

Menjembatani kemajuan pengetahuan sains dan pendidikan sains

P. W. Premadi^{1,2*}

¹Kelompok Keahlian Astronomi, FMIPA, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

²Observatorium Bosscha, FMIPA, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

*E-mail: premadi@as.itb.ac.id

ABSTRAK

Sains berkembang dengan amat pesat yang juga dibarengi dengan diversifikasi yang semakin tajam. Pemanfaatan sains dalam berbagai aspek kehidupan juga semakin lebar dan 'urgent'. Namun, kemajuan sains yang pesat ini belum dapat diimbangi pada peningkatan substansi sains dalam pendidikan sains. Akibatnya, senantiasa ada kesenjangan lebar antara sains garis depan dan sains yang dipahami oleh masyarakat, yang diajarkan di sekolah. Tanpa pembenahan yang baik, kesenjangan ini dapat menghambat pemanfaatan sains untuk peradaban, bahkan mengganggu kepercayaan masyarakat pada sains. Salah satu upaya untuk memperkecil kesenjangan ini adalah dengan memberdayakan fasilitator yang menjembatani saintis dan pendidik. Fasilitator pendidikan sains adalah mereka yang disiapkan untuk dapat memahami konten sains dengan amat baik, mengikuti perkembangan sains, sekaligus dilengkapi dengan kemampuan penyampaian dalam berbagai format. Fasilitator lalu dapat bekerja mandiri sebagai pendidik dalam sistem sekolah formal maupun informal, sebagai rekan kerja guru, dan sebagai komunikator sains dalam media umum. Fasilitator sains dapat berafiliasi dengan suatu institusi sains, seperti Observatorium Bosscha, untuk dapat memahami perkembangan terkini suatu cabang sains tertentu, sekaligus mengembangkan materi pendidikan dan metoda pembelajarannya.

Kata Kunci: Sains – Pengetahuan – Pendidikan

1 PENDAHULUAN

Sains adalah pengetahuan tentang alam yang telah terakumulasi dan terperiksakan hingga batas-batas tertentu. Definisi sederhana ini sudah menunjukkan bahwa sains adalah fungsi waktu. Sains adalah produk kerjasama manusia lintas generasi yang tak pernah selesai: terus-menerus diperbaiki, dipertajam, diperluas, ditambah, sehingga sains senantiasa dalam status tentatif, dalam semangat positif. Fungsi waktu yang disebutkan di atas harus dimaknai sebagai fungsi upaya manusia dalam mendorong kemajuan sains.

2 KEMAJUAN DAN PERKEMBANGAN PENGETAHUAN

Peran sains dalam peradaban terus meningkat, sebagai pengetahuan yang dimiliki oleh individu, maupun sebagai prinsip kerja yang implisit hadir dalam teknologi yang dimanfaatkan. Ini dapat diambil sebagai petunjuk kemajuan pengetahuan. Namun, di dalam batang tubuh pengetahuan sendiri, bagaimana kemajuan dan perkembangan pengetahuan diukur? Bagaimana kita bisa terus mendorong kemajuan yang diinginkan? Salah satu yang dapat menjadi pengukur kemajuan sains adalah pertanyaan yang diajukan dengan jernih dan tajam, yang dapat mengarahkan haluan riset untuk topik termaksud. Dengan pertanyaan bermakna ini tujuan suatu riset dapat didefinisikan dengan jelas dan strategi untuk pelaksanaannya juga disusun dengan baik.

2.1 Produk Sains

Sains, sebagai badan usaha raksasa, melaksanakan berbagai elemen pekerjaan saintifik, yang masing-masingnya dapat bervariasi menurut jenis sainsnya. Oleh karenanya apa yang dapat dikenali sebagai produk sains juga tidak tunggal, bergantung pada posisinya pada peta besar sains. Kita mendengar berbagai ajektif yang berasosiasi dengan sains, seperti pengetahuan fundamental, pengetahuan terobosan, temuan, konfirmasi, dan lain-lain, yang secara implisit mengidentifikasi produk sains tersebut pada tahapan tertentu dalam metode saintifik yang dirujuk.

