



## **PELATIHAN CODING ROBOTIK BERBASIS STEM BAGI MAHASISWA PENDIDIKAN FISIKA UNJA PEMBELAJARAN INOVATIF MELALUI PENGALAMAN PRAKTIS (*HANDS-ON*)**

**Nova Susanti<sup>1</sup>, Hamidah<sup>2</sup>, Dewi Iriani<sup>1</sup>, Mia Aina<sup>1</sup>, Desi fitria<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universitas Jambi, Jambi

<sup>2</sup>SMAN Titian Teras Jambi, Jambi

<sup>3</sup>SMAN 12 Kota Jambi, Jambi

Email : nova\_fisikaunja@unja.ac.id

### **Abstract**

*Physics Education students, as future science educators, are required to possess 21st-century competencies, including critical thinking, problem-solving, and technological literacy. However, initial observations revealed that most students at Jambi University have not yet gained direct experience in applying coding and robotics as STEM-based learning media, which may hinder their readiness to face the challenges of teaching in the Industrial 4.0 era. This community service program was designed to enhance students' technological literacy and STEM competencies through hands-on robotic coding training, employing methods such as workshops, tool demonstrations, educational robot programming practice, and project-based reflection. The training was conducted over two days and was attended by 40 students from the Physics Education Study Program at Jambi University. The evaluation results indicated that 85% of participants improved their knowledge and skills in robotic coding, 79% expressed enjoyment in using robotics applications and felt confident in creating new innovations, and 74% stated their interest in continuing to develop robotic applications, reflecting the sustainability of their motivation. Overall, this program successfully strengthened students' innovative skills and broadened their perspectives on the integration of technology in education, with strong potential for replication to support the STEM curriculum and the Merdeka Belajar policy.*

**Keywords:** *robotic coding, hands-on learning, STEM, physics education, technological literacy*

### **Abstrak**

Mahasiswa Pendidikan Fisika sebagai calon pendidik sains dituntut memiliki kompetensi abad 21 yang mencakup keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan literasi teknologi. Namun, hasil observasi awal menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa Universitas Jambi belum memiliki pengalaman langsung dalam penerapan *coding* dan robotika sebagai media pembelajaran berbasis STEM, yang dapat menghambat kesiapan mereka menghadapi tantangan pembelajaran di era Industri 4.0. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan literasi teknologi dan kompetensi STEM mahasiswa melalui pelatihan *coding* robotik berbasis pengalaman langsung (*hands-on learning*), dengan metode berupa workshop, demonstrasi alat, praktik pemrograman robot edukatif, dan refleksi berbasis proyek mini. Pelatihan berlangsung selama dua hari dan diikuti oleh 40 mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jambi. Hasil evaluasi kegiatan menunjukkan 85% peserta mengalami peningkatan skor pengetahuan dan keterampilan dalam coding robotik, 79% mahasiswa menyukai aplikasi robot, dan percaya diri untuk menciptakan hal baru, dan 74% menyatakan ingin terus membuat aplikasi robotik, menunjukkan keberlanjutan minat. Secara keseluruhan, program ini berhasil memperkuat keterampilan inovatif mahasiswa dan membuka wawasan terhadap pemanfaatan teknologi dalam pendidikan, serta memiliki potensi replikasi untuk mendukung kurikulum STEM dan kebijakan Merdeka Belajar.

**Kata kunci:** *coding robotik, hands-on learning, STEM, pendidikan fisika, literasi teknologi.*

### **1. PENDAHULUAN**

Revolusi Industri 4.0 telah membawa perubahan signifikan dalam dunia pendidikan, di mana penguasaan teknologi digital dan keterampilan abad ke-21 menjadi tuntutan utama bagi calon pendidik sains. Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jambi, sebagai generasi calon guru, diharapkan mampu tidak hanya memahami

konsep ilmiah, tetapi juga mengintegrasikan pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) dalam pembelajaran. Namun, hasil observasi awal menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa belum memiliki pengalaman langsung dalam pengembangan perangkat teknologi seperti robot edukatif dan aplikasi visual *coding*, yang berpotensi menghambat kemampuan mereka untuk menciptakan inovasi pembelajaran sains yang adaptif dan kontekstual.

