbasis Literasi Sains dan Teknologi pada Materi Pokok Laju Reaksi di SMA. Skripsi pada Jurdik Kimia FPMIPA UPI: tidak diterbitkan
- [17]. National Science Teachers Association in collaboration with the Association for the Education of Teachers in Science. (1998). *Standards for Science Teacher Preparation*.
- [18]. National Science Teachers Association in collaboration with the Association for the Education of Teachers in Science. (2000). *Standards for Science Teacher Preparation*
- [19]. National Research Council. (1996). *National Science Education Standard*. Wahington, DC.: National Academy Press

- [20]. National Research Council. (2001). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, DC.: National Academy Press. Tersedia: http://books.nap.edu/html/inquiry_addendum_notice.html
- [21]. Holbrook, J., Laius, A., dan Rannikmäe, M. (2005). "The Influence of Social Issue-Based Science Teaching Materials On Students' Creativity", University of Tartu, Estonian Ministry of Education.
- [22]. Holbrook, J. (1998). "A Resource Book for Teachers of Science Subjects". UNESCO.
- [23]. Permanasari, A., Mudzakir, A., dan Mahiyudin. (2010). "The Influence of Social Issue-Based Chemistry Teaching in Acid Base Topic on High School Student's Scientific Literacy", Seminar Proceeding of the First International Seminar of Science Education, Science Education Program Graduate School, Indonesia University of Education (UPI).
- [24]. Damaianti, V.S. & Harjasujana, A.S. (2004). *Membaca dalam teori dan praktik*. Bandung: Mutiara.
- [25]. Mikulecky, L. (1979). *Teaching reading in secondary school content subject: A bookthinking process*. New York: Holt, Rinehart, and Winston.
- [26]. Carrol (1984). *Language and thought*. New York: Prentice-Hall
- [27]. Klein, M.L. (1991). *Teaching reading in the elementary grade*. Boston: Allyn and Bacon. Inc.
- [28]. De Lange, J. 2000. "The Tides They are A-Changing." *UMAP-Journal* 21(1): 15–36.
- [29]. Organization for Economic Cooperation and Development. 2002. *Framework for Mathematics Assessment*. Paris: Organization for Economic Cooperation and Development (OECD).
- [30]. Freudenthal, H. 1973. *Mathematics as an Educational Task*. Dordrecht:Reidel.
- [31]. Steen, Lynn Arthur, ed. 2001. *Mathematics and Democracy: The Case for Quantitative Literacy*. Princeton, NJ: National Council on Education and the Disciplines.
- [32]. Cappel, M., and de Lange, J. 1999. "Assess Math!," Santa Cruz, CA: Learning in Motion.
- [33]. Cockcroft, W. H. 1982. *Mathematics Counts*. Report of the Committee of Inquiry into the Teaching of Mathematics in Schools. London: Her Majesty's Stationery Office.
- [34]. Curriculum Development Institute. (1993). *Guide to the Secondary/Sixth Form Curriculum*. Education Department, Hong Kong.
- [35]. Ewell, Peter T. 2001. "Numeracy, Mathematics, and General Education." In *Mathematics and Democracy: The Case for Quantitative Literacy*, edited by Lynn Arthur Steen, 37–48. Princeton, NJ: National Council on Education and the Disciplines.
- [36]. Mathematical Sciences Education Board (MSEB). 1993. *Measuring What Counts: A Conceptual Guide for Mathematical Assessment*. Washington, DC: National Academy Press.
- [37]. National Center for Education Statistics. 1993. *National Adult Literacy Survey*. Washington D.C.: National Center for Education Statistics (NCES).
- [38]. National Council of Teachers of Mathematics. 2000. *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics (NCTM).

