

Reorientasi Pembelajaran Sains Berbasis Literasi Kelautan

Reorientation of Ocean Literacy-Based Science Learning

NUR EKA KUSUMA HINDRASTI*

Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Jalan Politeknik Senggarang, Tanjungpinang, Indonesia

*Corresponding authors: nurekakh2017@umrah.ac.id

Manuscript received: 2018-08-10 Revision accepted: 2018-10-16

ABSTRACT

Indonesia Maritime Culture, as the first pillar in the concept of maritime axis, is being pursued to be realized by the Government of Indonesia through the maritime curriculum in schools. In fact, Indonesia is experiencing delays in the implementation of marine education (maritime education) compared to countries that have other long shorelines, such as Canada, Japan and the UK. Knowledge of the sea becomes a starting point in marine education (learning and teaching of ocean and aquatic science). This knowledge of the sea is universally agreed upon as ocean literacy, which can be nurtured in marine education. Very little publication of the results of thought and research on Indonesian ocean literacy in national journals, and none in international journals is evidence of Indonesia has not been serious in marine education. In the next maritime curriculum, all subjects required can be integrated with the ocean science. While the subjects closest to ocean science are science learning, especially biology, then geography, physics, and chemistry. Research trends in science learning and teaching in the future should also be oriented to ocean literacy. In addition, socio-scientific issues are also found in marine and coastal life, so student must master of ocean literacy is absolutely done. The study in this article suggests using a system-based approach in teaching science based on ocean literacy. While systemic thinking is the ability to understand and interpret complex systems, and consists of different types and levels of thinking skills. The next suggestion is the application of teaching methods that facilitate systemic thinking skills. Three main suggestions are also given to the marine education community. While the instructional tool that can be adopted to implement marine education is the Ocean Literacy Scope and Sequence for Grades K-12. Thus, it is expected that the Indonesian people will be ocean literate.

Keywords: ocean literacy, marine education, systems-based approach

PENDAHULUAN

Cita-cita Negara Indonesia adalah sebagai poros maritim dunia, ditegaskan oleh Presiden Jokowi dalam pidatonya pada Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) ke-9 East Asia Summit (EAS) tanggal 13 November 2014 di Nay Pyi Taw, Myanmar. Konsep poros maritim tersebut memiliki 5 pilar yaitu: (1) budaya maritim Indonesia, (2) pengelolaan sumber daya laut, (3) Konektivitas maritim, (4) Diplomasi maritim, dan (5) Pertahanan maritim. Membangun kembali budaya maritim Indonesia sebagai pilar yang pertama bukan berarti meninggalkan konsep daratan, tetapi seharusnya bisa berjalan beriringan. Banyak sekali potensi laut yang belum diperhatikan oleh negara, meskipun negara menganggap sebagai negara maritim sejak berabad-abad lamanya, akibatnya masyarakat kurang memiliki kesadaran terhadap lingkungan laut. Berkemeyer (2012) mengemukakan ada hubungan antara pendidikan lingkungan, kesadaran masyarakat, dan pembangunan berkelanjutan. Hal ini sejalan dengan yang sedang diupayakan untuk diwujudkan oleh Pemerintah Indonesia untuk membangun kembali budaya maritim Indonesia, salah satunya melalui kurikulum kemaritiman di sekolah. Pendidikan kelautan adalah misi yang dilaksanakan dalam kurikulum kemaritiman.

LIPI melalui Komponen Edukasi Coral Reef Rehabilitation and Mangement Program-Coral Triangle Initiative (COREMAP-CTI) telah aktif memberikan masukan terkait dengan materi dan bahan kompetensi wawasan kemaritiman kepada Puskurbuk. Hal tersebut semakin memperkuat kemungkinan implementasi pendidikan kelautan di Indonesia, ditambah lagi tanggapan serius dari Mendikbud di pertemuan dalam pembahasan kerja sama Kemenko Maritim dan Kemendikbud yang membahas tentang kurikulum kemaritiman di Jakarta, menyatakan bahwa sudah seharusnya Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan memprioritaskan isu kemaritiman ke dalam kurikulum. Tentunya tidak harus menjadi mata pelajaran, namun dapat disisipkan di hampir semua mata pelajaran dan kegiatan di sekolah. Luhut, Menko maritim mengapresiasi Kemendikbud yang mendukung isu kemaritiman. Salah satu yang ditekankannya adalah mengenai penanganan sampah plastik yang mengancam laut Indonesia. Adapun pokok kerja sama meliputi pengembangan, pelaksanaan, dan evaluasi kurikulum pendidikan muatan kemaritiman yang dilaksanakan pada semua jalur, jenjang, dan jenis pendidikan sebagai wadah dan/atau sarana mengembangkan perubahan pengetahuan, wawasan, nilai,

kepedulian, sikap dan perilaku yang mendukung pembangunan kemaritiman.

