

Pembangunan dan Kebolehgunaan Modul Interaktif Palmguard AR Berasaskan Realiti Terimbuh bagi Topik Simptom Abnormal Anak Pokok Kelapa Sawit

Development and Usability of the PalmGuard AR Interactive Module Based on Augmented Reality for Abnormal Symptoms of Oil Palm Seedlings

Dysie Donny¹, Faizah Abu Kassim^{1*}, Anizah Mohd Salleh¹, Mohd Firdaus Abu Naim²

¹ Jabatan Sains Pertanian, Fakulti Teknikal dan Vokasional, Universiti Pendidikan Sultan Idris, 35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia

² Bahagian Pendidikan dan Pembangunan Kerjaya, Felda Plantation Management Sdn. Bhd., Malaysia

*Corresponding author email: faizah@ftv.upsi.edu.my

SEJARAH ARTIKEL

Diterima: 26 April 2026

Disemak: 28 Mei 2026

Diterima: 25 Jun 2026

Diterbitkan: 23 Julai 2026

KATA KUNCI

Pendidikan Pertanian
Anak Benih Kelapa Sawit
Perlindungan Tumbuhan
Pendidikan Berkualiti SDG4

ABSTRAK – Integrasi teknologi digital dalam pendidikan pertanian telah membuka peluang baharu untuk meningkatkan kefahaman pelajar terhadap topik yang kompleks dan berorientasikan visual. Salah satu topik yang mencabar dalam kursus Pengawalan Perosak ialah pengenalanpastian simptom abnormal anak pokok kelapa sawit yang memerlukan pelajar membezakan simptom penyakit dan kekurangan nutrien melalui pemerhatian visual. Kaedah pengajaran konvensional sering kali mempunyai keterbatasan dalam menyediakan pengalaman pembelajaran yang realistik dan interaktif. Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk membangunkan dan menilai tahap kebolehgunaan Modul Interaktif PalmGuard AR berasaskan teknologi Realiti Terimbuh (Augmented Reality, AR) bagi topik simptom abnormal anak pokok kelapa sawit dalam kalangan pelajar Ijazah Sarjana Muda Pendidikan Sains Pertanian Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI). Kajian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan reka bentuk kajian pembangunan dan tinjauan. Modul dibangunkan berdasarkan Model ADDIE yang merangkumi fasa Analisis, Reka Bentuk, Pembangunan, Pelaksanaan dan Penilaian. Data dikumpulkan menggunakan soal selidik secara talian yang diedarkan kepada 73 orang pelajar yang telah mengikuti kursus Pengawalan Perosak. Data dianalisis menggunakan perisian Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versi 27 melalui statistik deskriptif melibatkan kekerapan, peratusan, min dan sisihan piawai. Dapatan kajian menunjukkan bahawa komponen multimedia mencatatkan nilai min tertinggi ($M = 4.66$), diikuti aspek teknikal dan kandungan ($M = 4.57$), manakala tahap kebolehgunaan keseluruhan modul mencatatkan nilai min sebanyak 4.49. Dapatan ini membuktikan bahawa penerimaan dan kepuasan pengguna terhadap modul berada pada tahap yang tinggi. Kajian ini merumuskan bahawa Modul PalmGuard AR berpotensi menjadi bahan bantu mengajar yang inovatif dan berkesan dalam meningkatkan kefahaman, penglibatan serta pengalaman pembelajaran pelajar dalam bidang pendidikan pertanian. Penggunaan teknologi AR dalam

pembelajaran turut menyokong agenda transformasi digital pendidikan dan menyumbang kepada pencapaian Matlamat Pembangunan Mampan SDG 4 iaitu Pendidikan Berkualiti.

