

## **BAB III. PjBL-ETNO-STEM: POTENSI DAN KONTRIBUSINYA DALAM PENINGKATAN KETERAMPILAN ABAD 21 DAN KARAKTER KONSERVASI MAHASISWA**

**Woro Sumarni<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Kimia FMIPA, Universitas Negeri

Semarang

worosumarni@mail.unnes.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.1529/kp.v1i6.135>

### **ABSTRAK**

Salah satu model pembelajaran yang amat disarankan untuk membekali keterampilan abad 21 adalah *Project Based Learning* (PjBL). Model pembelajaran ini dapat dipadukan dengan budaya local dan keempat aspek STEM. Keterpaduan ketiga hal tersebut memunculkan model pembelajaran inovatif PjBL-ethno-STEM yaitu pembelajaran berbasis proyek berpendekatan STEM terintegrasi etnosains. Tulisan ini memaparkan hasil kajian pustaka dan hasil penelitian tentang potensi dan kontribusi PjBL-ethno-STEM terhadap peningkatan keterampilan abad 21 dan karakter konservasi mahasiswa. Implementasi PjBL-ethno-STEM menggunakan sintaks PjBL dengan tahapan WORO SUMARNI (WoS-Ethno-STEM). Dari hasil penelusuran pustaka menunjukkan bahwa PjBL-ethno-STEM berpotensi untuk meningkatkan keterampilan 4C (berpikir kritis, kreatif, kolaborasi, dan komunikasi) dan karakter konservasi (tanggung-jawab, tangguh, jujur, peduli lingkungan) mahasiswa. Hal ini terbukti setelah diimplementasikan, serangkaian kegiatan yang dilakukan selama mengikuti PjBL-Ethno-STEM berkontribusi dalam meningkatkan keterampilan 4C dan karakter konservasi mahasiswa.

**Kata kunci:** karakter konservasi, keterampilan 4C, PjBL-ethno-STEM.

## PENDAHULUAN

Keterampilan 4C merupakan keterampilan abad ke-21 yang harus dimiliki semua orang, tidak terkecuali calon guru. Keterampilan tersebut meliputi *critical thinking & problem solving, creativity & innovative, collaboration, communication* (Kennedy *et al.*, 2016; Wardani *et al.*, 2017). Keterampilan 4C akan berkembang dengan baik apabila pendidik dengan sengaja mendorong potensi peserta didik dan dikelola dengan perencanaan pembelajaran yang baik (Anwar *et al.*, 2012). Calon guru kimia misalnya, harus pernah dihadapkan pada pengajaran kimia yang memberikan masalah nyata yang dapat menimbulkan tantangan dan motivasi untuk terlibat dalam proses pemecahan masalah (Ulger, 2018). Pembekalan akan keterampilan 4C tersebut, akan menunjang tugasnya di masa depan dalam menghasilkan generasi muda yang memiliki kemampuan menjadi *agent of change* (Rachmawati & Taylor, 2015).

Namun demikian, keberhasilan pendidikan tidak boleh mengorbankan warisan budaya dari para leluhur. Dominasi pengetahuan Barat seringkali menjadikan kita asing terhadap budaya sendiri. Oleh karena itu, sejalan dengan fungsi pendidikan sebagai wahana untuk melestarikan budaya bangsa maka calon guru wajib dikenalkan pada budaya local untuk dijadikan sebagai sumber belajar sains, karena banyak budaya local ternyata berkaitan erat dengan konsep-konsep sains.

Seluruh jenjang pendidikan di Indonesia harus ikut andil dalam pembentukan karakter bangsa, tdk terkecuali UNNES sebagai universitas berwawasan konservasi. Pendidikan karakter konservasi dapat diintegrasikan pada setiap mata kuliah (Ahmad *et al.*, 2021). Penanaman nilai-nilai karakter tidak hanya berhenti pada tataran kognitif saja, tetapi harus menyentuh pada internalisasi dan pengamalan nyata dalam kehidupan peserta didik (Badriyah & Sukati, 2021).

Karakter konservasi yang kuat akan menjadikan warga masyarakat dapat mengubah segala rintangan menjadi tantangan dan peluang, mampu mendayagunakan pengetahuannya untuk

memecahkan masalah di kehidupan kesehariannya (Rahayu, 2016), akan menjadi pribadi yang selalu berusaha melindungi dan melestarikan nilai budaya (Nahak, 2019) serta bertindak secara nyata terkait dengan penggunaan sumberdaya alam secara berkelanjutan agar dapat dinikmati generasi masa kini dan masa depan (Maridi, 2015). Oleh sebab itu, amat penting dilakukan pembelajaran yang memadukan antara konsep sains yang dipelajari dengan teknologi, *engineering* dan matematika untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaborasi, komunikasi (keterampilan 4C) sekaligus membekali karakter konservasi mahasiswa dengan tidak melupakan kearifan lokal di sekitar kehidupannya.

Sejalan dengan tuntutan di atas dan mengingat pentingnya keterampilan 4C dan karakter konservasi bagi siswa/mahasiswa, program pendidikan *preservice* sains di LPTK sebagai lembaga pencetak calon guru sains perlu melakukan perbaikan proses pembelajarannya, yang tidak hanya menekankan pada penguasaan konsep, tetapi juga memperhatikan kecakapan 4C dan karakter konservasi sebagai keterampilan *employability* yang digunakan untuk menerapkan pengetahuan dan relevan dengan aspek sosial untuk melakukan kinerja dengan baik. Oleh karena itu, calon guru sains, yang akan meningkatkan keterampilan 4C dan karakter konservasi bagi generasi mendatang haruslah ditingkatkan kemampuan 4C dan karakter konservasinya dahulu, selain kemampuan penguasaan konsep sainsnya.

Pengembangan keterampilan 4C dan karakter konservasi tersebut dapat dilakukan dengan menerapkan model pembelajaran inovatif yaitu PjBL-Ethno-STEM yang dapat diterapkan pada jenjang sekolah menengah sampai dengan perguruan tinggi. Pembelajaran berbasis proyek (PjBL) dipilih sebagai tempat siswa/mahasiswa memecahkan masalah menggunakan pengetahuan melalui kerja kolaboratif, yang didalamnya terkandung kegiatan komunikasi, berpikir kritis dan kreatif, melibatkan integrasi berbagai disiplin ilmu, dan menghubungkan apa yang dipelajari dengan kehidupan nyata (Lou *et al.*, 2017).

Permasalahannya, belum semua guru/dosen memahami pembelajaran bermuatan etnosains, pembelajaran STEM, pembelajaran STEM terintegrasi etnosains (ethno-STEM), pembelajaran berbasis proyek berpendekatan STEM terintegrasi etnosains (PjBL-ethno-STEM) dan bagaimana implementasinya dalam pembelajaran. Untuk mengetahui lebih jauh terkait apa itu PjBL-Ethno-STEM, bagaimana potensi dan kontribusinya dalam meningkatkan keterampilan abad 21 dan karakter mahasiswa? Dalam orasi ilmiah ini akan saya paparkan apa itu etnosains? Apa itu ethno-STEM? Bagaimana implementasi PjBL-ethno STEM? Bagaimana potensi dan kontribusinya dalam meningkatkan keterampilan 4C dan karakter konservasi?

### **APA ITU ETNOSAINS?**

Etnosains (*Ethnoscience*) adalah istilah yang berkembang antara tahun 1960 hingga 1965; berasal dari konsep "ethno- + science". Ethnos- berasal dari bahasa Yunani yang berarti 'bangsa', dalam arti luas *budaya bangsa* dan *scientia* dari bahasa Latin yang berarti *pengetahuan*. Etnosains berarti pengetahuan yang dimiliki oleh suatu bangsa atau suatu suku bangsa/ kelompok sosial tertentu dan sebagai bentuk kearifan lokal. Kata 'science' melibatkan pengamatan empiris terhadap besaran-besaran yang dapat diukur dan pengujian hipotesis untuk mendukungnya.