Indonesia mengalami keterlambatan dalam implementasi pendidikan kelautan (pendidikan kemaritiman) dibandingkan negara-negara yang memiliki garis pantai yang panjang lainnya, seperti Kanada, Jepang, Inggris, dan lain sebagainya. Negara-negara tersebut sudah banyak melakukan upaya di bidang pendidikan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap laut. Jepang memiliki kebijakan “Rencana Dasar Kebijakan Kelautan” yang diberlakukan pada tahun 2013, yaitu menganjurkan untuk memperkaya pendidikan tentang laut di sekolah dasar, menengah, dan atas (Matsumoto et al., 2017). Sedangkan di Kanada, terdapat mata pelajaran kelautan di salah satu sekolah menengah atas (Guest, Lotze, dan Wallace 2015).

Pengetahuan tentang laut menjadi titik tolak dalam pendidikan kelautan (pembelajaran dan pengajaran ilmu kelautan dan akuatik). Pengetahuan tentang laut ini disepakati secara universal sebagai literasi kelautan, yang dapat ditumbuhkembangkan dalam pendidikan kelautan. Laut meliputi 71% dari permukaan bumi dan merupakan fitur dominan dari bumi. Laut mengatur cuaca dan iklim, pasokan hampir semua oksigen bumi, mendukung keanekaragaman kehidupan yang besar, dan memberikan sumber makanan yang banyak untuk populasi manusia (Cava et al, 2005). Mengingat bahwa laut adalah fitur dominan dari planet dan berhubungan kuat dengan sistem ilmu pengetahuan kebumiharian lainnya (Hoffman dan Barstow, 2007), maka melek sains (*Science Literacy*) atau melek lingkungan (*Environment Literacy*) tidak bisa dicapai tanpa melek laut (*Ocean Literacy*) (Payne dan Zinerman, 2010). Hal tersebut dapat dicontohkan sebagai berikut: tidak dapat secara efektif memahami sistem iklim tanpa memahami tentang peran laut dalam variabilitas iklim dan siklus, produktivitas tanpa fotosintesis dan kemosintesis laut, dan keanekaragaman hayati tanpa ekosistem laut. Dengan demikian, pemahaman laut merupakan integral untuk memahami bumi.

Pemahaman tentang laut penting untuk dipahami dan untuk tujuan melestarikan laut dan melindungi planet tempat kita hidup (Cava et al, 2005). Cava et al (2005) mendefinisikan literasi kelautan (*Ocean Literacy*) sebagai “pengaruh laut terhadap Anda dan pengaruh Anda terhadap laut” dan mengidentifikasi terdapat 7 prinsip dan 45 konsep dasar literasi kelautan. Seseorang yang memiliki literasi kelautan harus memiliki tiga aspek yaitu pengetahuan konten tentang laut, memiliki sikap yang baik terhadap lingkungan laut dan tidak melanggar nilai-nilai kelautan, serta berperilaku baik terhadap lingkungan laut (Strang dan Schoedinger, 2007). Sejalan dengan pendapat Yeung (1998), tiga aspek tersebut juga penting untuk kelestarian lingkungan laut, namun Yeung memberikan istilah yang berbeda sebagai ganti literasi kelautan, yaitu kesadaran lingkungan laut.

Sangat sedikitnya publikasi hasil pemikiran dan penelitian tentang literasi kelautan Indonesia dalam jurnal nasional, dan tidak ada satupun dalam jurnal internasional

adalah bukti Indonesia belum serius dalam pendidikan kelautan. Costa dan Caldeira (2018) telah melakukan penelitian dengan menganalisis Lima puluh dua (52) publikasi dari Scopus dan Web of Scopus sesuai dengan kriteria pencarian (artikel dan makalah konferensi dengan literasi kelautan sebagai bagian dari judul, kata kunci dan / atau abstrak). Berdasarkan hasil studi tersebut, tidak ditemukan publikasi tentang literasi kelautan baik dari peneliti Indonesia maupun penelitian di Indonesia.