ABSTRACT – The integration of digital technology into agricultural education has created new opportunities to enhance students' understanding of complex and visually oriented topics. One of the challenging topics in Plant Protection courses is the identification of abnormal symptoms in oil palm seedlings, which often requires students to differentiate between disease symptoms and nutrient deficiencies through visual observation. Conventional teaching approaches are often limited in providing realistic and interactive learning experiences. Therefore, this study aimed to develop and evaluate the usability of the PalmGuard AR Interactive Module based on Augmented Reality (AR) technology for the topic of abnormal symptoms in oil palm seedlings among Bachelor of Agricultural Science Education students at Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI). The study employed a quantitative approach using a development and survey research design. The module was developed based on the ADDIE instructional design model consisting of Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation phases. Data were collected through an online questionnaire distributed to 73 students who had completed the Plant Protection course. The collected data were analysed using Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) version 27 through descriptive statistics involving frequencies, percentages, means, and standard deviations. The findings revealed that the multimedia component recorded the highest mean score ($M = 4.66$), followed by technical and content aspects ($M = 4.57$), while the overall usability of the module achieved a mean score of 4.49. These findings indicate a high level of acceptance and satisfaction among respondents regarding the use of the PalmGuard AR module. The study concludes that the module has significant potential as an innovative teaching and learning tool capable of enhancing students' understanding, engagement, and learning experience in agricultural education. The implementation of AR technology in agricultural learning also supports digital transformation initiatives and contributes towards achieving Sustainable Development Goal 4 (Quality Education).

KEYWORDS: Agriculture Education, Oil Palm Seedling, Plant Protection, SDG4 Quality Education

PENGENALAN

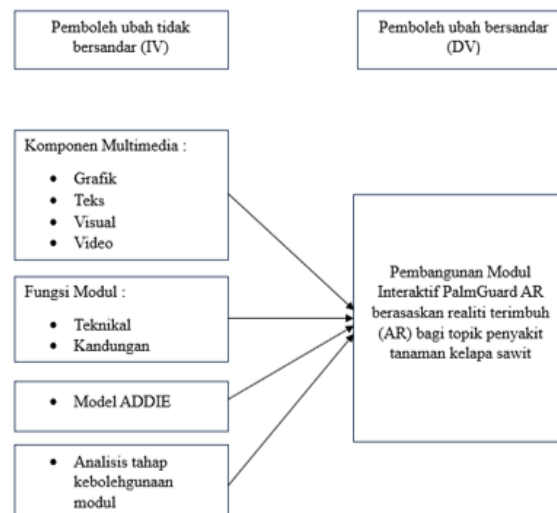
Perkembangan teknologi digital telah mengubah landskap pendidikan, khususnya dalam bidang pendidikan pertanian yang semakin memerlukan pendekatan pembelajaran yang interaktif, fleksibel dan berpusatkan pelajar. Revolusi Industri 4.0 telah mendorong penggunaan pelbagai teknologi digital dalam proses pengajaran dan pembelajaran bagi meningkatkan keberkesanan penyampaian ilmu serta memperkukuhkan pengalaman pembelajaran pelajar. Dalam konteks ini, teknologi Realiti Terimbuh (Augmented Reality, AR) muncul sebagai salah satu inovasi pendidikan yang berpotensi tinggi kerana mampu menggabungkan objek maya dengan persekitaran sebenar secara masa nyata.

Bidang pendidikan pertanian sering melibatkan topik yang memerlukan kemahiran pemerhatian visual dan pemahaman konsep biologi yang kompleks. Salah satu topik yang mencabar ialah pengenalan simptom abnormal anak pokok kelapa sawit di peringkat nurseri. Pelajar perlu mengenal pasti dan membezakan simptom yang disebabkan oleh penyakit dengan simptom akibat kekurangan nutrien berdasarkan perubahan fizikal pada tanaman. Kaedah pembelajaran konvensional yang bergantung kepada buku teks, nota dan gambar statik sering kali tidak mencukupi untuk membantu pelajar memahami perbezaan simptom secara mendalam.

