

STEM pada Pengembangan Modul Ekologi

Tutut Indah Sulistiyowati¹, Farida Nurlaila Zunaidah^{2*}

Universitas Nusantara PGRI Kediri

e-mail korepondensi: farida@unpkdr.ac.id

ABSTRACT

STEM is one of the learning approaches that integrate multidisciplinary knowledge, namely science, mathematics, technology, and engineering. Previous studies suggest that students due to several reasons deem the content difficult. Not all discussion topics in ecology can be done using the STEM approach. Productivity content is one of the contents in ecology course that is a requirement to be taught to Biology and Biology Education undergraduate students. The research was using a qualitative analysis method that consisted of the following three main stages: Content character analysis, Competency Identification, and STEM element mapping. The research conclusion is that STEM mapping in a lecture activity can be packaged in the development of the ecology module.

KEYWORDS: *Module, STEM, Productivity*

ABSTRAK

STEM merupakan salah satu pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan pengetahuan multidisiplin, yaitu sains, matematika, teknologi, dan teknik. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa siswa karena beberapa alasan menganggap konten sulit. Tidak semua topik pembahasan dalam ekologi dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan STEM. Muatan produktivitas merupakan salah satu muatan mata kuliah ekologi yang menjadi syarat untuk diajarkan kepada mahasiswa S1 Pendidikan Biologi dan Pendidikan Biologi. Penelitian ini menggunakan metode analisis kualitatif yang terdiri dari tiga tahapan utama: analisis karakter konten, Identifikasi Kompetensi, dan pemetaan elemen STEM. Kesimpulan penelitian adalah pemetaan STEM dalam kegiatan perkuliahan dapat dikemas dalam pengembangan modul ekologi.

KATA KUNCI: Modul, STEM, Produktifitas

Article History

Received: 14 Juli 2023

Revised: 23 Juli 2023

Accepted: 25 Juli 2023

PENDAHULUAN

Perkembangan Pendidikan dibutuhkan dalam mempersiapkan siswa agar dapat menghadapi masa depannya. Pendidikan konvensional pada masa lampau hanya mengedepankan keterampilan guna membekali siswa untuk melakukan pekerjaan-pekerjaan sederhana yang bisa didekati dari monodisiplin ilmu. Sedangkan era revolusi industri 4.0 menuntut siswa memiliki keterampilan pemecahan masalah multidisiplin ilmu (Zubaidah, 2018). Sehingga sangat dibutuhkan berbagai pendekatan bidang Pendidikan yang dapat membekali siswa mengerjakan dan memecahkan masalah dari berbagai cabang keilmuan. Pengintegrasian berbagai disiplin ilmu memberikan kontribusi pada berbagai kompetensi antara lain pada kemampuan pemecahan masalah, berpikir kritis, membuat koneksi dunia nyata (DeCoito, 2014).

STEM merupakan salah satu bentuk pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan multidisiplin ilmu, antara lain sains, matematika, teknologi, dan teknik (America After 3PM, 2014). Istilah STEM pertama kali dimunculkan oleh NSF (National Science Foundation) Amerika Serikat (Syukri et al., 2013). Kebanyakan pengaplikasian STEM dilakukan dengan pembelajaran berbasis masalah (Problem base learning) dan proyek (Project base learning) (Ismayani, 2016). Tujuan penggunaan pendekatan STEM adalah agar dapat menghasilkan pembelajaran yang bermakna bagi siswa melalui integrasi berbagai bidang ilmu pengetahuan, konsep, dan keterampilan secara sistematis (Afriana et al., 2016). Pembelajaran STEM dapat melatih keterampilan siswa dalam berbagai hal, antara lain: analisis data, metakognisi, literasi informal, kesadaran global, pemecahan masalah, inisiatif, kepemimpinan, dan fleksibilitas (Idin, 2018).