Etnosains mengacu pada sistem pengetahuan yang khas dari budaya tertentu yang sering disebut sebagai "pengetahuan asli (*indigenous knowledge*). Dengan demikian, etnosains memperkenalkan perspektif berdasarkan persepsi asli masyarakat, untuk memperoleh gambaran yang lebih lengkap tentang pengetahuan budaya. Etnosains telah berhasil digunakan pada beberapa studi budaya diantaranya berkaitan dengan bagaimana masyarakat memanfaatkan tanaman local akar tuba, umbi gadung, tembakau sebagai pestisida nabati tradisional yang digunakan dalam praktik pengendalian hama, pemanfaatan daun dan biji mimba (*azadirachta indica*) sebagai pembasmi larva aedes aegypti, pemanfaatan tanaman local sebagai jamu, sebagai

pewarna, penyedap rasa, adat-istiadat, kebiasaan, perilaku, seni, religi, bahasa, mitos dan symbol, dsb.

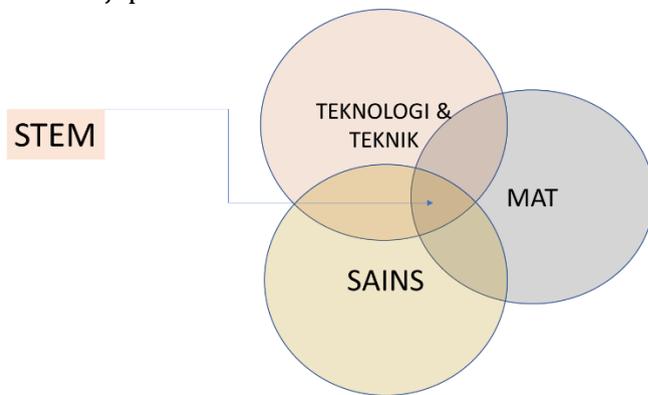
Integrasi Pengetahuan asli masyarakat sangat penting untuk mengembangkan karakter peserta didik (Sudarmin *et al.*, 2019). Pendidikan berbasis etnosains sejalan dengan upaya pemerintah dalam melestarikan budaya yang ada di Indonesia, yaitu pendidikan yang memberikan kesempatan yang luas bagi peserta didik untuk menguasai kompetensi yang diperlukan, serta mengembangkan kemampuan mereka sebagai pewaris budaya bangsa. Pendidikan berbasis etnosains sangat bermanfaat antara lain: (a) berperan serta dalam membentuk karakter bangsa; (b) ikut berkontribusi demi terciptanya identitas bangsa; (c) berperan dalam penanaman kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan analitis, (d) menjadikan pembelajaran sains bersifat kontekstual dan bermakna, (e) menanamkan sikap nasionalisme, (f) memupuk rasa cinta terhadap tanah air dan (g) ikut andil dalam melestarikan budaya bangsa.

Oleh karena itu, Etnosains perlu diintegrasikan ke dalam proses pembelajaran di kelas, untuk menghasilkan manusia Indonesia yang berkualitas dengan pendidikan yang berakar pada budaya bangsa yang beragam untuk membangun kehidupan bangsa masa kini dan menjadi dasar bagi kehidupan bangsa di masa mendatang (Permendikbud RI Nomor 69 Tahun 2013). Pengintegrasian etnosains /budaya local dalam pembelajaran sains inilah yang akan menjadi penentu kebermaknaan layanan pendidikan (Prasetyo, 2013; Battiste, 2005).

### **APA ITU PENDIDIKAN STEM?**

Sains, Teknologi, *Engineering*/Teknik, Matematika (STEM) merupakan disiplin ilmu yang berkaitan antara sains yang memerlukan matematika sebagai alat dalam mengolah data, dan teknologi serta teknik yang merupakan aplikasi dari sains (Afriana *et al.*, 2016; Torlakson, 2014). Gerakan pendidikan STEM menjadi terkenal di kalangan pendidik karena peningkatan teknologi dan perspektif teknologi global abad ke-21 (Shernoff *et al.*, 2017). Sampai saat ini pendidikan STEM diyakini dapat meningkatkan

pemahaman sains peserta didik (Wheeler *et al.*, 2019), karena program pendidikan terintegrasi STEM menghadirkan pendekatan pedagogis berbasis kolaboratif, langsung, dan inkuiri. Pendidikan STEM memotivasi lingkungan belajar dan mengarahkan peserta didik untuk menjadi pemecah masalah (Kopcha, *et al.*, 2017). Pendidikan STEM muncul dengan misi untuk mencapai tujuan pendidikan yang mempersiapkan peserta didik agar mampu bersaing di kehidupan masa depan dan menjawab tantangan tuntutan tenaga kerja yang handal. Keterpaduan keempat bidang STEM seperti tersaji pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Keterpaduan Keempat Bidang STEM

Pendidikan STEM sangat penting untuk diterapkan di era sekarang, karena integrasi STEM dalam pembelajaran mampu meningkatkan penguasaan konsep dan aktivitas belajar peserta didik, keterampilan berfikir tingkat tinggi, serta kemampuan dalam menguasai teknologi (Thibaut, *et al.*, 2018) (Fathoni, *et al.*, 2020). Pendidikan STEM mampu menciptakan sistem pembelajaran aktif karena keempat aspek STEM dibutuhkan secara bersamaan untuk menyelesaikan masalah yang bersifat multidimensional (Wijayanti & Fajriyah, 2018). Pendidikan STEM memberikan beragam kesempatan untuk memfasilitasi pembelajaran peserta didik melalui kegiatan merancang dan mengembangkan pemikiran mereka, sehingga membuat peserta didik mampu memecahkan masalah dengan lebih baik, mampu menjadi inovator, *inventors*, pekerja mandiri, pemikir logis, dan literat teknologi.

Pendidikan STEM dapat dikombinasikan dengan kebudayaan melalui pemanfaatan budaya local /sains tradisional (Sudarmin *et al.*, 2019). Apabila dalam penerapan pembelajaran STEM ini diintegrasikan dengan etnosains maka disebut pembelajaran berpendekatan STEM terintegrasi etnosains yang disingkat dengan etno-STEM. Integrasi etnosains dalam Pendidikan STEM ini sangat bermanfaat karena beberapa budaya lokal ternyata berkaitan erat dengan konsep-konsep sains.

Pembelajaran STEM terintegrasi etnosains membantu menyatukan pengetahuan lokal dan pengetahuan formal dengan proses yang lebih seimbang serta memiliki posisi yang strategis untuk memperkenalkan budaya lokal kepada mahasiswa, dan mahasiswa dapat melestarikan dan mengangkat budaya lokal sebagai media belajar yang unik dan menyenangkan (Prasetyo, 2013). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pembelajaran ethno-STEM berdampak positif pada ketrampilan abad 21 yaitu berpikir kritis dan kreatif (Sumarni & Kadarwati, 2020); kreativitas (Kakarndee *et al.*, 2018; Kuhn *et al.*, 2016; Kopcha *et al.* 2017); meningkatkan karakter konservasi mahasiswa (Sudarmin & Sumarni, 2018; Alim *et al.*, 2019) dan diyakini sebagai pembelajaran yang efektif untuk kerja kelompok (Ibe & Nwosu, 2017; Sudarmin & Sumarni, 2018).

### **APA YANG DIMAKSUD DENGAN MODEL PEMBELAJARAN PROJEK BERPENDEKATAN STEM**

Salah satu model pembelajaran berpendekatan saintifik yang amat disarankan untuk membekali keterampilan abad 21 adalah *Project Based Learning* (PjBL). PjBL dengan pendekatan STEM adalah suatu model pembelajaran dimana peserta didik diberikan suatu proyek untuk menyelesaikan permasalahan yang dilandasi aspek-aspek STEM yaitu *science, technology, engineering, dan mathematics*. Praktik PjBL telah lama digunakan oleh banyak pendidik. sebagai salah satu praktik pembelajaran inovatif yang membangun pembelajaran berdasarkan tantangan tugas atau masalah yang mengarahkan peserta didik untuk merancang, menyelidiki, menyimpulkan dan akhirnya membuat keputusan

dengan suatu produk (Uziak, 2016). Hasil-hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa dengan menerapkan model PjBL ini, para pendidik abad ke-21 dapat menciptakan praktik pengajaran yang lebih baik untuk mengajarkan konten *Science Technology Engineering Mathematics* (STEM) (Permanasari, 2016).