Kesenjangan ini menunjukkan perlunya kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang tidak hanya berorientasi pada peningkatan literasi teknologi, tetapi juga membekali mahasiswa dengan keterampilan praktis melalui pendekatan *hands-on*. Pelatihan *coding* robotik berbasis STEM menjadi solusi (Nugroho, 2009) yang relevan dan strategis untuk memperkuat kompetensi mahasiswa dalam mendesain media pembelajaran berbasis teknologi. Konsep ini sejalan dengan pendekatan STEM yang dikembangkan oleh Teo (2020) dari *National Institute of Education Singapore*, yang menekankan pentingnya pembelajaran lintas disiplin berbasis proyek dan pengalaman nyata, terutama dalam konteks pendidikan guru. Selain itu, pelatihan ini mengadopsi model produk dan platform pengembangan robotika edukatif dari ARTEK yang dirancang untuk mendukung keterampilan algoritmik dan rekayasa sederhana, serta memanfaatkan kurikulum *master training* yang dikembangkan oleh Lim Hon, pelatih STEM terkemuka dari Malaysia, yang telah berhasil diterapkan dalam berbagai pelatihan guru di Asia Tenggara.

Permasalahan mitra dalam hal ini adalah rendahnya literasi teknologi dan kurangnya pengalaman mahasiswa dalam menggunakan perangkat robotik dan *block-based coding* untuk tujuan pembelajaran. Mahasiswa lebih banyak mendapatkan teori dibandingkan praktik langsung, sehingga mereka belum mampu mengembangkan media pembelajaran fisika yang berbasis teknologi secara mandiri. Sebagai solusi, kegiatan ini menawarkan pelatihan intensif selama satu hari yang mencakup pengenalan perangkat keras robotik edukatif, praktik pemrograman menggunakan platform visual *coding* berbasis ARTEK, serta penyusunan proyek mini yang terintegrasi dengan konsep fisika. Kegiatan ini didesain menggunakan pendekatan workshop, mentoring, dan evaluasi reflektif agar mahasiswa tidak hanya menguasai aspek teknis, tetapi juga memahami penerapan robotika dalam konteks pedagogis.

Target luaran dari kegiatan ini mencakup tiga aspek utama: (1) produk berupa prototipe media pembelajaran robotik yang dirancang oleh mahasiswa, (2) jasa dalam bentuk pelatihan teknologi terapan untuk pendidikan, dan (3) publikasi dalam bentuk artikel ilmiah pengabdian masyarakat. Selain itu, dari sisi manajemen, kegiatan ini juga menghasilkan model pelatihan robotik berbasis STEM yang dapat direplikasi di program studi sejenis, serta menjadi bagian dari kontribusi program Merdeka Belajar-Kampus Merdeka (MBKM) melalui aktivitas penguatan kompetensi. Praktik serupa telah dilaksanakan oleh dosen-dosen Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) yang aktif mengembangkan pelatihan robotik dan coding bagi guru dan mahasiswa, sebagai upaya membumikan STEM dalam pendidikan Indonesia (UPI., 2022).

Analisis situasi menunjukkan bahwa penguasaan *coding* dan teknologi robotik di kalangan mahasiswa UNJA masih rendah, padahal kebutuhan akan media pembelajaran digital terus meningkat. Dengan adanya pelatihan ini, mahasiswa dapat lebih siap menjadi pendidik yang inovatif, mampu menciptakan solusi pembelajaran yang relevan, serta memiliki daya saing dalam dunia pendidikan masa depan. Oleh karena itu, kegiatan ini memiliki urgensi tinggi untuk mendukung transformasi pembelajaran berbasis teknologi di tingkat pendidikan tinggi, khususnya dalam penguatan kapasitas calon guru fisika.