Materi produktivitas merupakan salah satu materi dalam mata kuliah ekologi yang wajib diajarkan pada mahasiswa calon sarjana biologi dan Pendidikan biologi. Berdasarkan hasil studi pendahuluan, materi ini dianggap sulit oleh mahasiswa karena berbagai alasan, salah satunya karena materi ini tidak dapat langsung dipraktikkan (hasil penelitian ini sudah terpublikasi pada seminar internasional ICMScE 2021 yang diselenggarakan oleh Universitas Pendidikan Indonesia). Materi produktivitas meliputi produktivitas primer dan produktivitas sekunder. pada materi ini, mahasiswa dituntut untuk mencapai pemahaman tentang transfer energi dalam suatu ekosistem (Azkab, 2000)(Miniat et al., 2008). Mengukur seberapa banyak jumlah energi cahaya yang mampu dikonversi menjadi energi kimia adalah hal yang sulit dipahami hanya dengan membaca literatur. Untuk mengatasi berbagai kesulitan tersebut, diperlukan sebuah media agar siswa dan guru dapat melakukan proses pembelajaran yang menyenangkan dan dapat mencapai tujuan pembelajaran (Setiawan & Dores, 2019)(Oktavia, 2019).

Dengan tingkat kesulitan materi yang tinggi, maka materi produktivitas membutuhkan disiplin ilmu lain yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran. Telah disampaikan di awal bahwa STEM adalah salah satu pendekatan yang menggunakan multidisiplin ilmu. Namun, tidak semua materi dapat dibelajarkan

dengan menggunakan metode ini (Stewart & Wilkerson, 2013). Setiap materi memiliki karakteristik tersendiri, sehingga harus disesuaikan dengan pendekatan yang sesuai (Donnelly & Fitzmaurice, 2005). Sehingga penting untuk memetakan letak tahapan-tahapan STEM pada materi produktivitas agar tujuan pembelajaran dapat tercapai.

Untuk mendukung proses perkuliahan agar berjalan lebih baik, maka STEM dikemas dalam sebuah modul perkuliahan. Pengembangan modul ekologi berbasis STEM menyajikan tahapan-tahapan STEM dalam kegiatannya. Pada dasarnya modul digunakan untuk membantu mahasiswa agar dapat melakukan pembelajaran secara mandiri. Belajar secara mandiri disini bisa belajar kapan saja dan dimana saja, namun alur belajar harus tetap diarahkan agar mahasiswa mendapat ilmu, pengalaman dan keterampilan yang berharga pada tiap proses belajarnya (Arisya et al., 2021). Tahapan-tahapan pada STEM membantu mahasiswa untuk dapat belajar secara mandiri namun tetap terarah dan terdapat hasil akhir yang harus tetap dilaporkan kepada dosen.

METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari hingga Agustus 2021 dengan menggunakan metode analisis kualitatif melalui tiga tahapan utama sebagai berikut:

1. Analisis karakter materi

Setiap materi ajar pasti memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Pada penelitian ini, materi yang diajarkan adalah produktivitas. Dasar untuk memahami topik ini adalah siklus unsur kimia dan proses metabolisme tumbuhan. Produktivitas sangat dipengaruhi oleh proses fotosintesis, respirasi, transpirasi dan evaporasi (Azkab, 2000)(Minit et al., 2008)(Yulianto et al., 2014). Tahap analisis materi ini didampingi oleh dua orang ahli materi dari Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim dan Universitas Borneo Tarakan melalui Focus Group Discussion (FGD). Analisis karakter materi ini menghasilkan rumusan kompetensi yang harus dicapai mahasiswa dalam pembelajaran.

2. Identifikasi kompetensi

Pada tahap ini, rumusan kompetensi yang diperoleh pada tahap pertama dijabarkan ke dalam bentuk kata kerja operasional dan menghasilkan indikator-indikator pencapaian untuk memudahkan pengajar dalam menilai hasil pembelajaran.