Diseminasi produk sains pada umumnya dalam bentuk kontribusi pada pertemuan ilmiah, dan dalam publikasi dalam jurnal ilmiah maupun bentuk publikasi yang lain. Untuk produk sains yang fundamental, terobosan, temuan besar, tidak jarang diberitakan juga dalam publikasi yang ditujukan untuk umum. Pertanyaannya adalah bagaimana agar produk sains ini dapat diterima dan sampai batas tertentu dipahami juga oleh masyarakat umum, dan juga bagaimana akomodasinya dalam pendidikan formal. Upaya untuk menjawab ini banyak terlihat di berbagai institusi sains, termasuk barangkali sains yang kurang mendunia seperti seperti fisika partikel di CERN (Gulejova dkk, 2021).

2.2 Perguruan Tinggi dan Evolusi Kurikulum

Cukup adil untuk mengatakan bahwa sebagian besar penelitian ilmu alam dasar diselenggarakan di perguruan tinggi. Kedekatan relasi penelitian dan

pendidikan pada jenjang ini salah satunya adalah relasi yang sinambung antara pimpinan program penelitian (dosen) dan anggota team pelaksana (mahasiswa). Keperluan penyiapan sumber daya manusia ini salah satunya mewujud pada kurikulum di perguruan tinggi. Evolusi kurikulum untuk suatu rumpun sains merupakan salah satu indikator kemajuan dan perkembangan pengetahuan. Astronomi dan astrofisika adalah cabang sains yang memerlukan fondasi kuat pada fisika dan matematika, selain pengetahuan dasar astronomi sendiri. Pada struktur kurikulum ini mewujud dalam berbagai matakuliah dasar yang memuat kalkulus, metoda matematika, mekanika, termodinamika, fisika statistik, elektromagnetika, gelombang, mekanika kuantum. Sementara matakuliah dasar astronomi mencakup astronomi posisi, waktu, astrofisika, dan yang relevan dengan pengamatan. Yang kemudian dikategorikan dalam pengetahuan dasar astronomi substansi menurut objek atau fenomena astronomis: bintang, Tata Surya, galaksi, dan alam semesta, yang juga merupakan pencabangan utama dalam astronomi. Ini boleh dikatakan sebagai kurikulum inti suatu program pendidikan tinggi astronomi yang standard isinya generik di seluruh dunia.

Dalam dua dekade belakangan ini, mengikuti perkembangan astronomi, muncul pencabangan yang lebih halus dan juga pengayaan. Sebagai contoh matakuliah yang merepresentasikan pencabangan halus: bintang ganda, atmosfer planet, dinamika sistem bintang, ektragalaksi. Pekerjaan instrumentasi dan komputasi menjadi besar dan canggih, sehingga memerlukan kelompok perkuliahan tersendiri untuk memenuhi kebutuhan penelitian. Pengayaan materi spesifik dapat diakomodasi dalam matakuliah pilihan subtopik, dan program singkat seperti *workshop*, "*summer school*", dan seminar atau kolokium.

Kulminasi hasil belajar dalam program studi adalah dalam bentuk Tugas Akhir Sarjana, Tesis Magister, dan Disertasi Doktorat. Sementara kulminasi tentatif riset berbentuk publikasi atau hasil karya lain yang diakui. Karena konten dan cara kerja pendidikan sains pada perguruan tinggi terkait langsung dengan penelitian, maka kesinambungan dalam aliran pengetahuan menjadi syarat perlu sekaligus syarat cukup kualitas pendidikan tinggi.

3 PENDIDIKAN SAINS

Kendati di perguruan tinggi kesinambungan dalam aliran pengetahuan antara penelitian dan pendidikan menjadi syarat, pemenuhannya selalu menjadi tantangan, persis karena pengetahuan yang

terus maju. Derap kemajuan di garis depan pengetahuan berada pada tingkat kecanggihan tinggi. Untuk mengakomodasinya pada ranah pendidikan diperlukan pemilahan taraf kesulitan yang memerlukan waktu lebih panjang. Akibatnya selalu ada kesenjangan antara pengetahuan di garis depan dan pengetahuan yang menjadi konsumsi pendidikan. Adanya penjenjangan S1, S2, dan S3 adalah salah satu strategi menjawab tantangan ini.