## 2. METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan dalam kegiatan pengabdian ini dirancang dengan pendekatan kombinasi workshop, *hands-on learning*, dan pendampingan berbasis proyek mini, agar mahasiswa tidak hanya memahami konsep, tetapi juga memiliki pengalaman langsung dalam pengembangan keterampilan robotik berbasis STEM. Dalam Artek (2020), pembelajaran STEM yang menekankan pengalaman langsung (*experiential learning*) terbukti efektif dalam memperkuat keterampilan kolaborasi, inovasi, dan pemecahan masalah.

Kegiatan ini dilaksanakan di Laboratorium Pendidikan Fisika Universitas Jambi dengan melibatkan 40 mahasiswa semester 4–8 Program Studi Pendidikan Fisika. Peserta dipilih berdasarkan keterlibatan mereka dalam kegiatan perkuliahan berbasis teknologi serta minat untuk mengembangkan kompetensi dalam bidang robotika dan coding. Latar belakang peserta yang beragam, mulai dari pemahaman dasar teknologi hingga yang belum memiliki pengalaman sama sekali, menjadi pertimbangan penting dalam perancangan metode pelaksanaan, sehingga penyampaian materi dilakukan secara bertahap (*scaffolding*).

Tahapan Pelaksanaan :

### 1. Workshop dan Difusi Iptek

Tahap awal berupa pemaparan konsep dasar mengenai robotika, pemrograman visual, serta integrasi STEM dalam pembelajaran fisika. Materi mencakup pengenalan prinsip *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*

yang diintegrasikan melalui proyek robotik sederhana. Model difusi ipteks ini bertujuan memperluas wawasan mahasiswa tentang potensi robotik sebagai media pembelajaran inovatif (Dasar, 2019).

## 2. Demonstrasi Alat

Fasilitator mendemonstrasikan penggunaan kit robot ARTEK sebagai media STEM. ARTEK dikenal sebagai produk edukatif yang dirancang untuk memudahkan pemula memahami logika pemrograman dan prinsip mekanika dasar (ARTEK, 2020). Pada tahap ini, mahasiswa menyaksikan langsung bagaimana robot dapat diprogram untuk melakukan gerakan sederhana.

## 3. Praktik *Hands-on Coding*

Peserta diberi kesempatan untuk berlatih secara mandiri menggunakan perangkat lunak pemrograman visual berbasis *drag-and-drop*. Kegiatan ini bertujuan meningkatkan literasi digital sekaligus melatih keterampilan berpikir algoritmik. Sejalan dengan pendekatan *constructivist learning*, mahasiswa belajar dengan cara membangun sendiri pengetahuan melalui eksplorasi dan interaksi langsung dengan robot (Tsukamoto et al, 2016).

## 4. Pendampingan Proyek Mini

Mahasiswa dibagi dalam kelompok kecil (4–5 orang) untuk mengembangkan prototipe robot sederhana yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran fisika, misalnya robot pendeteksi garis untuk menjelaskan konsep sensor dan umpan balik. Fasilitator berperan sebagai mentor dengan memberikan pendampingan teknis, arahan konsep, serta memfasilitasi diskusi kelompok. Pendekatan berbasis proyek ini sejalan dengan temuan Kim et al (2016) yang menekankan pentingnya project-based STEM training untuk membangun keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, dan inovasi.

## 5. Refleksi dan Evaluasi

Tahap akhir berupa refleksi pengalaman belajar oleh mahasiswa, diikuti dengan evaluasi berbentuk post-test untuk mengukur peningkatan pemahaman terhadap konsep coding robotik. Selain itu, dilakukan evaluasi afektif berupa kuesioner mengenai minat, motivasi, dan sikap mahasiswa terhadap pembelajaran STEM. Evaluasi ini penting sebagai indikator keberhasilan kegiatan, sebagaimana direkomendasikan oleh Yuliati et al. (2022) dalam implementasi STEM di pembelajaran fisika.

Metode ini mengintegrasikan beberapa pendekatan:

1. Training/Pelatihan → untuk memberikan pemahaman awal dan keterampilan teknis.
2. Simulasi Iptek → melalui penggunaan robot ARTEK sebagai sarana eksperimen.
3. Pendidikan Berkelanjutan → dengan menekankan keterampilan yang dapat diterapkan dalam mata kuliah dan kegiatan pembelajaran selanjutnya.
4. Pendampingan Proyek → untuk melatih mahasiswa dalam merancang produk nyata yang kontekstual dengan bidang pendidikan fisika.