3. Pemetaan unsur STEM

Tahap pemetaan unsur STEM didiskusikan dalam FGD dengan mengundang ahli sebagai narasumber. Pada penelitian ini, ahli STEM yang mendampingi adalah dari IKIP Budi Utomo Malang. Pemetaan ini menghasilkan penjabaran aspek - aspek pada masing-masing unsur STEM.

HASIL dan PEMBAHASAN

Karakter materi dan kompetensi

Indikator dirumuskan berdasarkan analisis karakter materi dan identifikasi kompetensi (Widyaiswara, 2015). Berdasarkan hasil FGD, diperoleh indikator pencapaian materi Produktivitas adalah sebagai berikut:

1. Mahasiswa mampu menjelaskan produktivitas primer dan sekunder
2. Mahasiswa mampu mengestimasi produktivitas sekunder dalam suatu komunitas
3. Mahasiswa mampu merancang alat ukur respirasi tumbuhan secara sederhana

Indicator-indikator ini memungkinkan materi produktivitas dibelajarkan dengan pendekatan STEM. Sehingga, pada tahap berikutnya dapat dipetakan unsur-unsur STEM dalam materi (table 1). Pendekatan STEM diharapkan dapat membuat mahasiswa lebih memahami materi Produktivitas dengan baik.

Table 1. Pemetaan unsur STEM dalam topik Produktifitas

Sains	Teknologi
<ol style="list-style-type: none"> 1. Faktual : Energi cahaya dalam ekosistem dikonversi menjadi energi primer dan selanjutnya dikonversi menjadi biomassa baru atau yang disebut produksi sekunder 2. Konseptual : Produktivitas primer pada ekosistem dipengaruhi oleh energi dan factor pembatas 3. Prosedural : Membuat dan menggunakan alat respirasi sederhana untuk menguji respirasi tumbuhan 4. Metakognitif : mampu menghitung produksi sekunder dalam ekosistem 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alat respirasi tumbuhan 2. Internet untuk mencari informasi terkait rumah hemat energi dan rangkaian listrik 3. Komputer untuk membuat laporan
Engineering	Matematika
<ol style="list-style-type: none"> 1. Menganalisis aliran energi yang terdapat di lingkungan sekitar 2. Merancang cara kerja untuk mengamati aliran energi yang terdapat di lingkungan 3. Membuat membuat alat respirasi sederhana untuk mengukur respirasi tumbuhan 4. Menganalisis pada bagian mana terjadi gangguan dan mengevaluasi hasil pekerjaan 5. Merancang ulang jika diperlukan berdasarkan hasil evaluasi 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mentabulasikan data 2. Menghitung jumlah produksi primer dari respirasi tumbuhan yang diamati

STEM terdiri atas 4 tahapan seperti yang dipetakan dalam table 1. Setiap tahapan memiliki rencana kegiatan yang harus dikerjakan oleh mahasiswa. Kegiatan dapat dirancang secara mandiri maupun secara berkelompok. Pemetaan pada tiap tahapan

STEM bertujuan agar kegiatan yang dilakukan oleh mahasiswa dapat dikerjakan secara terarah, runtut dan sistematis (Xie et al., 2015). Pemetaan perlu dilakukan agar jelas kegiatan apa saja yang harus dilakukan disetiap tahapan STEM. pemetaan STEM penting juga digunakan untuk meminimalisir kesalahan konsep antara teori dan praktik agar apa yang dipahami dalam sebuah materi dapat selaras dengan napa yang akan dipraktikkan (Xie et al., 2015).