Secara eksplisit, Ilmu kelautan dan akuatik tidak ditemukan dalam kurikulum sekolah di Indonesia saat ini. Namun kedepannya, semua mata pelajaran dituntut dapat diintegrasikan dengan ilmu kelautan tersebut. Seperti halnya yang disampaikan oleh mendikbud bahwa wawasan kemaritiman tidak harus menjadi mata pelajaran, namun dapat disisipkan di hampir semua mata pelajaran dan kegiatan di sekolah. Upaya memasukkan materi tentang kelautan atau kemaritiman bukan untuk tujuan agar siswa-siswanya memiliki minat mengambil jurusan di Fakultas Kelautan, namun hal itu diharapkan agar siswa ‘melek’ terhadap kelautan, sehingga mampu merangsang keputusan dan kebijakan yang lebih baik di masa depan.

Untuk mencapai masyarakat yang melek laut, ilmu kelautan harus diintegrasikan ke dalam praktik pendidikan, penelitian, kurikulum, buku teks, dan penilaian (Tran, Payne, & Whitley, 2010). Dengan demikian, tren penelitian dalam pembelajaran dan pengajaran sains ke depan seharusnya juga diorientasikan ke literasi kelautan.

Kajian ini akan membahas mengenai literasi kelautan, meliputi pengertian, bagaimana seseorang yang dikatakan “melek kelautan” (*ocean literate*), prinsip penting, dan konsep dasar literasi kelautan. Kemudian, dilakukan identifikasi konsep dasar literasi kelautan dikaitkan dengan keilmuan khususnya pada mata pelajaran sains di sekolah. Selanjutnya, ditawarkan pendekatan dan metode yang sesuai dengan pembelajaran berbasis literasi kelautan. Saran untuk komunitas pendidikan kelautan juga diberikan. Yang terakhir, literasi kelautan dapat digunakan sebagai alat instruksional dalam pengajaran.

PEMBAHASAN

Mata pelajaran yang paling dekat dengan ilmu kelautan adalah pembelajaran sains karena konten materi dalam literasi kelautan sebagian besar tentang fisik lautan dan fenomena yang terjadi di lautan. Terdapat 7 prinsip penting literasi kelautan yang dirinci kedalam 45 konsep dasar (NOAA, 2013). 7 prinsip literasi kelautan tersebut adalah (1) Lautan di bumi merupakan satu kesatuan yang memiliki banyak karakteristik, (2) Lautan dan kehidupan di dalamnya membentuk karakteristik bumi, (3) Lautan adalah faktor utama penentu cuaca dan iklim, (4) Adanya lautan adalah alasan mengapa bumi dapat ditinggali, (5) Lautan memiliki kekayaan biodiversitas dan ekosistem yang besar, (6) Lautan dan manusia memiliki hubungan yang tidak dapat dipisahkan, (7) Lautan masih belum banyak dieksplor. Dari tujuh prinsip penting tersebut, lima (5) diantaranya dipelajari di mata pelajaran sains. Begitu juga konsep dasarnya sebagian besar terkait sains (biologi, fisika, dan kimia). Identifikasi konsep dasar literasi kelautan dikaitkan dengan keilmuan Biologi (B), Fisika

(F), Kimia (K), Matematika (M), Geografi (G), Sosial (So), Ekonomi (E), dan Ip (Ipteks) ditunjukkan lebih rinci dalam Tabel 1 dibawah ini:

Tabel.1 Identifikasi Konsep Dasar Literasi Kelautan Dikaitkan dengan Keilmuan

Prinsip Penting		1								2								3								4							
Konsep Dasar	a	b	c	d	e	f	g	h	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	f	g	a	b	c										
Mata Pelajaran	B		X			X	X	X	X		X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X										
	F		X	X		X									X	X	X		X														
	K				X				X							X		X															
	M																																
	G	X	X	X	X			X		X			X			X																	
	So																																
	E																																
	Ip																																
Prinsip Penting		5								6								7								Jumlah							
Konsep Dasar	a	b	c	d	e	f	g	h	i	a	b	c	d	e	f	g	a	b	c	d	e	f											
Mata Pelajaran	B	X	X	X	X	X	X	X	X					X					X				27										
	F																						7										
	K																						4										
	M																			X			1										
	G																						8										
	So									X	X	X	X	X	X	X	X	X					9										
	E										X												1										
	Ip																			X	X		2										