Dalam implementasinya, STEM PjBL memberikan tantangan dan melatih siswa untuk berpikir kritis, analisis, logis, matematis (Afriana *et al.*, 2016), membiasakan berpikir kritis dan kreatif (Permanasari, 2016) dan telah terbukti secara positif memengaruhi prestasi siswa (Furi *et al.*, 2018; Sumarni *et al.*, 2019), meningkatkan penguasaan pengetahuan (Firman, 2015), dan membantu siswa dalam menyadari pentingnya teori dan ilmu pengetahuan dalam pengelolaan sumber daya alam (Chonkaew *et al.*, 2016).

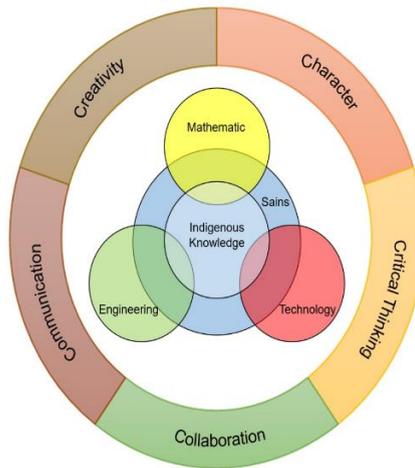
Hasil penelitian Ismayani (2016) dan Ulfaa *et al.* (2019) menunjukkan bahwa rata-rata pencapaian kemampuan berpikir kreatif matematis siswa sebelum dan sesudah pembelajaran dengan STEM PjBL berbeda secara signifikan. Demikian juga dengan hasil penelitian Furi *et al.* (2018) dan Kristiani *et al.* (2017) menunjukkan bahwa STEM PjBL berpengaruh besar terhadap peningkatan keterampilan berpikir kreatif siswa yang mencapai kategori tinggi (  $N\text{-gain} = 0,783$ ) dengan effect size sebesar 0,98. Hasil ini sejalan dengan temuan Han *et al.* (2016) yang mengungkapkan bahwa siswa yang dibelajarkan menggunakan STEM PjBL memiliki skor yang lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang dibelajarkan dengan PjBL non STEM.

### **APA ITU PJBL- ETHNO-STEM?**

Model pembelajaran berbasis proyek terintegrasi etno-STEM adalah model pembelajaran proyek yang didalamnya mengandung keterpaduan antara *Science, Technology, Engineering, Mathematics* dengan etnosains. Model STEM ini diterapkan untuk mengembangkan keterampilan dalam berpikir, kreatif, inovatif dan kolaboratif (National Academy of Engineering and National Research Council [NAE & NRC]. , 2014). Model pembelajaran seperti pada Gambar 3.1 berdasarkan kajian akademik Fogarty

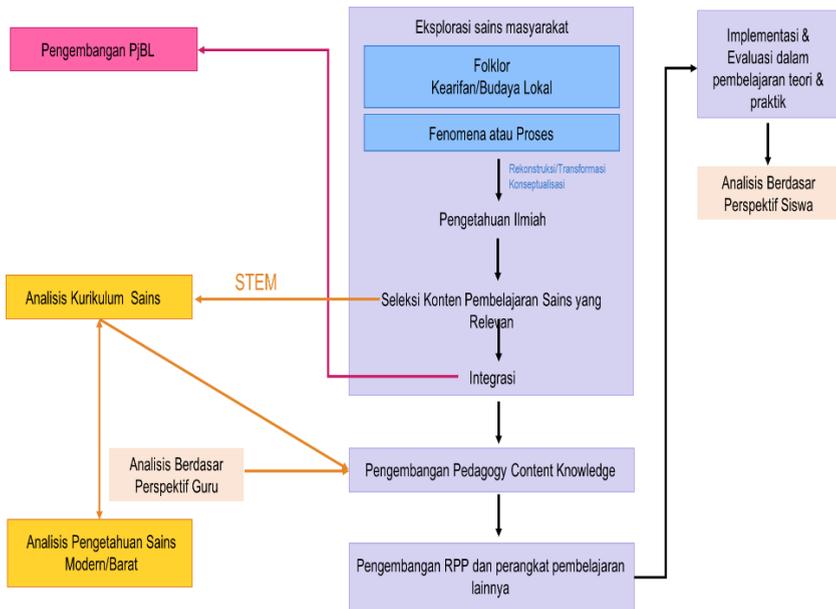
(1993) dan Sudarmin *et al.*, (2018) dihipotesiskan akan lebih bermakna dan efektif. Pembelajaran melalui Ethno-STEM ini mempersiapkan pembelajaran di era revolusi industri 4.0, yang dikenal juga dengan fenomena *disruptive innovation* yang menekankan bahwa siswa harus memiliki keterampilan literasi teknologi, multikultural, belajar dan berinovasi, terampil dalam hidup sosial dan budaya, berkolaborasi, berpikir kritis, serta komunikasi yang efektif (Sumarni & Kadarwati, 2020).

“Model PjBL- Ethno-STEM” yang dikembangkan, seperti disajikan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Model PBL-Ethno-STEM

Kerangka desain Pendidikan untuk mengintegrasikan etno-STEM dalam pembelajaran sains disajikan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Kerangka Desain Pendidikan untuk Mengintegrasikan Ethno-STEM dalam Pembelajaran Sains

Berdasarkan apa yang tersaji pada Gambar 3.3, pembelajaran berbasis proyek terintegrasi ethno-STEM dimulai dari eksplorasi budaya/kearifan lokal di suatu daerah yang setelah direkonstruksi terbukti berkaitan dengan konten sains yang sedang dipelajari. Kajian terkait teknologi dan teknik sebagai bentuk aplikasi dari konsep sains, serta matematika sebagai alat bantu olah data dan merepresentasikan simbol-simbol yang digunakan juga diintegrasikan ke dalam pembelajaran.

Desain PjBL-ethno-STEM dimulai dengan menetapkan tujuan yang terdefinisi dengan baik, perencanaan tugas yang membimbing mahasiswa untuk menghasilkan ide-ide/solusi untuk pemecahan masalah yang kompleks, dan perencanaan penilaian sumatif yang menuntut keterampilan berpikir tingkat tinggi. Implementasi PjBL- ethno-STEM menggunakan sintaks PjBL dengan tahapan WORO SUMARNI (WoS-Ethno-STEM) sebagai tersaji pada Tabel 3.1. Tahapan tersebut merujuk sintaks PjBL sebagaimana disampaikan oleh *The George Lucas Educational*

*Foundation* (2005) yang meliputi 1) *Start with essential question* , 2) *Design project* , 3) *Create schedule* , 4) *Monitoring the students and progress of project* , 5) *Assess the outcome* , and 6) *Evaluation the experience*. Selama menyelesaikan tugas proyek, mahasiswa dapat berkolaborasi dengan temannya. Jika mahasiswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikan tugas, maka dosen membimbing dan membantu para mahasiswa ini sebagai fasilitator dan motivator. Pada akhir proyek, mahasiswa diminta untuk mempresentasikan pengalaman, dan hasil proyeknya (Han *et al.*, 2016).