Dengan rancangan metode yang komprehensif ini, diharapkan kegiatan mampu menjawab permasalahan mitra, yakni keterbatasan pengalaman praktis dalam coding robotik, serta mendukung tercapainya target luaran berupa peningkatan literasi teknologi, tersusunnya modul pelatihan, dan pengembangan prototipe robot edukatif.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian ini dirancang dengan pendekatan *training* (pelatihan teknis) yang dipadukan dengan metode pendampingan dan difusi ipteks (ilmu pengetahuan dan teknologi). Strategi ini bertujuan untuk membekali mahasiswa tidak hanya dengan pengetahuan dasar mengenai robotik dan *coding*, tetapi juga keterampilan praktis dalam mengembangkan media pembelajaran berbasis STEM yang relevan untuk pendidikan abad 21 (Horizon, 2015). Model kegiatan disusun agar bersifat partisipatif, reflektif, dan aplikatif sesuai dengan konteks pembelajaran calon guru fisika.

### 1) Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

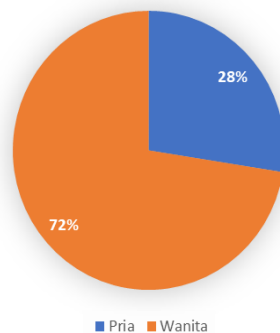
Kegiatan dilaksanakan di Ruang Aula LPPM Universitas Jambi. Pada hari Rabu tanggal 31 Januari 2024



Gambar 1. Slide Kegiatan

## 2) Latar Belakang dan Jumlah Peserta

Peserta kegiatan adalah mahasiswa aktif dari Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Jambi, khususnya semester 4 hingga semester 6 yang telah menempuh mata kuliah dasar pemrograman atau media pembelajaran. Sebanyak 40 peserta dipilih berdasarkan minat, keterlibatan dalam organisasi keilmuan, dan kesediaan mengikuti pelatihan secara penuh. Peserta memiliki latar belakang akademik dalam ilmu fisika namun belum memiliki pengalaman signifikan dalam praktik pengembangan media pembelajaran berbasis robotik.



Gambar 2. Presentase Peserta

## 3) Materi yang Disampaikan

Materi pelatihan disusun dalam tiga modul utama, yaitu:

- Modul 1: Pengenalan STEM Education dan Tantangan Pendidikan di Era Industri 4.0, mengacu pada model Lim (2019) yang menekankan keterpaduan disiplin dan pemecahan masalah berbasis proyek.



Gambar 3. Paparan Pengenalan STEM Education dan Tantangan Pendidikan di Era Industri 4.0

- b) Modul 2: Pengenalan Robotik Edukatif dan Visual *Coding* dengan perangkat ARTEK yang dirancang untuk pemula dalam bidang pemrograman (Artek, 2020).
- c) Modul 3: Praktik Desain Mini Proyek Robotik untuk Pembelajaran Fisika, menggabungkan sensor dasar, aktuator, dan pemrograman logika sederhana untuk mengilustrasikan konsep fisika (seperti gerak, cahaya, dan energi).

Pendekatan *learning-by-doing* dipilih agar mahasiswa mengalami langsung proses belajar berbasis pengalaman (*experiential learning*), sejalan dengan temuan UPI (2022) dari UPI bahwa pendekatan semacam ini paling efektif dalam meningkatkan keterampilan abad 21 guru dan calon guru.

Pelaksanaan pelatihan coding robotik berbasis STEM bagi mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Jambi telah berhasil mengimplementasikan solusi atas permasalahan rendahnya literasi teknologi dan minimnya pengalaman langsung mahasiswa dalam pengembangan media pembelajaran berbasis robotik. Pendekatan *hands-on learning* yang dipadukan dengan metode pelatihan dan pendampingan terbukti mampu meningkatkan keterlibatan dan pemahaman peserta secara signifikan.