Tahap Sains dipetakan pada bagian pemahaman teori materi produktifitas. Pada tahap Sains ini disajikan materi terkait produktifitas yakni Produktivitas primer pada ekosistem dipengaruhi oleh energi dan factor pembatas. Hal ini terkait dengan energi cahaya yang merupakan energi primer dalam sebuah ekoistem yang diproses menjadi biomassa baru yang disebut produksi sekunder, yakni sesuatu yang dihasilkan dari hasil pengolahan energi primer yakni energi cahaya. Pada tahap sains menyajikan faktualitas yang memang benar-benar terjadi dialam lalu dihubungkan dalam sebuah konseptual yang didukung dengan teori-teori tertentu (Kelley & Knowles, 2016). Selain itu ketika sudah memahami konsep yang ada, perlu adanya pendalaman konsep lebih lanjut dengan Menyusun prosedur kegiatan praktikum untuk membuktikan kebenaran teori yang ada. Hasil yang didapat pada pendalaman konsep pada kegiatan praktikum dirumuskan dan diolah menjadi data yang siap untuk dibuktikan apakah sesuatu yang sudah dicoba dalam sebuah kegiatan praktikum sesuai dengan teori yang ada (Bybee, 2010a). Hasil yang didapat adalah mahasiswa akan lebih memahami konsep secara teori dan praktik.

Tahap selanjutnya ada Teknologi dipetakan dalam kemampuan menggunakan alat praktik dengan tepat dan benar serta kemampuan dalam menggunakan teknologi lain seperti computer atau laptop untuk mencari informasi pendukung terkait materi yang di uji cobakan (Ejiwale, 2015). Penggunaan computer atau laptop juga digunakan untuk mempermudah dalam menganalisis data hasil uji. Selain itu penyusunan laporan kegiatan praktikum juga dapat dipermudah dengan penggunaan computer atau laptop. Jadi pada tahap ini yang dinilai adalah seberapa mahir mahasiswa dalam memanfaatkan dan mengaplikan alat praktik serta tekonologi pendukung dalam mengolah data dan menyajikan sebuah data pada sebuah laporan praktikum.

Tahap Engineering yang dipetakan dalam sebuah kegiatan merencanakan kegiatan praktikum, menyiapkan atau membuat alat untuk mendukung kegiatan praktikum serta melakukan uji ulang jika ada kesalahan pengujian (Kennedy & Odell, 2014). Alat yang digunakan tidak harus rumit, bisa berupa alat sederhana bahkan bisa membuat atau mengembangkan sendiri. Alat-alat yang dikembangkan atau dibuat secara mandiri dapat menggunakan bahan-bahan yang ada di lingkungan sekitarnya. Hal yang menjadi point penting disini adalah alat yang digunakan harus sesuai dengan materi dan kegiatan praktikum yang akan dilakukan. Kesesuaian alat yang digunakan dapat mendukung kegiatan praktikum dan mempermudah dalam membuktikan konsep yang sedang diuji.

Artinya alat yang digunakan harus tepat guna dan benar-benar dapat membantu membuktikan kebenaran sebuah teori. Selain menyiapkan alat, pada tahap ini merancang prosedur kerja kegiatan praktikum yang akan dilakukan agar berjalan secara sistematis. Dalam tahap ini juga terdapat kegiatan menganalisis hasil uji coba dan merancang ulang kegiatan apabila terjadi kesalahan ketika melakukan kegiatan praktikum (English, 2016).

Terakhir ada Matematika merupakan tahap tabulasi dan perhitungan data hasil pengamatan. Pada tahap ini data hasil pengamatan diolah secara kuantitatif dan kualitatif. Data diolah pada rumusan tertentu sehingga menghasilkan data akhir yang dapat dibaca dan diartikan untuk menentukan kesimpulan hasil praktikum (Shernoff et al., 2017). sebelum data diolah data harus ditabulasi terlebih dahulu untuk mempermudah penghitungan. Sesudah penghitungan pun data juga dapat ditabulasi untuk mengetahui hasil akhir pengolahan data. Data yang sudah ditabulasi akan mudah untuk dibaca dan diartikan. Tabulasi data dapat berupa table, diagram batang, diagram lingkaran dan sejenisnya. Jadi pada tahap ini mahasiswa dituntut mahir dalam mengolah data data hasil kegiatan praktikum. pengolahan data dimulai dari perumusan, penghitungan sampai tabulasi data akhir untuk dapat diartikan hasil akhirnya dan dapat disimpulkan.