Kajian terdahulu menunjukkan bahawa penggunaan teknologi AR dalam pendidikan dapat meningkatkan motivasi, penglibatan dan pencapaian pelajar melalui pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif dan autentik. Walau bagaimanapun, penggunaan AR dalam pendidikan pertanian di Malaysia masih berada pada tahap yang terhad dan kurang diterokai secara meluas. Oleh itu, pembangunan bahan pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi AR dilihat sebagai satu keperluan bagi menyokong transformasi digital dalam pendidikan pertanian. Sehubungan dengan itu, kajian ini dijalankan bagi membangunkan Modul Interaktif PalmGuard AR dan menilai tahap kebolehgunaannya dalam kalangan pelajar Ijazah Sarjana Muda Pendidikan Sains Pertanian Universiti Pendidikan Sultan Idris (UPSI).

Kerangka Konseptual Kajian

Kerangka konseptual kajian ini dibangunkan bagi menjelaskan hubungan antara pembangunan Modul Interaktif PalmGuard AR sebagai pemboleh ubah tidak bersandar dengan tahap kebolehgunaan modul sebagai pemboleh ubah bersandar. Pembangunan modul mengambil kira elemen multimedia, kandungan pembelajaran, fungsi teknikal dan penggunaan teknologi AR yang dijangka mempengaruhi tahap penerimaan serta pengalaman pembelajaran pelajar.



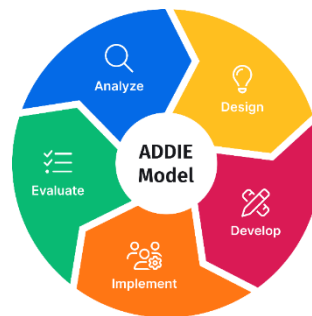
Rajah 1. Kerangka Konseptual Kajian

Kajian ini menggunakan Model ADDIE sebagai panduan pembangunan modul. Model ADDIE merupakan model reka bentuk instruksional yang sistematik dan terdiri daripada lima fasa utama iaitu Analisis (Analysis), Reka Bentuk (Design), Pembangunan (Development), Pelaksanaan (Implementation) dan Penilaian (Evaluation). Model ini banyak digunakan dalam pembangunan bahan pembelajaran digital kerana menyediakan prosedur yang terancang dan berstruktur bagi menghasilkan modul yang berkualiti serta memenuhi keperluan pengguna. Kajian ini berasaskan Teori Konstruktivisme dan Teori Kognitivisme.

Teori Konstruktivisme menekankan pembelajaran aktif melalui pengalaman dan interaksi dengan persekitaran pembelajaran. Pelajar membina pengetahuan baharu berdasarkan pengalaman sedia ada dan aktiviti penerokaan yang dijalankan. Sementara itu, Teori Kognitivisme menekankan proses mental seperti persepsi, ingatan, pemprosesan maklumat dan penyelesaian masalah dalam pembelajaran. Penggunaan teknologi AR dalam modul PalmGuard menyokong kedua-dua teori ini dengan menyediakan pengalaman pembelajaran yang interaktif, visual dan bermakna yang dapat meningkatkan kefahaman serta daya ingatan pelajar.

METODOLOGI

Kajian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan reka bentuk kajian pembangunan dan tinjauan. Pembangunan Modul Interaktif PalmGuard AR dilaksanakan menggunakan Model ADDIE yang merangkumi fasa Analisis, Reka Bentuk, Pembangunan, Pelaksanaan dan Penilaian. Populasi kajian terdiri daripada 86 orang pelajar Ijazah Sarjana Muda Pendidikan Sains Pertanian Universiti Pendidikan Sultan Idris yang telah mengikuti kursus VAP3023 Pengawalan Perosak. Berdasarkan Jadual Krejcie dan Morgan (1970), seramai 73 orang pelajar dipilih sebagai sampel kajian menggunakan kaedah persampelan bertujuan. Instrumen kajian yang digunakan ialah borang soal selidik berskala Likert lima mata yang merangkumi maklumat demografi responden, aspek multimedia, aspek teknikal dan kandungan serta tahap kebolegunaan keseluruhan modul. Instrumen tersebut telah melalui proses kesahan muka dan kesahan kandungan oleh panel pakar sebelum digunakan dalam kajian sebenar. Data kajian dianalisis menggunakan perisian Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versi 27 melalui analisis statistik deskriptif yang melibatkan kekerapan, peratusan, min dan sisihan piawai.