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa mata pelajaran sains lebih dekat dengan kelautan dibandingkan sosial, yaitu yang paling dekat adalah Biologi, kemudian Geografi, Fisika kemudian Kimia. Maka dari itu tidak heran jika penelitian yang dilakukan oleh Guest, Lotze, dan Wallace mengenai literasi kelautan pada siswa SMA di Kanada (2015) menyatakan bahwa pengetahuan pada umumnya lebih rendah untuk pertanyaan tentang salinitas, kelembaban, dan geografi, dibandingkan dengan pertanyaan terkait spesies atau biologis. Hanya 4 pertanyaan yang dijawab dengan benar oleh lebih dari 50% siswa, dan 3 di antaranya berhubungan dengan biologi, menunjukkan kesenjangan pengetahuan dalam konsep ilmu dasar laut. Kesenjangan ini juga diidentifikasi ketika Ballantyne menemukan bahwa siswa muda (usia 10-11) di Afrika Selatan memiliki minat dalam hewan laut, namun banyak persepsi yang salah tentang lingkungan laut, terutama pasang surut, gelombang dan arus. Di British Columbia, Kanada, skor rata-rata tes oseanografi fisik 7-pertanyaan yang diberikan kepada siswa sekolah dasar adalah 40%, dengan skor sangat rendah untuk arus dan geografi pesisir (Cummins dan Snively, 2000). Berdasarkan hasil studi diketahui bahwa pembelajar sering mengorientasikan diri mereka ke topik yang sudah mereka minati (Falk dan Storksdieck) dan dalam ilmu kelautan, siswa memiliki daya tarik yang tajam pada kehidupan hewan (Marrero, 2010). Berkaitan dengan kesenjangan tersebut, beberapa ahli yang fokus pada pendidikan kelautan merekomendasikan menggunakan pendekatan berbasis sistem dalam mengajarkan ilmu kelautan. Oleh

karena itu penulis pikir ini dapat diterapkan dalam mengajarkan mata pelajaran sains berbasis literasi kelautan.

Konsep dan ide sains yang mendasari prinsip-prinsip yang dapat digunakan untuk menyimpulkan literasi kelautan siswa adalah siklus air, siklus karbon, densitas, evolusi, dan fotosintesis. Siklus air dan karbon merupakan proses-proses yang sangat penting untuk memahami beberapa Prinsip Penting dan Konsep Dasar Literasi Kelautan, terutama prinsip 1-c, f, g; prinsip 2-a; prinsip 3-a, b, c, d, e, f, g; dan prinsip 6-a.

Penelitian menunjukkan bahwa memiliki pengetahuan tentang konservasi materi dan teori partikel dasar membantu siswa memahami siklus air sebagai gerakan melingkar air antara sumber dan atmosfer (Barand Galili 1994; Johnson 1998; Tytler 2000). Studi mengungkapkan bahwa siswa tidak mengerti bagaimana karbon di atmosfer mempengaruhi iklim dan cuaca, sedangkan yang banyak dipikirkan siswa adalah penipisan lapisan ozon menyebabkan pemanasan global (Tran, Payne, & Whitley, 2010). Memahami siklus air dan karbon sebagai sistem yang kompleks mungkin sangat penting bagi literasi kelautan dan akuatik, karena keterkaitan dan interkoneksi dari proses ini, dari jarak dan waktu, merupakan dasar bagi konsep dalam tujuh prinsip literasi kelautan. Pemikiran sistem dihargai dan didukung dalam Standar Nasional Pendidikan Sains di USA (National Research Council [NRC] 1996).