Situasinya amat berbeda, dan jauh lebih sulit, pada pendidikan dasar dan menengah, juga pendidikan untuk masyarakat, dimana ada kesenjangan amat lebar dan dalam antara pengetahuan yang sudah dicapai oleh ilmuwan dan pengetahuan yang dimiliki oleh masyarakat. Penyebabnya bisa kelembaman pada sektor pendidikan sekolah untuk memuat pengetahuan baru dan pemuatan berita saintifik di media massa yang kurang efektif. Untuk melihat lebih dalam lagi, kita perlu mengingat beberapa hal prinsipil tentang pendidikan sains.

3.1 Esensi Pendidikan Sains

Tujuan pendidikan sains, sederhananya, adalah agar dimiliki kemampuan mengamati secara kritis, berpikir analitik, dan mengkonstruksi gagasan, dengan cara menanamkan tatanan berpikir saintifik. Untuk mencapai tujuan abstrak ini umumnya tatanan berpikir saintifik ini diajarkan dalam konteks sains alam. (ajektif saintifik melekat karenanya). Apapun topik sains alamnya, harus ada pengetahuan dasar yang diajarkan. Apa yang kita maksud dengan pengetahuan dasar? Disinilah ilustrasi tentang kurikulum astronomi menjadi bermanfaat untuk melihat secara konkrit bagaimana "batu bata" pengetahuan astronomi disusun agar "bangunan" pengetahuan astronomi dapat berdiri tegak dan terus menjadi tumpuan kokoh menyangga spesialisasi apapun di atasnya. Produk sains berupa pengetahuan fundamental memberi opsi baru untuk melebarkan bangunan alih-alih hanya membangun ke atas. Terbayang oleh kita struktur pengetahuan: fundamental, diversifikasi, spesialisasi.

Di dalam pendidikan kita dengar istilah pengayaan, yang umumnya tidak cukup dalam untuk menjadi spesialisasi, namun dapat memberikan perluasan wawasan ke arah topik tertentu. Pengayaan dapat menginspirasi, dan pada kesempatan tertentu memberikan relevansi, yang membantu pemahaman bahan ajar. Itu sebabnya pengayaan perlu diberikan bahkan pada pembelajaran pengetahuan dasar. "Dasar" bukan berarti yang termudah untuk dipahami; malahan memerlukan loncatan berpikir, yang diwujudkan

dalam strategi pembelajaran: terima dulu, pahami kemudian. Ini mengharuskan materi ajar dan penyampaian disesuaikan dengan kesiapan kognitif peserta didik. Kesiapan kognitif bukan hanya pada kemampuan berpikir, tetapi juga keluasan perspektif. Yang kedua ini, biasanya muncul dalam kemauan berpikir dan keterbukaan cara pandang, yang lebih membantu penerimaan dan pemahaman ide baru.

Pengajar tentu perlu menyiapkan diri, materi, dan cara penyampaian yang disesuaikan dengan berbagai kondisi kesiapan belajar ini. Persiapannya jelas menentukan apakah penyampaian materinya berujung pada pengenalan saja atau pemahaman. Ini menjadi titik reflektif bagi kita untuk menjernihkan apa objektif program pendidikan yang ingin kita selenggarakan.

3.2 Pendidikan Masyarakat dan di Sekolah

Dalam mengajar kita selalu berangkat dari apa yang para pembelajar tahu dan kenal, lalu memilih kendaraan untuk mencapai titik pengenalan dan pengetahuan yang ditargetkan. Jalur pendidikan manapun yang dipilih amat penting untuk menyiapkan konteks yang para peserta didik dapat bayangkan, sebab pemahaman kontekstual adalah pintu masuk, sebagai Langkah *engagement*, ke pemahaman fundamental untuk relevansi yang lebih luas. Upaya *engagement* tentu lebih besar pada sektor pendidikan umum, karena memerlukan persepsi atas spektrum lebar kondisi kognisi masyarakat.