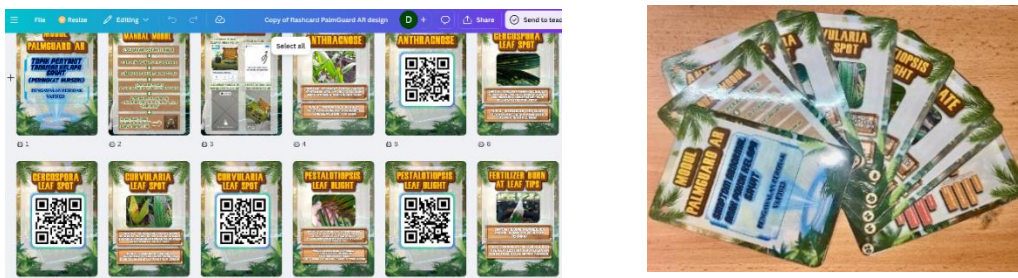
Rajah 2. Carta Aliran Model ADDIE

ANALISIS DAN PERBINCANGAN

Pembangunan Modul Interaktif PalmGuard AR

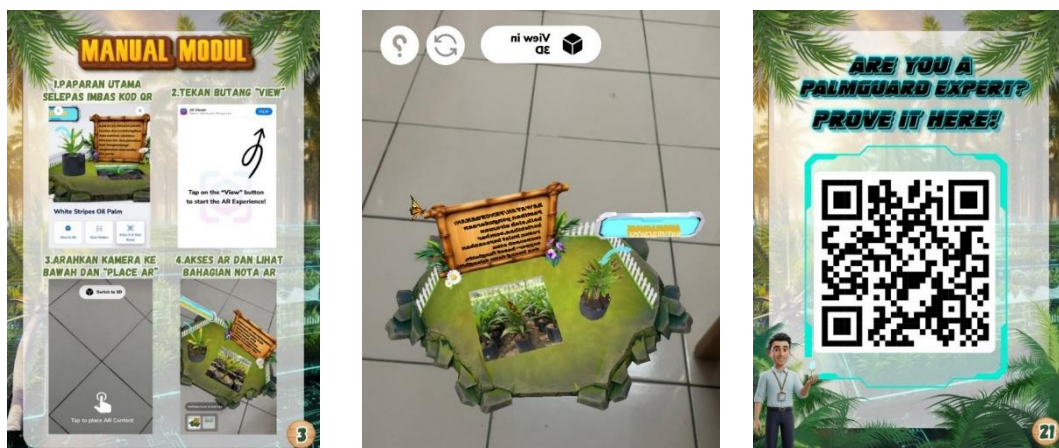
Pembangunan Modul Interaktif PalmGuard AR bertujuan menyediakan bahan pembelajaran digital yang interaktif bagi membantu pelajar memahami simptom abnormal anak pokok kelapa sawit di peringkat nurseri. Modul ini dibangunkan dengan mengintegrasikan elemen multimedia, teknikal dan kandungan bagi meningkatkan kefahaman, penglibatan serta pengalaman pembelajaran pelajar. Modul PalmGuard AR menggabungkan elemen grafik, teks, visual, video, peta minda dan kuiz interaktif bagi menyokong pembelajaran secara visual dan berpusatkan pelajar. Penggunaan imej dan model tiga dimensi berasaskan Realiti Terimbuh (Augmented Reality, AR) membolehkan pelajar mengenal pasti simptom abnormal dengan lebih jelas melalui pemerhatian daripada pelbagai sudut pandangan. Kandungan teks pula disampaikan secara ringkas dan tersusun bagi mengurangkan beban kognitif serta memudahkan pemahaman pelajar.

Dari aspek teknikal, modul ini dibangunkan menggunakan pelantar digital seperti Canva, Assemblr EDU dan Quizizz serta boleh diakses melalui pelbagai peranti elektronik yang mempunyai capaian internet. Kandungan modul merangkumi nota pembelajaran, peta minda, video penerangan dan kuiz pengukuhan yang direka bentuk untuk menyokong pembelajaran sendiri serta meningkatkan kefahaman pelajar terhadap topik yang dipelajari.