#### 1) Implementasi Solusi dan Efektivitasnya

Solusi yang ditawarkan melalui pelatihan dua hari berhasil menjawab kebutuhan mitra, yaitu membekali mahasiswa dengan keterampilan pemrograman robotik edukatif dan meningkatkan pemahaman konsep STEM dalam konteks pendidikan. Kegiatan ini mengacu pada model pelatihan berbasis proyek (*project-based learning*) yang disarankan oleh Diniaty (2021), dan diadaptasi dari model pelatihan ARTEK serta pendekatan praktik *Master Training* Lim Hon yang menekankan pembelajaran langsung melalui praktik perangkat robot sederhana.

Setiap peserta mendapatkan kesempatan merancang dan memrogram robot dengan sensor gerak dan lampu untuk menyelesaikan tugas berbasis konsep fisika. Misalnya, mahasiswa merancang robot yang dapat mendeteksi cahaya untuk mengilustrasikan hukum refleksi. Hal ini memberikan pengalaman nyata dalam mengintegrasikan sains dan teknologi.

#### 2) Indikator (Jones, 2013) Keberhasilan dan Luaran

- Keberhasilan pelatihan diukur melalui evaluasi *post-test*, observasi selama kegiatan, serta angket persepsi mahasiswa. Hasil menunjukkan bahwa:
  - a) 85% peserta mengalami peningkatan skor pengetahuan dan keterampilan dalam *coding* robotik.
  - b) 79% mahasiswa menyukai aplikasi robot, dan percaya diri untuk menciptakan hal baru.
  - c) 74% menyatakan ingin terus membuat aplikasi robotik, menunjukkan keberlanjutan minat.
- Peserta berhasil merancang 2 prototipe robotik sederhana sebagai media pembelajaran konsep fisika, yang menjadi luaran nyata dari kegiatan ini.
- Produk luaran utama mencakup dokumentasi video pelatihan, panduan modul praktik, serta robotik kit edukatif berbasis STEM hasil perancangan peserta.

Luaran ini tidak hanya menunjukkan keberhasilan pelatihan dari sisi kognitif dan keterampilan, tetapi juga menegaskan kontribusi program terhadap capaian Merdeka Belajar dan kurikulum berbasis keterampilan abad 21.

#### 3) Faktor Pendorong dan Penghambat

- Faktor pendorong keberhasilan program antara lain:
  - a) Antusiasme tinggi mahasiswa dalam eksplorasi teknologi baru.
  - b) Fasilitas laboratorium yang memadai untuk praktik robotik.
  - c) Kolaborasi efektif antara tim pengabdian dan mitra program studi.
  - d) Materi pelatihan yang kontekstual dan relevan, dengan pendekatan partisipatif.
- Namun, terdapat pula beberapa faktor penghambat, seperti:
  - a) Ketimpangan latar belakang digital antar peserta menyebabkan kecepatan belajar yang tidak merata.
  - b) Sebagian peserta (64%) menyatakan enggan melakukan pengkodean secara mandiri, menunjukkan adanya tantangan afektif atau kurangnya rasa percaya diri.
  - c) Keterbatasan waktu pelatihan membuat eksplorasi fitur lanjutan pada robot belum optimal.

Meski demikian, hambatan tersebut dapat diatasi melalui pendekatan kolaboratif, diskusi reflektif, dan pemberian waktu praktik tambahan. Pendekatan pendampingan kelompok kecil juga terbukti efektif untuk membantu peserta yang mengalami kesulitan teknis.