Pemberian konteks dapat berupa narasi yang menghidupkan fakta (seperti data numerik) karena inilah yang menghidupkan mesin logika. Ini dapat berupa cerita jalan menuju suatu penemuan, yang sekaligus menjelaskan “bagaimana” suatu fakta (“apa”) ditemukan. Secara implisit dan eksplisit relasi kausal mengemuka dalam narasi ini. Mengikuti jalur cerita ini dikenali pula institusi dan tokoh yang berperan, sehingga nampak pula sains adalah usaha manusia dalam wadah kerjasama yang besar dan berkesinambungan.

Konteks juga dapat dihadirkan melalui identifikasi sains yang menjadi prinsip kerja dasar berbagai teknologi yang dimanfaatkan masyarakat. Selain memberikan pemahaman pada masyarakat bahwa sains bukan melulu untuk sains, ilustrasi ini memotivasi generasi muda menjadikan pengetahuan sains sebagai basis pencapaian pada sektor lain.

4 FASILITATOR PENDIDIKAN SAINS

Menilik cakupan dan rincian pekerjaan pendidik sains pada masyarakat jelas diperlukan sumber daya

manusia yang memang disiapkan untuk menjalankannya. Di dalam tulisan ini dipinjam istilah yang umum dikenal, yakni fasilitator pendidikan, namun dengan makna pemberdaya yang lebih luas daripada memfasilitasi dalam artian konvensional.

Fasilitator pendidikan sains yang dimaksud perlu memiliki pengetahuan dasar yang dalam dan luas tentang bidang sains tertentu, sehingga ia bisa memahami garis besar kemajuan sains pada bidang tersebut. Minatnya yang serius pada pendidikan dan komunikasi sains mestilah tampak pada materi ajar yang ia siapkan dan cara penyampaian. Idealnya ia berafiliasi dengan institusi yang menjalankan penelitian sains termaksud untuk dapat senantiasa memperoleh *insight* langsung dari para ilmuwan pemegang otoritas sains spesifik tersebut untuk memahami narasi utuh topiknya. Dengan ini ia dapat menghadirkan produk sains yang dimaksud dalam bentuk yang dapat diterima oleh mereka di luar komunitas sains spesifik tersebut.

4.1 Pendidikan Formal

Sebagai fasilitator pendidikan sains untuk pendidikan formal, penting mengenali peta pendidikan sains dalam kurikulum sekolah, sekaligus bagaimana kurikulum tersebut dijalankan. Komunikasinya yang erat dengan ilmuwan membantunya dalam mengidentifikasi jenis produk sains (Subbagian 2.1) untuk kemudian memilah dan menyiapkan materi ajar dan metode penyampaian yang efektif (Subbagian 3.1). Sehingga untuk sistem pendidikan formal, fasilitator mengajar, menanamkan, dan melatih cara berpikir saintifik dengan muatan sains spesifik yang berkorespondensi dengan struktur kurikulum dan tingkat kognisi peserta didik. Pada kesempatan yang bersamaan ia juga meningkatkan kapasitas guru dalam materi ajar maupun metode pembelajarannya. Program pembelajaran dapat berupa kegiatan ekstrakurikuler sesuai kondisi alam lokal (misal, Fursten, 2017).

4.2 Pendidikan Informal

Peran fasilitator pendidikan sains untuk umum lebih dikenal karena domain kerjanya pada *interface* antara komunitas sains dan masyarakat. Ia mungkin lebih dikenal sebagai komunikator sains, yang cakupan utama kerjanya adalah mengabari dan memperkenalkan materi sains terkini, menarik, dan/atau relevan dengan masyarakat. Di dalam astronomi ini dapat berupa berita temuan, update misi astronomis yang sedang dimonitor, berita kejadian astronomis istimewa, dan fitur objek astronomis yang senantiasa populer namun eksotik seperti lubang hitam.