Rajah 3. Modul Interaktif PalmGuard AR

Secara keseluruhannya, Modul Interaktif PalmGuard AR berpotensi menjadi bahan bantu mengajar yang berkesan dan fleksibel dalam menyokong proses pengajaran dan pembelajaran, khususnya bagi topik simptom abnormal anak pokok kelapa sawit.



Rajah 4. Kandungan Modul Interaktif PalmGuard AR

Tahap Kebolehgunaan Modul Interaktif PalmGuard AR Aspek Multimedia

Analisis kebolehgunaan modul dari aspek multimedia menunjukkan bahawa responden memberikan penilaian yang sangat positif terhadap elemen multimedia yang digunakan. Item B1 mencatatkan skor min tertinggi ($M = 4.78$, $SP = 0.45$), menunjukkan bahawa penggunaan bahasa yang mudah difahami dan ringkas membantu pelajar memahami kandungan pembelajaran dengan lebih berkesan. Dapatan ini selaras dengan Teori Pembelajaran Multimedia yang menekankan kepentingan penggunaan bahasa yang jelas dan mudah dalam penyampaian maklumat.

Sebaliknya, Item B5 mencatatkan skor min yang paling rendah ($M = 4.55$, $SP = 0.58$), namun masih berada pada tahap yang tinggi. Dapatan ini menunjukkan bahawa video yang disediakan berjaya membantu pelajar memahami simptom abnormal anak pokok kelapa sawit walaupun terdapat sedikit variasi dalam persepsi pengguna terhadap keberkesanannya.

Jadual 1. Tahap kebolehgunaan modul dari aspek multimedia

Item	Min	Sisihan Piawai
B1.Modul ini dihasilkan menggunakan ayat yang mudah difahami dan ringkas	4.78	0.45
B2.Modul ini menggunakan saiz teks yang jelas dan font style yang bersesuaian	4.70	0.46
B3.Grafik 2D dan 3D yang digunakan dalam modul adalah jelas dan menarik	4.70	0.46
B4.Grafik seperti warna, saiz dan kejelasan adalah bersesuaian dengan tajuk.	4.71	0.49
B5.Video yang disertakan dalam modul ini membantu saya memahami cara mengenal pasti simptom abnormal anak pokok sawit,, dengan lebih mudah	4.55	0.58
B6.Video dalam modul ini mempunyai durasi masa yang sesuai.	4.59	0.55
B7.Reka bentuk antaramuka (layout, warna, teks) modul ini adalah menarik dan konsisten, memudahkan penggunaan.	4.56	0.67
B8.Gabungan visual (teks + grafik + video) dalam modul ini memberikan pengalaman pembelajaran yang menarik dan tidak membingungkan.	4.66	0.48
Purata	4.66	0.52

Secara keseluruhannya, nilai min purata sebanyak 4.66 menunjukkan bahawa elemen multimedia yang digunakan dalam modul berjaya memenuhi keperluan pembelajaran dan meningkatkan pengalaman pengguna.

Aspek Teknikal dan Kandungan

Dapatan kajian menunjukkan bahawa Modul PalmGuard AR mencapai tahap kebolehgunaan yang tinggi dari aspek teknikal dan kandungan. Item C5 mencatatkan skor min tertinggi ($M = 4.64$, $SP = 0.48$), menunjukkan bahawa responden bersetuju bahawa modul menyediakan arahan penggunaan yang jelas dan mudah diikuti.

Sementara itu, Item C6 mencatatkan skor min terendah ($M = 4.40$, $SP = 0.80$). Walaupun demikian, skor tersebut masih menunjukkan tahap penerimaan yang tinggi terhadap paparan elemen AR yang digunakan dalam modul. Variasi persepsi ini mungkin dipengaruhi oleh pengalaman dan tahap pendedahan responden terhadap teknologi AR.