Sistem yang kompleks adalah kumpulan komponen, yang semuanya diperlukan agar sistem berfungsi. Sistem

yang kompleks bersifat hierarkis dan memiliki beberapa level yang berinteraksi (Wilensky dan Resnick 1999). Sistem mempertahankan stabilitas melalui umpan balik yang mengoreksi diri, dan bahkan perubahan kecil dapat memiliki efek yang signifikan. Berpikir sistemik adalah kemampuan untuk memahami dan menafsirkan sistem yang kompleks, dan terdiri dari berbagai jenis dan tingkat keterampilan berpikir (Richmond 1993). Berpikir dengan cara ini menantang dan siswa membutuhkan latihan dan pengalaman untuk menjadi mahir dalam memandang dunia sebagai sistem yang saling berhubungan. Ketika siswa tidak terbiasa berpikir sistemik dalam belajarnya, maka siswa gagal mengenali pentingnya faktor-faktor seperti waktu dan ruang ketika mempertimbangkan penjelasan sederhana dari sistem yang kompleks (Grotzer 2003), contohnya, bahwa diperlukan waktu bertahun-tahun untuk mengurangi jumlah karbon di atmosfer meskipun masukan antropogenik secara signifikan dikurangi secara instan. Selanjutnya, studi perbandingan antara para ahli (ilmuwan) dan siswa (siswa) mengungkapkan bahwa dalam memperhatikan keterkaitan komponen dalam suatu sistem, siswa cenderung untuk mengidentifikasi bagian-bagian dalam sistem, sementara para ahli berbicara tentang bagaimana bagian-bagian bekerja dan peran mereka dalam sistem secara keseluruhan (Tran, Payne, & Whitley, 2010).

Di masa ketika kita diharapkan untuk memahami dan menanggapi isu-isu sosiosaintifik yang semakin kompleks (misalnya, perubahan iklim global, tekanan lingkungan pada sumber daya pesisir dan laut, dan potensi bioteknologi dalam lautan), banyak orang sering memahami isu-isu tersebut sebatas bagaimana alam bekerja dan dengan pemahaman ilmiah yang tidak akurat tentang lautan (The Ocean Project, 2009). Kemampuan berpikir sistemik dalam menguasai literasi kelautan penting dimiliki agar mampu memahami dan menanggapi isu-isu sosiosaintifik yang banyak ditemukan pada kehidupan laut dan pesisir tersebut.

Penulis merekomendasikan metode pengajaran yang memfasilitasi kemampuan berpikir sistemik antara lain: Pertama, memberikan peluang bagi siswa untuk menggunakan model, dan lebih khusus lagi, untuk membuat, memanipulasi, dan merevisi model. Para siswa menunjukkan peningkatan ketika mereka memiliki kesempatan untuk bekerja dengan model-model selama beberapa perulangan sehingga mereka dapat merancang model mereka, menguji ide-ide mereka, memikirkan kembali, merevisi, dan menguji ulang beberapa kali (Edelson 2002). Siswa juga dapat menggunakan lingkungan pembelajaran berbasis komputer. Hal tersebut karena model-model baik fisik maupun virtual menjadikan yang tak terlihat, elemen abstrak, dan tidak berwujud menjadi terlihat, konkret, dan nyata bagi siswa.

Kedua, struktur dan bimbingan dari guru kelas berpengetahuan dan terampil sangat penting untuk belajar. Para guru memiliki kemampuan berpikir sistem, memahami sistem yang kompleks, dan memberikan dukungan kepada siswa ketika mereka berjuang dalam melakukan tugas. Ketiga, peluang bagi siswa untuk memiliki kendali atas pengalaman belajar mereka sendiri, serta untuk membicarakan dan merefleksikan ide-ide

mereka dengan rekan-rekan mereka membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir sistem.