Pada dasarnya pemetaan kegiatan pada tiap tahapan STEM yang dikemas dalam sebuah pengembangan modul ekologi digunakan untuk mempermudah mahasiswa. Ketika mahasiswa jelas dan paham kegiatan apa saja yang harus dilakukan pada tiap tahap STEM maka kegiatan pembelajaran yang dilakukan akan berjalan secara sistematis dan terarah. Kegiatan yang tersusun secara sistematis dan terarah akan membantu dalam membentuk pengalaman belajar yang berharga, pemahaman konsep yang mendalam serta keterampilan yang diaplikasikan dengan tepat (Bybee, 2010b). Hal yang menarik dalam pemetaan STEM adalah kegiatan yang susunannya sudah dibidangkan secara sistematis akan mempermudah dosen dan mahasiswa dalam melakukan proses perkuliahan sampai nantinya diperoleh hasil akhir berupa laporan praktikum yang merupakan pembuktian konsep teori dalam praktik.

KESIMPULAN dan SARAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah pemetaan STEM pada sebuah kegiatan perkuliahan dapat dikemas dalam sebuah pengembangan modul ekologi, dimana modul merupakan sebuah bahan ajar yang dapat digunakan untuk belajar secara Bersama antara dosen dan mahasiswa serta secara mandiri yakni mahasiswa melakukan kegiatan belajar secara mandiri. Pemetaan STEM bertujuan untuk memetakan kegiatan pembelajaran yang sesuai pada tiap tahapan STEM agar tercipta pembelajaran yang sistematis dan terarah. Hasil akhir yang diharapkan dengan pemetaan ini adalah membantu dalam membentuk pengalaman belajar yang berharga, pemahaman konsep yang mendalam serta keterampilan yang diaplikasikan dengan tepat pada diri tiap mahasiswa.

DAFTAR RUJUKAN

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan Project Based Learning Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Ditinjau dari Gender. *Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 1–11. <https://doi.org/https://doi.org/10.21831/jipi.v2i2.8561>
- America After 3PM. (2014). *Full STEM Ahead: Afterschool Programs Step Up as Key Partners in STEM Education*. <http://www.afterschoolalliance.org/aa3pm/STEM.pdf>
- Arisya, F., Haryati, S., & Holiwarni, B. (2021). PENGEMBANGAN MODUL BERBASIS STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING AND MATHEMATICS) PADA MATERI SIFAT KOLIGATIF LARUTAN. *Jurnal Pendidikan Kimia Universitas Riau*, 6(1), 37–44. <https://doi.org/10.33578/jpk-unri.v6i1.7787>
- Azkar, M. H. (2000). PRODUKTIVITAS DI LAMUN. *Oseana*, 25(1), 1–11. [http://oseanografi.lipi.go.id/dokumen/oseana_xxv\(1\)1-11.pdf](http://oseanografi.lipi.go.id/dokumen/oseana_xxv(1)1-11.pdf)
- Bybee, R. W. (2010a). *Advancing STEM Education: A 2020 Vision*. 30. <https://www.proquest.com/openview/75bbe8b13bf3f54ebd755333ffd8621e/1?pq-origsite=gscholar&cbl=34845>
- Bybee, R. W. (2010b). What Is STEM Education? *Science*, 329(5995), 996. <https://doi.org/10.1126/science.1194998>
- DeCoito, I. (2014). Focusing on Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) in the 21st Century. *Ontario Professional Surveyor*, 57(1), 34–36. https://www.krcmar.ca/resource-articles/2014_Winter_Focusing_on_STEM_0.pdf
- Donnelly, R., & Fitzmaurice, M. (2005). *Designing Modules for Learning*. Dublin Institute of Technology: Ireland. <https://arrow.tudublin.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1004&context=ltcbk>
- Ejiwale, J. A. (2015). Barriers To Successful Implementation of STEM Education. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 7(2), 63–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.11591/edulearn.v7i2.220>
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(3), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Idin, S. (2018). An Overview of STEM Education and Industry 4.0. In *Research Highlights in STEM Education* (pp. 194–208). ISRES Publisher. <https://www.isres.org/an-overview-of-stem-education-and-industry-40-110-s.html#.YXseP55BzIU>
- Ismayani, A. (2016). Pengaruh Penerapan STEM Project-Based Learning terhadap Kreativitas Matematis Siswa SMK. *Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education*, 3(4), 264–272. http://idealmathedu.p4tkmatematika.org/wp-content/uploads/IME-V3.4-07.Ani_Ismayani.pdf
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(11), 1–11.