Tabel 3.1. Sintaks *Project Based Learning*-Ethno-STEM dengan Tahapan WoSu-ethno-STEM

| No | Sintaks PjBL-ethno-STEM | Fase   | Kegiatan Pembelajaran   |
|----|-------------------------|--|---|
| 1. | Wartakan                | Mewartakan kepada mahasiswa adanya fenomena <i>indigenous knowledge</i> di masyarakat yang berkaitan dengan konsep sains yang akan dibahas | Dosen mewartakan kepada mahasiswa tentang fenomena <i>indigenous knowledge</i> yang ada di masyarakat yang berkaitan dengan konsep sains yang akan dipelajari, misal fenomena 'hutan larangan', proses pemisahan campuran pada pembuatan jamu dari TOGA, pembuatan minyak cengkeh, proses perkaratan besi, pencoklatan pada buah yang sudah |

| No | Sintaks PjBL-ethno-STEM                    | Fase   | Kegiatan Pembelajaran  |
|----|--|--|--|
|    |  |  | dikupas, dan ketengikan pada minyak kelapa.  |
| 2  | Orientasi pada masalah                     | Mengorientasikan mahasiswa kepada bahan kajian, konteksnya pada masalah nyata di masyarakat yang perlu dipecahkan.   | Mahasiswa mengenali bahan kajian, baik melalui studi lapangan maupun studi literatur terkait sains, teknologi, teknik dan perhitungan matematis sejalan dengan cara penyelesaian masalahnya. |
| 3  | Rumuskan Pertanyaan Mendasar atau Esensial | Mengajak mahasiswa untuk merumuskan pertanyaan mendasar berupa masalah nyata yang terjadi di kehidupan untuk diselesaikan berdasarkan konsep sains yang dipelajari | Mahasiswa memformulasikan pertanyaan esensial dalam bentuk rumusan masalah untuk memberikan sebanyak-banyaknya ide yang akan dijawab dengan merancang suatu produk                           |
| 3  | Organisasikan mahasiswa untuk belajar      | Memfasilitasi mahasiswa untuk mempelajari konsep-konsep  | Mahasiswa mempelajari konsep-konsep sains dan  |

| No | Sintaks PjBL-ethno-STEM | Fase   | Kegiatan Pembelajaran   |
|----|-------------------------|--|---|
|    |                         | sains dan penerapannya melalui PjBL-ethnoSTEM.   | penerapannya melalui PjBL-ethnoSTEM sebagai dasar dalam merancang suatu produk untuk pemecahan masalah  |
| 4  | Sajikan hasil rancangan | Mahasiswa membuat sebuah rancangan produk, menyajikan hasil rancangannya dalam diskusi kelas untuk mendapat tanggapan. | Mahasiswa dengan kemampuan berpikirnya dilatih untuk kritis, kreatif, logis, dan mampu meramalkan hal-hal apa yang perlu mereka lakukan untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Dosen memfasilitasi mahasiswa untuk membuat jadwal beserta langkah-langkah kegiatan yang akan dilakukan beserta pengelolaannya. |
| 5  | Unjuk kerja/ujicoba     | Mahasiswa bekerja secara   | Mahasiswa bekerja secara  |

| No | Sintaks PjBL-ethno-STEM   | Fase  | Kegiatan Pembelajaran   |
|----|---|---|---|
|    | hasil rancangan   | berkelompok untuk melakukan ujicoba berdasarkan hasil rancangan yang telah disusun. Dosen melakukan observasi.  | berkelompok untuk melakukan ujicoba untuk menghasilkan produk. Dosen melakukan observasi menggunakan indikator yang telah disepakati.                                 |
| 6  | Membimbing dan memonitor penyelesaian proyek                              | Membantu mahasiswa mengelola aktivitas nya selama menyelesaikan proyek dengan selalu mengetahui kemajuan-kemajuan dan hambatan-hambatan yang mereka hadapi. | Mahasiswa menerapkan hasil rancangan proyeknya untuk memahami konsep , dan bersama dosen, mahasiswa memonitor kemajuan proyek yang mereka buat melalui jurnal harian. |
| 7  | Asosiasi informasi yang sudah dikumpulkan dari hasil kegiatan /eksperimen | Memfasilitasi terjadinya interaksi antar peserta didik juga antara peserta didik dengan dosen/ guru, lingkungan, dan sumber belajar lainnya untuk           | Pemberian stimulus kepada siswa agar lebih aktif dalam berkomunikasi lewat penyampaian ide, diskusi pemecahan masalah, diskusi pengolahan data,                       |

| No | Sintaks PjBL-ethno-STEM                               | Fase   | Kegiatan Pembelajaran  |
|----|---|--|--|
|    |   | mengelaborasi hasil proyeknya  | hingga cara mengomunikasikan hasil pembelajaran secara lisan maupun tulisan.   |
| 9  | Rangkaian tulisan sebagai suatu laporan dan publikasi | Laporan proyek   | Presentasi dan penyusunan laporan dalam bentuk artikel untuk publikasi   |
| 10 | Nilai proses, hasil proyek dan hasil belajarnya       | Mengajak mahasiswa melakukan penilaian proses dan hasil proyeknya ditinjau dari kelancaran kegiatan proyek mahasiswa dan hasil yang diperoleh (pengetahuan, keterampilan, dan sikap) | Dosen dan mahasiswa melakukan penilaian agar terbiasa mengevaluasi setiap tindakan yang dilakukan. Dosen selalu siap dengan format penilaian baik untuk mengassess aspek pengetahuan ( <i>knowledge</i> ), keterampilan ( <i>skill</i> atau psikomotorik), hingga sikap ( <i>attitude</i> ) setiap memonitor pengerjaan proyek |

| No | Sintaks PjBL-ethno-STEM | Fase  | Kegiatan Pembelajaran  |
|----|-------------------------|---|--|
| 11 | Informasikan pengalaman | Mahasiswa menginformasikan pengalaman yang telah diperolehnya sebagai refleksi diri | Dosen dan mahasiswa melakukan refleksi diri agar terbiasa mengevaluasi setiap tindakan yang dilakukan. Hasil refleksi diri untuk perbaikan di masa depan |

Contoh penerapan PjBL-ethno-STEM menggunakan tahapan WoS-ethno-STEM pada perkuliahan Kimia Pemisahan, bahan kajian pemisahan senyawa berkasiat obat pada Tanaman Obat keluarGA (TOGA). Proses pengintegrasian sebagai yang disajikan pada Gambar 3.3 yaitu adanya keterpaduan antara Etnosains, Etnoteknologi, etnoengineering, dan Etnomatematika, dan integrasi konsep sains ke dalam teknologi, engineering dan matematika.

PjBL-ethno-STEM yang diterapkan dimulai untuk mengembangkan kompetensi pengetahuan (Science) untuk mendapatkan senyawa aktif dari tanaman obat keluarga (TOGA), misal ekstraksi kunyit, daun pepaya, temulawak, daun sirih, dsb yang biasa digunakan sebagai jamu tradisional, Kegiatan ini dimaksudkan untuk mendorong sifat ingin tahu mahasiswa secara mandiri atau berkelompok melakukan wawancara kepada masyarakat awam khususnya tentang jenis, khasiat, cara mengolah dan menggunakan jamu. Kompetensi yang dikembangkan dalam proses mengumpulkan informasi/eksperimen adalah mengembangkan sikap teliti, jujur, sopan, menghargai pendapat orang lain, kemampuan berkomunikasi, menerapkan kemampuan mengumpulkan informasi melalui berbagai cara yang dipelajari, mengembangkan kebiasaan belajar dan belajar sepanjang hayat.

Dari hasil pengamatan dan wawancara akan diperoleh pengetahuan masyarakat yang secara kritis dikumpulkan, dipilah, direduksi, sebagian dianulir hingga diperoleh pengetahuan asli yang diperkirakan dapat dikonseptualisasi. Kompetensi yang dikembangkan pada saat observasi/ eksplorasi adalah melatih kesungguhan, ketelitian, mencari informasi yang dilakukan oleh siswa. ada aspek *science*, mahasiswa dituntut untuk studi literatur tentang TOGA dan senyawa aktifnya untuk dijadikan referensi dalam mengkonseptualisasi. Pada tahap ini mahasiswa merekonstruksi pengetahuan asli masyarakat menjadi konsep sains.

Berkenaan kandungan senyawa bioaktif dalam TOGA maka perlu dilakukan uji fitokimia. Prinsip apa yang diterapkan? Alat, bahan, prosedur mana yang dipilih? Bagaimana identifikasi kandungan senyawa obat pada TOGA tersebut? Bagaimana membuat variasi percobaan?. Untuk menyelesaikan permasalahan ini, mahasiswa berkolaborasi untuk mengambil keputusan, mengatur strategi dan taktik, dan membuat inferensi (berpikir kritis dan kreatif). Hal ini sebagai bagian dari *Engineering* [rekayasa] yang membekali mahasiswa memberikan gagasan kreatif untuk mendesain rancangan percobaan untuk identifikasi senyawa berkasiat obat dari TOGA.