Untuk dapat menyiapkan materi yang *engaging* sekaligus mencerahkan, fasilitator pendidikan sains untuk publik perlu mengenali *audience*-nya. Berbeda dari perannya pada pendidikan sains di sekolah, dimana hasil belajar dinilai secara akumulatif pada akhir masa belajar, komunikasi sains untuk publik sering menjadi rujukan jika berkaitan dengan fenomena saintifik aktual, seperti kejadian alam istimewa atau wabah penyakit. Penjelasan yang jernih dan akurat diperlukan masyarakat untuk mengambil keputusan.

4.3 Contoh

Sebagaimana layaknya institusi sains, Observatorium Bosscha memanggul amanah pendidikan astronomi untuk semua: perguruan tinggi, dasar dan menengah, dan publik. Untuk membantu pembelajaran materi astronomi pada tingkat dasar dan menengah, diselenggarakan program fasilitasi pendidikan yang intinya adalah menyiapkan materi bantu ajar astronomi dan menyiapkan guru untuk memahaminya dan menyampaikannya pada kegiatan pembelajaran di sekolah masing-masing. Bentuknya adalah Kelas Daring Astronomi, Workshop Guru, yang dapat dilaksanakan secara daring maupun luring. Kompetensi yang diperlukan adalah pemahaman astronomi dan sains fisis dasar dan pengetahuan umum tentang kurikulum sekolah dasar dan menengah untuk dapat menyiapkan materi ajar, serta ketrampilan untuk menyampaikan materi astronomi untuk berbagai usia. Sementara layanan untuk publik diselenggarakan secara regular dalam bentuk Pengamatan Virtual Langit Malam, Talkshow, dan Newsletter yang menyuguhkan konten astronomi hingga tingkat komprehensif yang menarik untuk publik ketahui dan pahami. Komunikasi ringkas dengan frekuensi lebih tinggi berupa berita dan gambar astronomi, fitur relevan dengan astronomi dan observatorium, disampaikan melalui media

sosial. Untuk pekerjaan ini, selain pemahaman substansi astronomi dasar dan berita astronomi terkini, diperlukan kemampuan mempersepsi kondisi, minat, dan kebutuhan umum akan pengetahuan masyarakat, serta kemampuan untuk menuangkan dalam paket-paket komunikasi berupa narasi dan gambar yang dapat diterima oleh masyarakat.

5 PENUTUP

Telah diargumentasikan dalam tulisan ini perlunya upaya memperkecil kesenjangan antara pengetahuan sains yang dicapai oleh komunitas ilmiah dan perlunya praktisi pendidikan sains sebagai sumber daya yang mewujudkan upaya tersebut sesuai relevansinya dengan pembelajar. Kesuksesan upaya ini akan menjadikan sains senantiasa dipercaya masyarakat sebagai modal dan tuntunan berpikir bagi individu maupun komunitas dalam kehidupan modern. Sains astronomi menjadi ilustrasi untuk argumentasi ini, namun jelas perlu diwujudkan oleh cabang sains lain, terutama yang terdekat relevansinya dengan masyarakat.

Ucapan Terima Kasih

Saya berhutangbudi pada team pendidikan dan penjangkauan masyarakat Observatorium Bosscha, Universe Awareness Indonesia, Planetarium Jakarta, dan teman-teman komunitas astronomi Indonesia yang luar biasa upayanya agar astronomi menjadi bekal sains untuk umum dan sekolah.

6 PUSTAKA

- Gulejova, B. B., 2021, Proceedings of the Memorial Workshop Devoted to the 90th Birthday of V. N. Gribov (Gribov-90 Memorial Volume), Dokshitser, Y., Levai, P., Lukacs, A., and Nyiri, J., editors, 991-113, <https://doi.org/10.1142/12318>
- Fursten, K., 2017, Hawk Mountain Global Raptor Conservation, <<http://hawkmountain.org>>