<https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>

- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging Students in STEM Education. *Science Education International*, 25(3), 246–258. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1044508.pdf>
- Miniat, C. F., Mitchell, R. J., & Teskey, R. O. (2008). Water table depth affects productivity, water use, and the response to nitrogen addition in a savanna system. *Canadian Journal of Forest Research*, 38(8), 2118–2127. <https://doi.org/10.1139/X08-061>
- Oktavia, R. (2019). Bahan Ajar Berbasis Science , Technology , Engineering , Mathematics (STEM) untuk Mendukung Pembelajaran IPA Terpadu. *SEMESTA Pendidikan IPA*, 2(1), 32–36. <https://doi.org/https://doi.org/10.24036/semesta/vol2-iss1/40>
- Setiawan, B., & Dores, O. J. (2019). PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERBASIS KETERAMPILAN METAKOGNISI DALAM UPAYA MENINGKATKAN KEMAMPUAN LITERASI MATEMATIS MAHASISWA. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia*, 4(2), 68–72. <https://doi.org/https://doi.org/10.26737/jpmi.v4i2.1412>
- Shernoff, D. J., Sinha, S., & Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education*, 4(13). <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s40594-017-0068-1>
- Stewart, J. L., & Wilkerson, V. L. (2013). *A Guide to Teaching With Modules*. Hope Collage: Washington DC. https://www.researchgate.net/publication/251165712_A_Guide_To_Teaching_With_Modules
- Syukri, M., Halim, L., & Meeran, S. (2013). “Pendidikan STEM dalam Entrepreneurial Science Thinking ‘EsciT’ Satu Perkongsian Pengalaman dari UKM untuk Aceh.” *Aceh Development International Conference 2013*, 105–112. https://www.researchgate.net/publication/235993770_Pendidikan_STEM_dalam_Entrepreneurial_Science_Thinking_ESciT_Satu_Perkongsian_Pengalaman_dari_UKM_untuk_ACEH
- Widyaiswara, N. D. (2015). MERANCANG PENCAPAIAN KOMPETENSI DASAR MELALUI PERUMUSAN INDIKATOR. *Artikel E-Buletin*. <https://adoc.pub/merancang-pencapaian-kompetensi-dasar-melalui-perumusan-indi.html>
- Xie, Y., Fang, M., & Shauman, K. (2015). STEM Education. *Annual Review of Sociology*, 41, 331–357. <https://doi.org/https://doi.org/10.1146/annurev-soc-071312-145659>
- Yulianto, D., Muskananfolo, M. R., & Purnomo, P. W. (2014). TINGKAT PRODUKTIVITAS PRIMER DAN KELIMPAHAN FITOPLANKTON BERDASARKAN WAKTU YANG BERBEDA DI PERAIRAN PULAU PANJANG, JEPARA. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(4), 195–200. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/marj.v3i4.7099>
- Zubaidah, S. (2018). Mengenal 4C: Learning and Innovation Skills untuk Menghadapi Era

Revolusi Industri 4.0. "2nd Science Education National Conference," 1–18.
https://www.researchgate.net/publication/332469989_MENGENAL_4C_LEARNING_AND_INNOVATION_SKILLS_UNTUK_MENGHADAPI_ERA_REVOLUSI_INDUSTRI_40_1