Jadual 2. Tahap kebolegunaan modul interaktif Palmguard AR dari aspek teknikal dan kandungan

Item	Min	Sisihan Piawai
C1.Kandungan modul ini mengandungi kandungan yang memenuhi keperluan pembelajaran dalam topik penyakit tanaman kelapa sawit di peringkat nurseri.	4.55	0.60
C2.Kuiz uji minda dalam modul PalmGuard ini adalah bersesuaian dengan topik penyakit tanaman kelapa sawit	4.64	0.51
C3.Peta minda dalam modul ini mudah difahami.	4.59	0.70
C4.Modul PalmGuard AR ini mempunyai fakta yang bersesuaian tentang penyakit tanaman kelapa sawit.	4.56	0.58
C5.Modul PalmGuard mempunyai arahan penggunaan yang jelas.	4.64	0.48
C6.Modul PalmGuard AR ini dapat memaparkan paparan 2D, 3D dan video dalam panel kamera AR dengan jelas	4.40	0.80
C7.Modul PalmGuard AR dapat dikendalikan dengan mudah	4.60	0.62
C8.Modul ini boleh diakses melalui peranti mudah alih atau komputer tanpa menghadapi masalah keserasian	4.60	0.62
Purata	4.57	0.67

Nilai min purata sebanyak 4.57 membuktikan bahawa modul yang dibangunkan memenuhi keperluan teknikal dan kandungan pembelajaran yang diperlukan oleh pengguna.

Tahap Kebolegunaan Modul Interaktif PalmGuard AR Secara Keseluruhan

Analisis tahap kebolegunaan keseluruhan menunjukkan bahawa pengguna memberikan maklum balas yang sangat positif terhadap penggunaan modul. Item D5 mencatatkan skor min tertinggi ($M = 4.77$, $SP = 0.46$), menunjukkan tahap kepuasan yang sangat tinggi terhadap penggunaan modul secara keseluruhan. Item D4 pula mencatatkan skor min terendah ($M = 4.34$, $SP = 0.69$), namun majoriti responden masih bersetuju bahawa modul mudah digunakan dan jarang menyebabkan kesilapan navigasi atau interaksi.

Jadual 3. Tahap kebolegunaan modul interaktif palmguard AR secara keseluruhan

Item	Min	Sisihan Piawai
D1.Modul PalmGuard AR ini mudah dipelajari tanpa memerlukan bantuan berlebihan	4.38	0.72
D2.Saya dapat menyelesaikan tugas pembelajaran menggunakan modul ini dengan cepat.	4.48	0.63

D3. Selepas berhenti menggunakan modul ini untuk seketika, saya rasa mudah untuk mengingat cara menggunakannya semula	4.49	0.58
D4. Semasa menggunakan modul, saya jarang membuat kesilapan navigasi atau interaksi.	4.34	0.69
D5. Saya berasa puas hati dengan penggunaan modul PalmGuard AR secara keseluruhan..	4.77	0.46
Purata	4.49	0.61

Nilai min keseluruhan sebanyak 4.49 menunjukkan bahawa tahap kebolehgunaan Modul PalmGuard AR berada pada tahap yang tinggi dan diterima baik oleh pengguna.

Dapatan kajian membuktikan bahawa Modul Interaktif PalmGuard AR berjaya dibangunkan dan diterima dengan baik oleh pelajar Ijazah Sarjana Muda Pendidikan Sains Pertanian. Nilai min yang tinggi bagi aspek multimedia, fungsi teknikal, kandungan dan kebolehgunaan keseluruhan menunjukkan bahawa modul ini berjaya memenuhi keperluan pengguna sasaran.

Penggunaan teknologi Realiti Terimbu (AR) didapati membantu meningkatkan kefahaman pelajar terhadap simptom abnormal anak pokok kelapa sawit melalui visualisasi yang lebih realistik dan interaktif. Dapatan ini selaras dengan kajian terdahulu yang melaporkan bahawa penggunaan AR dapat meningkatkan motivasi, penglibatan dan kefahaman pelajar terhadap kandungan pembelajaran.