Dari aspek Teknologi dan Matematika, mahasiswa secara kolaboratif dituntut untuk mampu melakukan kegiatan analisis kandungan senyawa berkasiat obat melalui uji fitokimia dan uji struktur senyawa metabolit sekunder TOGA berdasarkan data dari *FTIR* dan *GC-MS*, menghitung konsentrasi dan rendemen, menganalisis data terkait sifat fisik dan sifat kimia senyawa, membaca grafik, dan mengelusidasi struktur kimia senyawa yang diperoleh serta mengomunikasikannya. Kompetensi yang dikembangkan dalam tahapan mengkomunikasikan adalah mengembangkan sikap jujur, teliti, toleransi, kemampuan berpikir sistematis, mengungkapkan pendapat dengan singkat dan jelas, dan mengembangkan kemampuan berbahasa yang baik dan benar.

Pada aspek Etnosains dibahas mengenai pengetahuan masyarakat (*Indegenous Science*), tentang nama tanaman obat keluarga (TOGA) dan ciri-cirinya, pengetahuan masyarakat mengenai manfaat bagian tanaman TOGA bagi kesehatan. Kegiatan pembelajaran pada aspek ini membekali mahasiswa untuk selalu berpikir kritis (Sumarni & Sudarmin, 2019). Pada aspek etnotechnology dan etnoengineering dikaji tentang cara pengrajin tradisional mengekstrak, meramu dan memanfaatkan jamu, serta upaya masyarakat untuk mengkonservasi TOGA. Pada kegiatan ini mahasiswa dituntut untuk berpikir kreatif, sedangkan pada aspek etnomathematics mahasiswa dapat beraktivitas seperti mengelompokkan, menghitung, mengukur, merancang alat, membuat pola, dan sebagainya sebagai cara khusus yang dipakai oleh suatu kelompok budaya atau masyarakat tertentu dalam aktivitas matematika (Rakhmawati M, 2016). Adapun kompetensi yang diharapkan dari kegiatan ini adalah mengembangkan sikap jujur, teliti, disiplin, taat aturan, kerja keras, kemampuan menerapkan prosedur dan kemampuan berpikir induktif serta deduktif dalam menyimpulkan, selain berupa terciptanya rasa menghargai, nasionalisme dan kebanggaan atas peninggalan tradisi, seni dan kebudayaan. Pada Tabel 3.2 disajikan beberapa pengetahuan asli masyarakat yang diintegrasikan pada PjBL-ethno-STEM

Tabel 3.2. Pengetahuan Asli Masyarakat yang Diintegrasikan Pada PjBL-Ethno-STEM

| No | Materi           | Pengetahuan asli masyarakat yang diintegrasikan dalam PjBL- etno-STEM   |
|----|------------------|---|
| 1  | Pemanasan Global | Pembuatan miniatur rumah kayu Greemo (Jatiningsih & Sumarni, 2019).<br><i>Science</i> : pemanasan global, <i>technology</i> : miniatur rumah kayu, <i>engineering</i> : ide kreatif dalam mendesain miniatur rumah kayu untuk membuktikan bahwa rumah kayu dapat meminimalisasi tingginya suhu udara akibat pemanasan global, <i>mathematics</i> : melakukan berbagai perhitungan baik terkait desain |

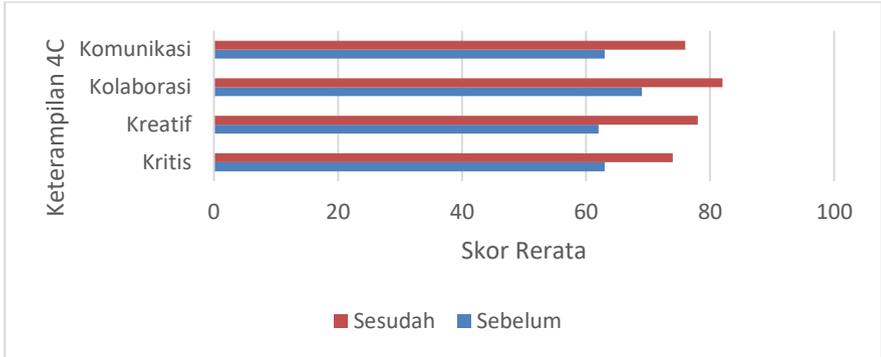
|   |                                     |   |
|---|-------------------------------------|---|
|   |                                     | <p>miniatur rumah kayu, penghitungan suhu udara, pembuatan tabel, grafik untuk memvisualisasikan hasil percobaan, membaca tabel dan grafik hasil percobaan</p>  |
| 2 | Pemisahan campuran                  | <p>Penyulingan minyak atsiri dari daun cengkeh<br/> <i>Science</i>: pemisahan campuran berdasarkan perbedaan titik didih, <i>technology</i>: peralatan distilasi uap dalam melakukan pemisahan minyak atsiri dari daun cengkeh, <i>engineering</i>: rekayasa agar diperoleh minyak dalam jumlah banyak dengan sedikit bahan bakar, <i>mathematics</i>: melakukan perhitungan rendemen minyak dari sejumlah massa daun cengkeh yang di destilasi</p> |
| 3 | Pemisahan campuran                  | <p>Pembuatan jamu tradisional (Sumarni <i>et al.</i>, 2021).<br/> <i>Science</i>: pemisahan campuran dengan cara ekstraksi, <i>etnotechnology</i>: proses pembuatan jamu tradisional dari kunyit, temulawak, daun papaya, dsb dengan peralatan yang terbuat dari batu dan tanah liat, <i>etnoengineering</i>: ide kreatif dalam upaya menghasilkan ekstrak yang awet, <i>etnomathematics</i>: komposisi bahan baku, peluang usaha</p>               |
| 4 | Zat aditif makanan                  | <p>Penggunaan zat aditif pada pembuatan pangan tradisional (Sudarmin <i>et al.</i>, 2018).<br/> <i>Science</i>: zat aditif alami dan buatan, <i>technology</i>: peralatan masak dan bahan dasar umbi-umbian, <i>engineering</i>: ide kreatif terkait pembuatan produk pangan inovatif dengan pewarnaan, pengawetan dengan bahan alami, <i>mathematics</i>: menghitung dosis zat aditif sintesis yang ditambahkan ke dalam bahan pangan.</p>         |
| 6 | Karbon dan senyawa karbon anorganik | <p>Pembuatan arang dari tempurung kelapa<br/> <i>Science</i>: Karbon. <i>etnotechnology</i>: Pembuatan arang/briket secara tradisional, <i>Engineering</i>: Rekayasa agar diperoleh arang aktif yang dapat dijadikan adsorben zat warna, penyerap</p>   |

- 7 Kesetimbangan Kimia      bau. *mathematics*: lama pembakaran, menghitung besarnya kalori yang dihasilkan oleh berbagai macam arang  
 Pembakaran batu kapur tradisional dengan tobong/tungku tegak.  
*Science*: reaksi kesetimbangan kimia, pergeseran kesetimbangan, *etnotechnology*: Teknologi pembakaran batu kapur, penggalian batu kapur, *etnoenjineering*: Teknik pembakaran yang dilakukan agar diperoleh kapur tohor (CaO) sebanyak-banyaknya, kombinasi bahan bakar untuk menghasilkan panas yang tinggi, *mathematics*: menghitung produk reaksi kesetimbangan heterogen, bentuk tobong /tempat pembakaran batu kapur, meramalkan besarnya kalori yang dihasilkan bahan bakar
- 8 Konsep Reduksi Oksidasi      Jamasan Keris Pusaka  
*Science*: Konsep redoks. Etnoteknologi: Teknologi pembuatan keris Etnoenjineering: Penggunaan air kelapa, jeruk nipis dan bunga-bunga pada prosesi jamasan., Pelumuran minyak pada keris setelah dilakukan jamasan. Etnomatematika: merancang/membuat pola, menghitung bahan baku, memperkirakan panas yang dibutuhkan untuk melelehkan logam, mempelama waktu pembuatan keris
- 

\*Keterangan: pada aspek teknologi, para mahasiswa dapat memanfaatkan TIK untuk memperoleh informasi dan menggunakan aplikasi presentasi untuk mengkomunikasikan hasil rancangan, hasil ujicoba dan produk akhirnya, juga menggunakan instrument laboratorium untuk mengujicoba. Pada aspek *enjineering*, para mahasiswa setelah mendesain, juga melakukan ujicoba/praktik untuk mendapatkan produk yang terbaik/berkualitas.