Studi dalam artikel ini memberikan tiga saran utama bagi komunitas pendidikan kelautan. Pertama, pendekatan berbasis sistem untuk konsep dan proses penting, seperti siklus air dan karbon, dapat mendukung literasi laut. Berpikir sistemik memiliki daya penjas dan prediktif yang hebat dan sepadan dengan waktu dan upaya yang dibutuhkan untuk membantu siswa mencapai keterampilan ini. Kedua, memahami proses global dari perspektif sistem membutuhkan jenis keterampilan berpikir yang menantang untuk dikembangkan. Strategi yang dapat mendukung pemikiran sistem meliputi: 1) memastikan bahwa guru memiliki pengetahuan pedagogi yang canggih untuk mengarahkan pemikiran siswa; 2) merancang kegiatan yang memberi siswa kontrol untuk membuat dan memanipulasi model (virtual dan fisik); dan 3) memberikan kesempatan bagi siswa untuk berbicara dengan teman sebaya untuk merenungkan, mengartikulasikan, dan berbagi pemikiran mereka. Ketiga, lingkungan belajar informal (misalnya, akuarium, museum, pusat sains) menyediakan akses secara langsung ke objek, organisme, dan fenomena untuk peserta didik. Hal ini memiliki efek jangka panjang pada minat dan motivasi individu untuk belajar dan bertindak. Sejalan dengan penelitian Wyles et al (2013) yang menghasilkan bahwa kunjungan ke akuarium secara signifikan meningkatkan keseluruhan sikap dan niat pengunjung. Pembelajaran kooperatif *fieldtrip* juga dapat meningkatkan hasil kognitif siswa mengenai ekologi laut dan isu-isu mengenai konservasi (Sattler dan Bogner, 2016).

Sedangkan alat instruksional yang dapat diadopsi untuk mengimplementasikan pendidikan kelautan adalah the *Ocean Literacy Scope and Sequence for Grades K-12*. Singkatnya, *Ocean Literacy Scope and Sequence for Grades K-12* adalah alat instruksional yang menunjukkan bagaimana konsep dalam ilmu kelautan saling berhubungan, dan dengan demikian mendukung pendekatan berbasis sistem untuk mengajar dan belajar tentang lautan. Diagram alur konseptual (*The Conceptual Flow Diagrams*) untuk panduan setiap pengguna prinsip (termasuk pendidik, kurikulum, pengembang program, dan administrator) melalui urutan pengajaran dan pembelajaran potensial. Pengurutan dan pembuatan ide-ide ini di seluruh tingkatan kelas (tingkat ke-2 sampai dengan ke-12) dalam setiap Prinsip Literasi Kelautan (*Ocean Literacy Principle*) menggambarkan bagaimana cara berpikir siswa dapat digeser dari satu tingkat perkembangan ke tingkat berikutnya.

Prinsip-prinsip literasi kelautan dalam setiap kelas menekankan hubungan timbal balik konsep pada tingkat perkembangan tertentu. Konsep yang disampaikan dengan menggunakan diagram aliran konseptual dan pengalaman belajar yang menarik akan memungkinkannya siswa untuk mencerminkan, mengartikulasikan, dan berbagi pemikiran mereka; membangun koneksi pribadi yang akan memiliki efek jangka panjang pada motivasi mereka untuk belajar dan bertindak; dan akhirnya menjadi 'melek' kelautan (Tran, Payne, & Whitley, 2010).

KESIMPULAN

Langkah yang dapat ditempuh agar masyarakat Indonesia 'melek' kelautan adalah mengajarkan sains yang berbasis literasi kelautan dengan pendekatan berbasis sistem. Dengan pendekatan tersebut diharapkan siswa mampu memahami dan menanggapi isu-isu sosiosaintifik yang banyak ditemukan pada kehidupan laut dan pesisir. Komunitas pendidikan kelautan juga penting untuk ditumbuhkembangkan. Upaya-upaya tersebut diatas diharapkan dapat menjadikan masyarakat Indonesia, khususnya siswa semakin 'melek' kelautan. Penulis memberikan saran agar pendidik sains lebih memperhatikan literasi kelautan dalam pengajaran. Sedangkan alat instruksional yang penulis rekomendasikan untuk diadopsi adalah *the Ocean Literacy Scope and Sequence for Grades K-12*. Selain itu penulis juga merekomendasikan agar penelitian terkait literasi kelautan banyak dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada UMRAH yang telah membiayai publikasi artikel ini..