Selain itu, elemen multimedia seperti grafik, video, peta minda dan kuiz interaktif turut menyokong pembelajaran yang lebih bermakna serta meningkatkan pengalaman pengguna. Penyampaian kandungan yang menggabungkan pelbagai elemen multimedia selaras dengan prinsip Teori Pembelajaran Multimedia yang menekankan penggunaan pelbagai saluran maklumat untuk meningkatkan kefahaman pelajar.

Dari aspek teknikal, modul ini menunjukkan tahap kebolehgunaan yang tinggi kerana mudah diakses, mempunyai arahan penggunaan yang jelas serta dapat digunakan melalui pelbagai peranti elektronik. Keadaan ini membolehkan pelajar mengikuti pembelajaran secara fleksibel mengikut keperluan masing-masing.

Secara keseluruhannya, dapatan kajian ini menyokong penggunaan teknologi AR sebagai medium pembelajaran yang berkesan dalam pendidikan pertanian dan TVET serta berpotensi menyumbang kepada transformasi pendidikan digital negara.

KESIMPULAN

Kajian ini berjaya membangunkan dan menilai tahap kebolehgunaan Modul Interaktif PalmGuard AR bagi topik simptom abnormal anak pokok kelapa sawit. Dapatan kajian menunjukkan bahawa modul ini mencapai tahap kebolehgunaan yang tinggi dari aspek multimedia, fungsi teknikal, kandungan dan kepuasan pengguna.

Integrasi teknologi Realiti Terimbu bersama elemen multimedia dan aktiviti pembelajaran interaktif didapati dapat meningkatkan kefahaman, minat dan penglibatan pelajar dalam proses pembelajaran. Modul ini berpotensi menjadi bahan bantu mengajar yang inovatif dan berkesan serta boleh digunakan sebagai alternatif kepada kaedah pengajaran konvensional.

Dari sudut signifikan kajian, pembangunan modul ini menyumbang kepada pengembangan inovasi digital dalam pendidikan pertanian dan TVET dengan membuktikan bahawa teknologi AR mampu meningkatkan kualiti pengalaman pembelajaran pelajar. Bagi kajian akan datang, disarankan agar keberkesanan modul ini dinilai melalui reka bentuk kajian eksperimen bagi mengukur impaknya terhadap pencapaian akademik, kemahiran praktikal dan motivasi pembelajaran pelajar.

Selain itu, pembangunan modul boleh diperluaskan kepada topik pertanian lain dengan penambahan ciri-ciri interaktif yang lebih canggih bagi meningkatkan lagi keberkesanan pembelajaran digital.

PENGHARGAAN

Penulis merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Universiti Pendidikan Sultan Idris atas sokongan dan kemudahan yang diberikan sepanjang kajian ini dijalankan.

PERNYATAAN KONFLIK BERKEPENTINGAN

Penulis mengisytiharkan bahawa tiada konflik kepentingan berkaitan penerbitan kertas kerja ini. Semua penulis telah menyumbang kepada kajian ini dan telah meluluskan versi akhir manuskrip untuk penyerahan kepada TVET Research and Innovation Journal (TRIJ).

PERNYATAAN SUMBANGAN PENULIS

Semua penulis telah menyumbang secara signifikan terhadap pembangunan manuskrip ini. Faizah Abu Kassim bertanggungjawab terhadap pengkonsepkan, metodologi dan penyeliaan keseluruhan kajian. Dysie Donny mengendalikan pengumpulan data, analisis serta tafsiran dapatan kajian. Anizah Mohd Salleh dan Mohd Firdaus Abu Naim menyumbang kepada sorotan literatur, penyediaan draf, dan semakan kritikal manuskrip. Semua penulis telah membaca dan meluluskan versi akhir manuskrip sebelum penyerahan.

DEKLARASI PENGGUNAAN AI GENERATIF

Semasa penyediaan manuskrip ini, penulis telah menggunakan ChatGPT (OpenAI) bagi membantu meningkatkan kejelasan bahasa, struktur ayat dan kebolehbacaan penulisan. Selepas penggunaan ChatGPT, penulis telah menyemak, menyunting dan mengesahkan keseluruhan kandungan manuskrip mengikut keperluan serta bertanggungjawab sepenuhnya terhadap kandungan akhir penerbitan ini.