## POTENSI PjBL-ETHNO-STEM UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN 4C

Visualisasi skor rerata keterampilan 4C mahasiswa hasil penelitian Sudarmin & Sumarni (2018) disajikan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Keterampilan Berpikir Kreatif, Kritis, Kolaborasi dan Komunikasi Mahasiswa

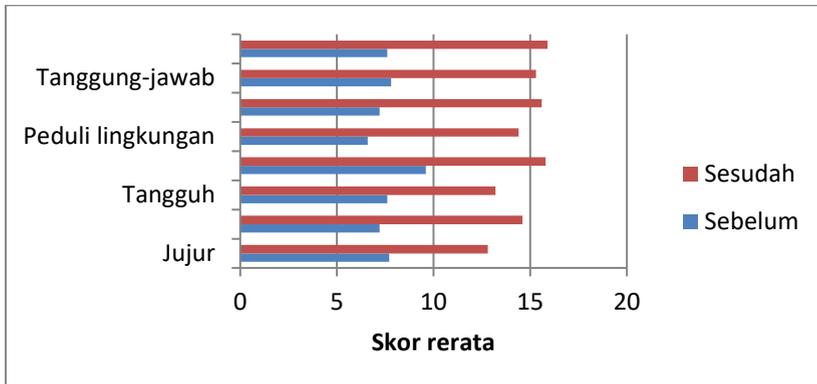
Pada Gambar 3.4 tampak bahwa setelah implementasi ethno-STEM PjBL, mahasiswa mengalami peningkatan baik keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaborasi dan komunikasinya. Hasil ini sesuai dengan temuan pada penerapan PjBL-ethnoSTEM yang telah dilakukan baik pada siswa SMA/SMK dan mahasiswa calon guru, yang menunjukkan adanya peningkatan keterampilan berpikir kritis dan kreatif (Sumarni & Kadarwati, 2020) dan karakter konservasi Sudarmin *et al.*, 2019).

Peningkatan ke empat keterampilan abad 21 tersebut menunjukkan bahwa ethno-STEM PjBL sebagai suatu pembelajaran yang mengintegrasikan pengetahuan asli masyarakat khususnya terkait proses pembuatan jamu tradisional sebagai stimulus belajar terbukti mampu memotivasi dan membantu mahasiswa menggunakan keterampilan berpikir kritis dan kreatifnya untuk menyelesaikan permasalahan melalui kegiatan merekonstruksi pengetahuan asli masyarakat menjadi pengetahuan ilmiah. Implementasi PjBL-ethno-STEM juga memperlihatkan bahwa sebuah pembelajaran berdasarkan konteks budaya yang aplikatif dan dekat dengan kehidupan

mahasiswa dapat meningkatkan ketertarikan mahasiswa untuk belajar sains.

### POTENSI PJBL-ETHNO- STEM TERHADAP NILAI KARAKTER KONSERVASI

Upaya internalisasi nilai karakter konservasi mahasiswa calon guru dalam mengikuti PjBL-ethno-STEM menghasilkan beberapa informasi dan temuan yang terumuskan dalam kesimpulan bahwa implementasi PjBL-ethno-STEM mampu meningkatkan delapan nilai karakter konservasi mahasiswa. Adapun skor rerata karakter konservasi mahasiswa calon guru sebelum dan sesudah perkuliahan sebagai tersaji pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Skor Rerata Karakter Konservasi Mahasiswa Sebelum dan Sesudah Implementasi PjBL-ethno-STEM (n=145, Skor Maksimal=20, Skor Minimal=5)

Berdasarkan Gambar 3.5 menunjukkan bahwa penerapan PjBL-ethno-STEM terhadap nilai karakter konservasi adalah sebagai berikut: peningkatan terbesar secara klasikal dicapai pada karakter kerja keras, diikuti karakter tanggung jawab, cerdas dan kreatif. Karakter jujur masih berada di urutan paling bawah dalam peningkatan masing-masing indikator karakter. Gambaran secara factual mengenai peningkatan karakter dan perilaku konservasi mahasiswa melalui penerapan pembelajaran kimia terintegrasi etnosains juga ditemukan Sudarmin & Sumarni (2018). Hasil

penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran kimia terintegrasi etnosains memberi kontribusi yang positif terhadap peningkatan nilai karakter dan perilaku konservasi mahasiswa. Ada lima nilai karakter dan perilaku konservasi yang dikembangkan pada penelitian ini seperti disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Aspek Nilai Karakter dan Perilaku Konservasi Beserta Indikatornya

| Aspek yang dinilai        | Indikator  |
|---------------------------|--|
| Perilaku konservasi       |  |
| Peduli lingkungan         | Menjaga alam sekitar<br>Pengetahuan asli masyarakat<br>Hemat energi dan air<br>Hidup bersih dan sehat  |
| Cinta lingkungan          | Merawat lingkungan, nilai konservasi dan kearifan lokal<br>Suka menanam tanaman<br>Senang melihat lingkungan hijau<br>Menggunakan produk yang tidak memerlukan banyak energy |
| Nilai Karakter konservasi |  |
| Kreatif                   | Menggunakan ide kreatif dalam solusi<br>Menciptakan sesuatu yang baru<br>Banyak mengajukan pertanyaan<br>Suka melakukan eksperimen   |
| Tanggung-jawab            | Melakukan tugas individu dengan baik<br>Menerima resiko<br>Tidak menuduh orang lain<br>Menggunakan energi dengan tanggung-jawab  |
| Kerja-keras               | Sungguh-sungguh dalam tugas/ulangan/ujian<br>Menyelesaikan tugas dengan sebaik-baiknya   |

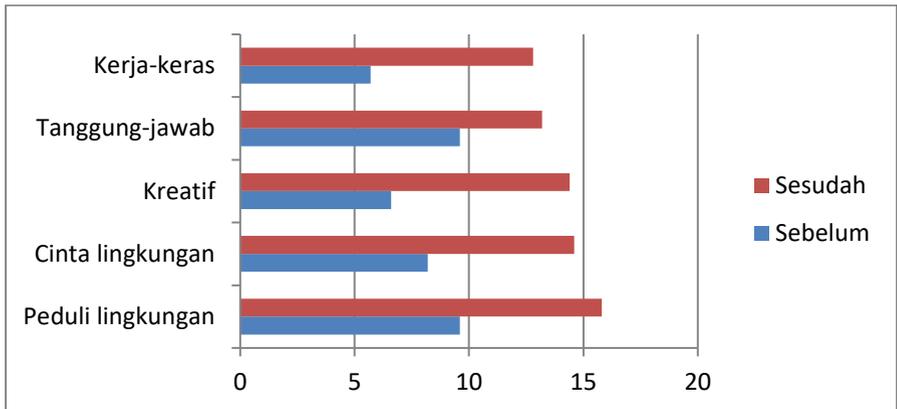
---

Tidak mudah menyerah  
Belajar sungguh-sungguh

---

Sumber: Sudarmin & Sumarni (2018)

Hasil analisis ketercapaian masing-masing aspek nilai karakter dan perilaku konservasi disajikan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Hasil Analisis Nilai Karakter dan Perilaku Konservasi Mahasiswa Sebelum dan Sesudah Implementasi MPKBE (n=30, nilai maksimal=20, nilai minimal=5)

Dari Gambar 3.6 tampak bahwa telah terjadi peningkatan nilai karakter dan perilaku konservasi mahasiswa setelah diterapkannya pembelajaran terintegrasi etnosains pada kelima aspek yang dinilai. Peningkatan nilai mahasiswa ini menunjukkan bahwa pembelajaran terintegrasi etnosains yang diterapkan cocok untuk meningkatkan nilai karakter dan perilaku konservasi mahasiswa. *Softskills* kreatif, kerja-keras dan tanggung jawab secara kelompok dapat tercipta jika pembelajaran bertumpu pada *continuous improvement*. *Soft skills* kreatif, kerja-keras, dan tanggung jawab sebagai bagian dari karakteristik individual dikembangkan melalui proses yang berlangsung secara berkelanjutan, sampai terwujud *personal growth*. Peran dosen dalam pembelajaran membantu meningkatkan penguasaan *soft skills*. Dosen harus peka terhadap perubahan perilaku *soft skills* subjek belajar.