DAFTAR PUSTAKA

- Bar, V., and I. Galili. (1994). Stages of children's views about evaporation. *International Journal of Science Education* 16(2): 157-174.
- Ben-zvi-Assarf, O., and N. Orion. (2005). Development of system thinking skills in the context of Earth system education. *Journal of Research in Science Teaching* 42(5): 518-560.
- Cava, F., Schrodinger, S., Strang, C., & Tuddenham, P. (2005). Science content and standards for ocean literacy: A report on ocean literacy. Retrieved Desember 10, 2017, from http://www.coexploration.org/oceanliteracy/documents/OLit200405_Final_Report.pdf.
- Costa, S., & Caldeira, R. (2018). Bibliometric analysis of ocean literacy : An underrated term in the scientific literature, 87(July 2017), 149-157. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.10.022>.
- Cummins, S. Dan Snively, G. (2000). The Effect of Instruction on Children's Knowledge of Marine Ecology, Attitude Toward the Ocean, and Stances toward Marine Resource Issues. *Can J Environ Educ*: 5(1): 305-24.
- Edelson, D. C. (2002). Design research: What we learn when we engage in design. *The Journal of the Learning Science* 11(1): 105-121.
- Falk J.H. dan Storksdieck, M. (2010). Science Learning in A Leisure Setting. *J Res Sci Teach*: 47(2): 194-212.
- Grotzer, T. A. (2003). Learning to understand the forms of causality implicit in scientifically accepted explanations *Studies in Science Education* 39: 1-74.
- Guest, H., Lotze, H.K. dan D. Wallace. (2015). Youth and The Sea: Ocean Literacy in Nova Scotia, Canada. *Marine Policy* 58: 98-107.
- Johnson, P. (1998). Progression in children's understanding of a 'basic' particle theory: A longitudinal study. *International Journal of Science Education* 20(4): 393-412.
- Hoffman, M., and D. Barstow. (2007). Revolutionizing Earth System Science Education for the 21st Century, Report and Recommendations from a 50-state Analysis of Earth Science Education Standards. Cambridge, MA: TERC.
- Marrero, M. 2010. Uncovering Student Interest in The Ocean. *Current: Journal of Marine Education*. 26(3): 2-5.
- Matsumoto, K., Takeno K., Urata M., Matsubara M., Kato T., Suzuki N., and Hayakawa K. 2017. Evaluation of Marine Education's Effect in Elementary and junior high Schools—Analysis of the Value Consciousness Using Text Mining. *American Journal of Educational Research* 2017, 5 (1): 76-81.
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). (2013). Ocean Literacy: The Essential Principles and Fundamental Concepts of Ocean Sciences for Learners of All Ages. Washington, DC: NOAA.
- National Research Council (NRC). (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Payne, D. L., and T. D. Zimmerman. (2010). "Beyond Terra Firma: Bringing Ocean and Aquatic Sciences to Environmental and Science Teacher Education." In *The Inclusion of Environmental Education in Science Teacher Education*, edited by A. M. Bozdin, et al., 81-94. Dordrecht: Springer.
- Richmond, B. (1993). Systems thinking: critical thinking skills for the 1990s and beyond. *System Dynamics Review* 9(2): 113-133.
- Sattler, Sabrina & Bogner, Franz X. (2016). Short- and long term outreach at the zoo: cognitive learning about marine ecological and conservation issues. *Environmental Education Research*.
- Strang, C., DeCharon, A., & Schoedinger, S. (2007). Can you be science literate without being ocean literate? *Current: The Journal of Marine Education*, 23(1), 7-9.
- The Ocean Project. (2009). America, the ocean, and climate change: Key findings. Retrieved from http://www.theoceanproject.org/resources/America_the_Ocean_and_Climate_Change.php.
- Tran, L. U., Payne, D. L., & Whitley, L. (2010). Research on learning and teaching ocean and aquatic sciences. *NMEA Special Report #3: The Ocean Literacy Campaign*, 22-26.
- Tytler, R. (2000). A comparison of Year 1 and Year 6 students' conceptions of evaporation and condensation: Dimensions of conceptual progression. *International Journal of Science Education* 22(5): 447-467.
- Wilensky, U., and M. Resnick. (1999). Thinking in levels: A dynamic systems approach to making sense of the world. *Journal of Science Education and Technology* 8(1): 3-19.
- Wyles, K. J., Pahl, S., White, M., Morris, S., Cracknell, D., & Thompson, R. C. (2013). Towards a Marine Mindset: Visiting an Aquarium Can Improve

Attitudes and Intentions Regarding Marine Sustainability. *Visitor Studies* 16(1): 95-110.

Yeung, S. (1998). "Environmental Consciousness among Students in Senior Secondary Schools: The Case of Hong Kong." *Environmental Education Research* 4: 251-268.