PERNYATAAN ETIKA

Tidak Berkenaan

RUJUKAN

- Abd Gani, Muhammad Izuan. (2015). MODEL ADDIE DALAM PROSES REKA BENTUK
- Alessi, S. M., & Trollip, S. R. (2001). Multimedia for learning: Methods and development (3rd ed.). Allyn & Bacon.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Educational Technology & Society*, 17(4), 133–149
- Billinghurst, M., & Duenser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45(7), 56–63. <https://doi.org/10.1109/mc.2012.111>
- Chattopadhyay, C. (2021). Plant pathology in the era of new education policy: Challenges and opportunities. *Indian Phytopathology*, 74(3), 587–595. <https://doi.org/10.1007/s42360-021-00406-3> ISLAM MALAYSIA SEBAGAI CONTOH.
- Johar, S. H., & Abdullah, N. S. (2019). Pembangunan e-Modul Augmented Reality bagi Subjek Semiconductor Devices untuk Guru TVET. *Online Journal for TVET Practitioners*, 4(2), 99–104. <https://publisher.uthm.edu.my/ojs/index.php/oj-tp/article/view/5098>
- Kay, R. H. (2012). Exploring the use of video podcasts in education: A comprehensive review of the literature. *Computers in Human Behavior*, 28(3), 820–831.
- Lai, J. W., & Cheong, K. H. (2022). Educational opportunities and challenges in augmented reality: Featuring implementations in physics education. *IEEE Access*, 10, 43143–43158
- Mayer, R. E. (2009). Multimedia learning. New York: Cambridge University Press. Second Edition
- MODUL PENGAJARAN: BAHASA ARAB TUJUAN KHAS DI UNIVERSITI SAINS

- Mohammad Khawari, N. S. (2024). OJ-TP PEMBANGUNAN E-MODUL PEMBELAJARAN MENGGUNAKAN AUGMENTED REALITY (AR) BAGI KURSUS DEB1113 PENGENALAN KEPADA ELEKTRONIK DI KOLEJ VOKASIONAL. *ONLINE JOURNAL FOR TVET PRACTITIONERS*, e-ISSN: 2289-7410. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11533.14567>
- Nabila, A. a. R., Rusdi, A., As, Z., & Gultom, V. E. P. (2025). Usability Analysis of Augmented Reality-Based Flipbooks as learning media for elementary school students. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 8(2), 2229–2237
- Palinkas LA, Horwitz SM, Green CA, Wisdom JP, Duan N, Hoagwood K. Purposeful Sampling for Qualitative Data Collection and Analysis in Mixed Method Implementation Research. *Adm Policy Ment Health*. 2015 Sep;42(5):533-44. doi: 10.1007/s10488-013-0528-y. PMID: 24193818; PMCID: PMC4012002.
- Purnomo, F. A., Pratisto, E. H., Yudhanto, Y., Ardhi, O. D. W., Hidayat, T. N., & Fajri, A. (2024). Pengembangan aplikasi augmented reality sebagai media edukasi pertanian porang untuk masyarakat. *Indonesian Journal of Applied Informatics*, 9(1), 45. <https://doi.org/10.20961/ijai.v9i1.90711>
- Rahman, M. M., Tabash, M. I., Salamzadeh, A., Abduli, S., & Rahaman, M. S. (2022). Sampling techniques (probability) for quantitative social science researchers: a conceptual guidelines with examples. *Seeu Review*, 17(1), 42-51.
- Shelton, B. E. (2004). Exploring the Unique Properties of Augmented Reality for Teaching and Learning. Kertas kerja dibentangkan di Roundtable Paper, AECT 2004
- Yusof, A. S., Ajmain Jima'ain, M. T., Ab. Rahim, S., & Abuhassna, H. (2022). Implementation of augmented reality (AR) in Malaysian education system. *International Journal of Academic Research in Business & Social Sciences*, 12(10). <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v12-i10/15367>