Keberhasilan penerapan PjBL-ethno-STEM dalam meningkatkan keterampilan abad ke-21 dan karakter konservasi mahasiswa, tidak terlepas dari proses pembelajarannya, dimana permasalahan yang disampaikan dalam PjBL adalah masalah yang bersifat semi terbuka, yang berarti jawaban dari masalah tersebut belum pasti. Penyajian masalah yang nyata terintegrasi budaya local telah berhasil membangkitkan motivasi serta minat mahasiswa untuk mengambil peran dalam proses pemecahan masalah.

Pembelajaran PjBL-ethno-STEM terintegrasi budaya local juga memudahkan mahasiswa bekerja sama dengan kelompoknya dalam mengeksplorasi fakta dan fenomena yang ada di masyarakat berkaitan dengan konsep yang dipelajarinya (Ariyatun, 2021 & Sumarni, 2018) dan memungkinkan mahasiswa terdorong menggunakan keterampilan berpikir tingkat tinggi, menggunakan metode pengalaman langsung, dan melibatkan berbagai mode komunikasi untuk belajar mencari solusi dalam menyelesaikan permasalahan nyata (Rush, 2016) dengan menciptakan produk (Sumarni *et al.*, 2016). Hal ini membuktikan bahwa PjBL-ethno-STEM sebagai pendekatan pembelajaran yang inovatif untuk meningkatkan keterampilan pemecahan masalah, yang memerlukan kolaborasi, *peer* komunikasi, dan belajar secara mandiri, serta berhasil menanamkan nilai karakter berbasis konservasi yang wajib dimiliki oleh warga UNNES, yaitu religius, jujur, disiplin, teliti, cermat, tekun, tanggung jawab, hati-hati, terbuka, ingin tahu, peduli lingkungan, cerdas, peduli, kreatif, nasionalis, dan cinta tanah air (Sudarmin & Sumarni, 2018) (Khoiri & Sunarno, 2018).

Pentingnya peserta didik memiliki keterampilan 4C dan karakter konservasi melalui PjBL-ethno-STEM kolaboratif harus menjadi agenda serius di dalam kurikulum sekolah/perguruan tinggi (Zubaidah, 2016). Kegiatan kolaboratif yang melibatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif sangat dibutuhkan dalam memanfaatkan pengetahuan peserta didik untuk pemecahan masalah dan pengambilan keputusan di berbagai bidang kehidupan (Retnawati *et al.*, 2018).

Merujuk pada hasil-hasil penelitian di atas, terlihat beberapa keunggulan implementasi PjBL- Ethno-STEM sebagai-berikut.

1. Memberikan pengalaman langsung kepada mahasiswa mengenai pembelajaran IPA dalam konteks kearifan lokal dan bidang kajian STEM.
2. Membantu mahasiswa untuk lebih memahami kearifan local yang ada hubungannya dengan penerapan sains dalam kehidupan sehari-hari (kontekstual).
3. Melatih kemampuan analisis, evaluasi, dan mencipta pada mahasiswa, yang akan berdampak pada meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif siswa.
4. Meningkatkan motivasi, minat, dan kemandirian belajar mahasiswa, yang akan berdampak pada meningkatnya hasil belajar.
5. Melatih mahasiswa untuk berkolaborasi baik dalam mengeksplorasi budaya local, maupun dalam merancang dan menyelesaikan proyek.
6. Meningkatkan kemampuan komunikasi mahasiswa baik pada saat kegiatan eksplorasi di masyarakat maupun pada saat melaporkan hasil proyeknya.
7. Meningkatkan karakter konservasi mahasiswa.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan uraian dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa penerapan PjBL-Ethno-STEM akan berkontribusi dalam meningkatkan keterampilan 4C dan karakter konservasi mahasiswa. Hal ini sesuai dengan kenyataan bahwa dalam menyelesaikan tugas proyek, dalam mencari solusi, mahasiswa akan berusaha mencari dari berbagai sumber antara lain internet, perpustakaan, kunjungan lapangan, dan pengamatan yang akan meningkatkan keterampilan mahasiswa untuk mencari dan mendapatkan informasi. Mahasiswa yang dididik dengan pembelajaran berbasis proyek lebih sukses dan memiliki pemahaman dengan tingkat yang lebih tinggi daripada yang dibelajarkan menggunakan pembelajaran berbasis buku teks. Disamping kedua hal yang telah disebutkan, melalui keberadaan

PjBL-Ethno-STEM ini, dapat menjadi salah satu jalan penting bagi warga UNNES dalam mewujudkan visi UNNES yang berwawasan konservasi melalui Inovasi Pendidikan yang Berkualitas dan Berkarakter.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A., 2016. Penerapan Project Based Learning Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Ditinjau dari Gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), pp.202 -212.
- Ahmad, M., Adrian, H., & Arif, M., 2021. Pentingnya Menciptakan Pendidikan Karakter Dalam Lingkungan Keluarga. *Jurnal Pendidais*, 3(1), pp.1-24.
- Alim, A., Sarwi, S., & Subali, B., 2019. Implementation of Ethnoscience-based Guided Inquiry Learning on The Scientific Literacy and The Character of Elementary School Students. *Journal of Primary Education*, 9(2), pp.139-147.
- Anwar, M. N., Aness, M., Khizar, A., Naseer, M., & Gulam, M., 2012. Relationship of Creative Thinking with the Academic Achievements of Secondary School Students. *International Interdisciplinary Journal of Education*, 1(3), pp.44- 47.
- Ariyatun., 2021. Analysis of Project Based Learning Integrated with Ethno-STEM on Students' Critical and Creative Thinking Skills. *Journal of Educational Chemistry (JEC)*, 3(1), pp.35-44.
- Badriyah, L., & Sukati., 2021. Integrasi Kearifan Lokal Dalam Pembelajaran di Madrasah Ibtidaiyah se-Kabupaten Bantul Yogyakarta. *Journal of Madrasah Ibtidaiyah Education*, 5(1), pp.46.
- Battiste, M., 2005. *Indegenous Knowledge: Foundation for First Nations*. Canada: University of Saskatchewan.
- Chonkaew, P., Sukhummek, B., & Faikhamta, C., 2016. Development of Analytical Ability and Attitudes Towards Science Learningof Grade-11 Students Ththrough Science Technology Engineering and Mathematics (STEM

- Education) in the Study of Stoichiometry. *Chemistry Education Research and Practice*. 16(17) , pp.842-861.
- Fathoni, A., Muslim, S., Ismayati, E., Rijanto, T., Munoto, & Nurlaela, L., 2020. STEM : Inovasi dalam Pembelajaran Vokasi. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 17(1), pp.33-42.
- Firman, H., 2015. Pendidikan Sains Berbasis STEM: Konsep, Pengembangan, dan Peranan Riset Pascasarjana. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA dan PKLH*. Bogor: Program Pascasarjana Universitas Pakuan.
- Furi, L., Handayani, S., & Maharani, S., 2018. Eksperimen Model Project Based Learning dan Project Based Learning Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Kreativitas Siswa pada Kompetensi Dasar Teknologi Pengolahan Susu. *Jurnal Penelitian Pendidikan* 35(1), pp.49-60.
- Han, S., Rosli, R., Capraro, M., & Capraro, R., 2016. The Effect of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Project Based Learning (PBL) on Students' Achievement in Four Mathematics Topics. *Journal of Turkish Science Education*, 13 (Special Issue), pp.3-29.
- Ibe, I., & Nwosu, A.A., 2017. Effects of Ethnoscience and Traditional Laboratory Practical on Science Process Skills Acquisition of Secondary School Biology Students in Nigeria. *British journal of Multidisciplinary and Advanced Studies* , 1(1), pp.35-46.
- Ismayani, A., 2016. Pengaruh Penerapan STEM Projectbased Learning Terhadap Kreativitas Matematis Siswa SMK. *Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education* 3(4), pp.264-272.
- Jatiningsih, K., & Sumarni, W., 2019. *Literasi Sains Siswa pada Penerapan Model Project Based Learning Berpendekatan Etno-STEM (Etnosains – Science, Technology, Engineering, and Mathematics)*. Universitas Negeri Semarang, IPA Terpadu, FMIPA. Semarang: Jurusan IPA Terpadu.
- Kakarndee, N., Kudthalang, N., & Jansawang, N., 2018. The Integrated Learning Anagement Using the STEM Education