- [39]. Permanasari, A. Turmudi, Damaianti (2014). Analisis kelemahan literasi sains siswa dalam Perspektif literasi bahasa dan matematika. Laporan Hibah SPs Lintas Bidang Ilmu. (tidak diterbitkan).
- [40]. Kapila, V. & Iskander, M. (2014). Lessons learned from conducting a K-12 project to revitalize achievement by using instrumentation in Science Education. *Journal of STEM Education*, 15 (1), pp. 46-51.
- [41]. Han, S., Capraro, R. & Capraro, M. M. (2014). How Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Project-Based Learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, _, pp. 1-25.
- [42]. Jones, L. C., Tyrer, J. R. & Zanker, N. P. (2013). Applying laser cutting techniques through horology for teaching effective STEM in design and technology. *Design and Technology Education*, 18 (3), pp. 21-34.
- [43]. Lam, P., Doverspike, D., Zhao, J., Zhe, J. & Menzemer, C. (2008). An evaluation of a STEM program for middle school students on learning disability related IEPs. *Journal of STEM Education*, 9 (1&2), pp. 21-29.
- [44]. Lou, S. J., iu, Y. H. & Shih, R. C. (2011). The senior high school students' learning behavioral model of STEM in PBL. *International Journal of Technology and Design Education*, 21 (2), pp. 161-183.
- [45]. Massa, N., Dischino, M., Donnelly, J. F. & Hanes, F. D. (2011). *Creating Real-World Problem-Based Learning Challenges in Sustainable Technologies to Increase the STEM Pipeline*. [Online]. Diakses dari <http://www.asee.org/public/conference/s/1/papers/1769/view>.
- [46]. Reynolds, D., Yazdani, N. & Manzur, T. (2013). STEM high school teaching enhancement through collaborative engineering research on extreme winds. *Journal of STEM Education*, 14 (1), pp. 12-19.
- [47]. Cancilla, D. A. (2001). Integration of Environmental Analytical Chemistry with Environmental Law: The development of a problem-based laboratory. *Journal of Chemical Education*, 78 (12), pp. 1652-1660.
- [48]. Bigelow, J. D. (2004). Using problem-based learning to develop skills in solving unstructured problems. *Journal of Management Education*, 28 (5), pp. 591-609
- [49]. Gijbels, D., Dochy, F., Bossche, P. V. & Segers, M. (2005). Effects of problem-based learning: A meta-analysis from the angle of assessment. *Review of Educational Research*, 75 (1), pp. 27-61.
- [50]. Ruiz-Gallardo, J.-R., Castaño, S., Gómez-Alday, J. J. & Valdés, A. (2010). Assessing student workload in problem based learning: Relationships among teaching method, student workload and achievement. *Teaching and Teacher Education*, 27, pp. 619-627.
- [51]. Jo, S. & Ku, J.-O. (2011). Problem based learning using real-time data in Science Education for the gifted. *Gifted Education International*, 27, pp. 263-273.
- [52]. Wirkala, C. & Kuhn, D. (2011). Problem-based learning in K-12 education: Is it effective and how does it achieve its effects? *American Educational Research Journal*, 48 (5), pp. 1157-1186.
- [53]. Mayer, R., Moeller, B., Kaliwata, V., Zweber, B., Stone, R. & Frank, M. (2012). Educating Engineering undergraduates: Effects of scaffolding in a problem-based learning environment. Makalah diseminarkan di *Human Factors and Ergonomics Society 56th Annual Meeting*. Boston: Sage Publications.
- [54]. Sandi-Urena, S., Cooper, M. & Stevens, R. (2012). Effect of cooperative problem-based lab instruction on metacognition and problem-solving skills. *Journal of Chemical Education*, 89, pp. 700-706.

- [55]. Parwati, R., Anna Permanasari, Harry Firman, Tatang Suheri (2015). Studi pendahuluan: Potret mata kuliah Kimia Lingkungan di beberapa LPTK. *Jurnal JPII, UNNES, Semarang*. Vol 4. No.1 . 1-7. 2015
- [56]. ChanLin, L.-J. (2008). Technology integration applied to project-based learning in Science. *Innovations in Education and Teaching International*, 45 (1), pp. 55-65.
- [57]. Holubova, R. (2008). Effective teaching methods—Project-based learning in Physics. *US-China Education Review*, 5 (12), pp. 27-36.
- [59]. Hernández-Ramos, P. & Paz, S. D. L. (2009). Learning history in middle school by designing multimedia in a project-based learning experience. *Journal of Research on Technology in Education*, 42 (2), 151-173.
- [60]. Hubbard, G. T. (2012). Discovering constructivism: How a project-oriented activity-based media production course effectively employed constructivist teaching principles. *Journal of Media Literacy Education*, 4 (2), pp. 159-166.
- [61]. Turgut, H. (2008). Prospective science teachers' conceptualizations about project based learning. *International Journal of Instruction*, 1 (1), pp. 61-79.
- [62]. Filippatou, D. & Kaldi, S. (2010). The effectiveness of project-based learning on pupils with learning difficulties regarding academic performance, group work and motivation. *International Journal of Special Education*, 25 (1), pp. 17-26.
- [63]. Panasan, M. & Nuangchalerm, P. (2010). Learning outcomes of project-based and inquiry-based learning activities. *Journal of Social Sciences*, 6 (2), pp. 252-255.
- [64]. Cooper, M. M. (1995). Cooperative learning. *Journal of Chemical Education*, 72 (2), 162-164.
- [65]. Dougherty, R. C., Bowen, C. W., Berger, T., Rees, W., Mellon, E. K. & Pulliam, E. (1995). Cooperative learning and enhanced communication: Effects on students performance, retention, and attitudes in General Chemistry. *American Chemical Society Journal*, 72 (9), pp. 793-797.
- [66]. Johnson, D. W., Johnson, R. T. & Stanne, M. B. (2000). *Cooperative Learning Methods: A Meta-Analysis*. [Online]. Diakses dari www.tablelearning.com/uploads/File/EXHIBIT-B.pdf.
- [67]. Hall, M. (2008). *The Effect of Cooperative Learning Groups and Competitive Strategies on Math Facts Fluency of Boys and Girls*. [Online]. Diakses dari <https://commons.kennesaw.edu/>.
- [68]. Ma, V. J. & Ma, X. (2014). A Comparative analysis of the relationship between learning styles and Mathematics performance. *International Journal of STEM Education*, 1 (3), pp. 1-13.
- [69]. Niemi, H. & Nevgi, A. (2014). Research studies and active learning promoting professional competences in Finnish Teacher Education. *Teaching and Teacher Education*, 4, pp. 131-142.