## 4. SIMPULAN

Pelatihan coding robotik berbasis STEM yang dilaksanakan bagi mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Jambi telah memberikan solusi nyata terhadap permasalahan mitra, yaitu rendahnya literasi teknologi dan kurangnya pengalaman praktis dalam penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi. Melalui pendekatan *hands-on learning*,

pelatihan ini mampu meningkatkan pengetahuan, keterampilan pemrograman dasar, dan kemampuan mahasiswa dalam mengintegrasikan konsep-konsep STEM dalam konteks pendidikan sains. Mayoritas peserta menunjukkan respon positif terhadap pelatihan, baik dari sisi kognitif maupun afektif. Indikator keberhasilan dapat dilihat dari peningkatan skor evaluasi, keterlibatan aktif peserta dalam perancangan prototipe robotik, serta komitmen untuk terus mengembangkan aplikasi pengkodean robotik di masa depan. Luaran kegiatan berupa modul pelatihan, dokumentasi pembelajaran, dan prototipe robotik edukatif dapat dijadikan model replikasi untuk mendukung penguatan kurikulum Merdeka Belajar dan pembelajaran berbasis proyek di bidang pendidikan fisika. Faktor pendukung keberhasilan kegiatan ini meliputi semangat dan minat tinggi dari mahasiswa, pendekatan pelatihan yang aplikatif dan kontekstual, serta dukungan fasilitas laboratorium. Sementara itu, faktor penghambat yang ditemui adalah keterbatasan waktu pelaksanaan, perbedaan tingkat kemampuan digital mahasiswa, dan sebagian peserta yang belum terbiasa dengan pengkodean. Meskipun demikian, tantangan tersebut dapat diatasi melalui strategi pendampingan yang tepat dan penyesuaian kurikulum pelatihan ke depannya. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya berhasil menjembatani kesenjangan kompetensi teknologi mahasiswa, tetapi juga membentuk fondasi penting dalam menciptakan calon pendidik sains yang adaptif terhadap perkembangan teknologi dan tantangan pendidikan abad ke-21.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Adjie Nugroho, 2009, Apa sih robot itu?, [online], <http://nugroho.staff.uui.ac.id/2009/02/01/apa-sihrobot-itu/> , diakses tanggal : 2 Maret 2010.
- ARTEK. (2020). ARTEK Robotics Learning Kits: STEM-based educational tools. ARTEK Robotics. Retrieved from <https://www.artekrobotics.com>
- Dasar, D. I. S. (2019). MANFAAT PEMBELAJARAN ROBOTIKA UNTUK BELAJAR SISWA. 407–416
- Diniaty, A., Rochintaniawati, D., & Winarno, N. (2021). The implementation of STEM-based learning to improve students' creative thinking skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1), 012165. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012165>
- Horizon, M. (2015). Horizon Media study reveals Americans prioritize STEM subjects over the arts; science is “cool,” coding is new literacy. PR Newswire. Retrieved December 20, 2019, from <https://www.prnewswire.com/news-releases/horizon-media-study-reveals-americans-prioritize-stem-subjects-over-the-arts-science-is-cool-coding-is-new-literacy-300154137.html>
- Jones, S. P., Mitchell, B., & Humphreys, S. (2013). Computing at school in the UK. CACM Report. Retrieved December 25, 2019, from <https://www.microsoft.com/enus/research/wp-content/uploads/2016/07/ComputingAtSchoolCACM.pdf>
- Kim, S. W., & Lee, Y. (2016). The effect of robot programming education on attitudes towards robots. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(24), 1-11. DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i24/96104
- Lim, H. (2019). STEM Master Training: Integrating robotics into science education. Singapore STEM Centre.
- Teo, T. W., & Osborne, M. (2020). Pedagogical practices in STEM education in Asia-Pacific: The Singapore context. *Asia-Pacific Journal of Education*, 40(3), 312–326. <https://doi.org/10.1080/02188791.2020.1774131>
- Tsukamoto, H., Oomori, Y., Nagumo, H., Takemura, Y., Monden, A., & Matsumoto, K. I. (2017). Evaluating algorithmic thinking ability of primary schoolchildren who learn computer programming. *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, Indianapolis, Indiana, USA
- Universitas Pendidikan Indonesia. (2022). Laporan kegiatan STEM dosen UPI: Robotika dan penguatan literasi teknologi. Bandung: UPI Press.
- Yuliati, L., Suparno, & Aminah, N. S. (2022). Development of STEM-based teaching materials to improve 21st-century skills in physics learning. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 18(1), 55–62. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v18i1.54025>