- for Improve Learning Achievement and Creativity in the Topic of Force and Motion at the 9th Grade Level. *AIP Conference Proceedings*, 1923.
- Kennedy, I.G., Gloria, L., & Hélia, J., 2016. *Education Skills for 21st Century Teachers: Voices from a Global Online Educators' Forum*. London: Springer Briefs in Education.
- Kopcha, T.J., McGregor, J., Shin, S., Qian, Y., Choi, J., Hill, R., . . . Choi, I., 2017. Developing an Integrative STEM Curriculum for Robotics Education Through Educational Design Research. *Journal of Formative Design in Learning*, 1(1), pp.31–44.
- Kristiani, K.D., Mayasari, T., & Kurniadi, E., 2017. Pengaruh Pembelajaran STEM-PjBL terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika III 2017*, pp.266-274. Madiun: Prodi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas PGRI Madiun.
- Kuhn, M., Greenhalgh, S., & McDermott, M., 2016. Using Creativity from Art and Engineering to Engage Students in Science. *Journal of STEM Arts, Craft and Construction*, 1(2), pp.9-15.
- Lou, S.J., Chou, Y., Shih, R., & Chung, C., 2017. A Study of Creativity in CaC2 Steamship-derived STEM Project-based Learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* 13(6), pp.2387-2404.
- Maridi., 2015. Using Culture and Local Wisdom in Soil and Water Conservation. *Seminar Nasional XII*, pp.20. Surakarta: Pendidikan Biologi FKIP UNS.
- Nahak, H., 2019. Effort To Preserve Indonesian Culture In The Era Of Globalization. *Jurnal Sosiologi Nusantara*, 5(1), pp.165-176.
- National Academy of Engineering and National Research Council [NAE & NRC], 2014. *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington: National Academies Press.
- Permanasari, A., 2016. STEM Education: Inovasi dalam Pembelajaran Sains. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains (SNPS)*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.

- Prasetyo, Z.K., 2013. Pembelajaran Sains berbasis Kearifan Lokal. . *Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika*, pp.1-14. Surakarta: Jurusan Fisika FKIP Universitas Negeri Sebelas Maret.
- Rachmawati, Y., & Taylor, P., 2015. Moments of Critical Realisation and Appreciation: A Transformative Chemistry Teacher Reflects. *Reflective Practice*, 16(1), pp.31-42.
- Rahayu, S., 2016. *Mengembangkan Literasi Sains Anak Indonesia melalui Pembelajaran Berorientasi Nature of Science (NOS). Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Bidang Pendidikan IPA pada FMIPA disampaikan pada Sidang Terbuka Senat Universitas Negeri Malang*. Malang: UM.
- Rakhmawati M,R., 2016. Aktivitas Matematika Berbasis Budaya pada Masyarakat Lampung. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(2), pp.221-230.
- Retnawati, H., Djidu, H., Kartianom, Apino, E., & Anazifa, R., 2018. Teachers' Knowledge about Higher-Order Thinking Skills and Its Learning Strategy. *Problems of Education in the 21st Century*, 76(2), pp.215-230.
- Rush, D., 2016. Integrated STEM Education Through Project Based Learning. *Solution Manager at Learning Journal*, pp.1-10.
- Shernoff, D., Sinha, S., Bressler, D., & Ginsburg, L., 2017. Assesing Teacher Education and Proffessional Development Needs for the Implementatation of Integrated Approaches to STEM Education. *International Journal of STEM Education*, 4(13), pp.1-16.
- Sudarmin, S., Sumarni, W., Endang, P.R., & Susilogati, S.S., 2019. Implementing the Model of Project-Based Learning: Integrated with Ethno-STEM to Develop Students' Entrepreneurial Characters. *Journal of Physics: Conference Series*, 1317(1), pp.012145.
- Sudarmin., Sella, S., & Taufiq, M., 2018. The Influence Of Inquiry Learning Model On Additives Theme with Ethnoscience Content to Cultural Awareness of Students. *Journal of Physics: Conference Series*, 983 (1), pp.1-6.

- Sudarmin., & Sumarni, W., 2018. Increasing Character Value and Conservation Behavior Through Integrated Ethnoscience Chemistry in Chemistry Learning: A Case Study in The Department of Science Universitas Negeri Semarang. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 349(1).
- Sudarmin., Sumarni, W., & Mursiti, S., 2019. The Learning Models of Essential Oil with Science Technology Engineering Mathematic (STEM) Approach Integrated Ethnoscience. *Journal of Physics: Conference Series*, 1321(3), pp.1-8.
- Sumarni, W., 2018. The Influence of Ethnoscience-Based Learning on Chemistry to the Chemistry's Literacy rate of the Prospective Teachers. *Unnes Science Education Journal*, 7 (2), pp.198-205.
- Sumarni, W., & Sudarmin., 2019. *Eksplorasi dan Rekonstruksi Pengetahuan Asli Masyarakat Jawa sebagai Pendukung Pembelajaran Kimia Berpendekatan STEM Terintegrasi Etnosains*. Semarang: LPPM UNNES.
- Sumarni, W., Wardani, S., Sudarmin, S., & Gupitasari, D.N., 2016. Project Based Learning (PBL) to Improve Psychomotoric Skills: A Classroom Action Research. *JPII*, 5(2).
- Sumarni, W., & Kadarwati, S., 2020. Ethno-STEM Project Based Learning: Its Impact to Critical and Creative Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(1), pp.14-21.
- Sumarni, W., Wijayati, N., & Supanti, S., 2019. Kemampuan Kognitif dan Berpikir Kreatif Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek Berpendekatan STEM. *Jurnal Pembelajaran Kimia (JPEK)*, 4(1), pp.18-30.
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., . . . & Depaepe, F., 2018. Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), pp.1-12.
- Torlakson, T., 2014. *INNOVATE: A Blueprint for Science, Technology, Engineering, and Mathematics in California Public Education*. California: California Departement Of Education.

- Ulfaa, F., Asikin, M., & Dwidayati, N., 2019. Membangun Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Siswa dengan Pembelajaran PjBL terintegrasi Pendekatan STEM. *Seminar Nasional Pascasarjana UNNES*, pp.612-617. Semarang: Pascasarjana UNNES.
- Ulger, K., 2018. The Effect of Problem-Based Learning on the Creative Thinking and Critical Thinking Disposition of Students in Visual Arts Education. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 12(1), pp.3-6.
- Uziak, J., 2016. A Project Based Learning Approach in an Engineering Curriculum. *Global Journal of Engineering Education*, 18(2), pp.119-123.
- Wardani, S., Lindawati, L., & Kusuma, S.B., 2017. The Development of Inquiry by Using Android-System-Based Chemistry Board Game to Improve Learning Outcome and Critical Thinking Ability. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(2), pp.196-205.
- Wheeler, L.B., Mulvey, B.K., Maeng, J.L., Librea-Carden, M.R., & Bell, R.L., 2019. Teaching the Teacher: Exploring STEM Graduate Students' Nature of Science Conceptions in a Teaching Methods Course. *International Journal of Science Education*, 1-21.
- Wijayanti, A., & Fajriyah, K., 2018. Implementation of STEM Project Based Learning to Increase Scientific Work Skills Of Prospective Students Of Primary School Teacher. *Jurnal Pendidikan Sains*, 6(2), pp.62-69.
- Zubaidah, S., 2016. Keterampilan Abad ke-21: Keterampilan yang Diajarkan Melalui Pembelajaran. *Seminar Nasional Pendidikan dengan Tema "Isu-isu Strategis Pembelajaran MIPA Abad 21*. Program Studi Pendidikan Biologi STKIP Persada Khatulistiwa Sintang – Kalimantan Barat.