

Integrasi Pembelajaran IoT Berbasis Heutagogi dalam Proyek KKN/Magang Mahasiswa PTI

Ary Purmadi ^{*1}, Akbar Juliansyah², Wirawan Putrayadi³, Jarir⁴, Gargazi⁵

¹Jurusan Teknologi Pendidikan, Universitas Pendidikan Mandalika

^{2,3,4,5}Jurusan Pendidikan Teknologi Informasi, Universitas Pendidikan Mandalika

e-mail: ^{*1}arypurmadi@undikma.ac.id, ²akbarjuliansyah@undikma.ac.id,

³wirawanputrayadi@undikma.ac.id, ⁴jarir@undikma.ac.id, ⁵gargazi@undikma.ac.id

Abstrak

Penelitian ini membahas penerapan pendekatan heutagogi dalam program magang/Kuliah Kerja Nyata (KKN) mahasiswa Pendidikan Teknologi Informasi di komunitas petani organik. Permasalahan utama adalah keterbatasan kapasitas mahasiswa dalam mengembangkan teknologi tepat guna yang sesuai dengan kebutuhan masyarakat, serta kebutuhan akan model pembelajaran yang mendorong kemandirian, refleksi, dan adaptasi. Tujuan penelitian adalah merancang dan menganalisis efektivitas model pembelajaran adaptif berbasis heutagogi dalam mendukung pengembangan produk teknologi tepat guna. Metode penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan observasi partisipatif, wawancara terbuka, serta dokumentasi laporan dan produk mahasiswa. Subjek penelitian terdiri dari lima mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi Universitas Pendidikan Mandalika yang mengikuti KKN di PT Lombok Organik Cahaya Nusantara selama tiga bulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa mampu menghasilkan lima produk inovatif, yaitu meja penelitian pertumbuhan tanaman dengan penyiraman otomatis, alat pengukur laju aliran air berbasis IoT, media pembelajaran penyiraman otomatis, modul digital penggunaan alat IoT, dan aplikasi web pemantau bibit cabai. Temuan ini menegaskan bahwa heutagogi mendorong mahasiswa untuk belajar secara mandiri, non-linear, dan reflektif, sekaligus menghubungkan teori akademik dengan kebutuhan praktis masyarakat. Kesimpulannya, pendekatan heutagogi efektif diterapkan dalam kegiatan KKN/magang untuk meningkatkan kapabilitas belajar mandiri, keterampilan teknis, serta kontribusi mahasiswa terhadap pemberdayaan komunitas pertanian organik.

Kata kunci— *heutagogi, KKN/magang, teknologi tepat guna, pembelajaran mandiri*

1. PENDAHULUAN

Pertanian organik memang menghadapi tantangan dalam menjaga produktivitas tanpa mengorbankan keberlanjutan lingkungan. Penggunaan teknologi tepat guna (TTG)—teknologi sederhana, murah, dan mudah diadaptasi—terbukti dapat meningkatkan efisiensi, hasil panen, dan keberlanjutan lingkungan dalam sistem pertanian organik. Peningkatan Produktivitas dan Efisiensi TTG seperti irigasi hemat air, pupuk organik, pengelolaan hama ramah lingkungan, dan rotasi tanaman terbukti meningkatkan hasil panen tanpa merusak ekosistem[1]. TTG membantu mengurangi penggunaan bahan kimia, menekan polusi udara dan tanah, serta meningkatkan keanekaragaman hayati dan kesehatan tanah[2]. Aksesibilitas dan Adaptasi Lokal TTG mudah diadopsi oleh petani karena biayanya rendah dan dapat disesuaikan dengan kondisi lokal. Inovasi berbasis komunitas, pelatihan, dan dukungan pemerintah sangat penting untuk memperluas adopsi TTG [3].

PT Lombok Organik Cahaya Nusantara sebagai mitra komunitas memberikan ruang magang dan KKN bagi mahasiswa berbagai disiplin untuk mengembangkan solusi TTG.

Mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi (PTI) berperan mengembangkan inovasi berbasis teknologi sesuai kebutuhan masyarakat. Penelitian menunjukkan bahwa integrasi praktik reflektif, pembelajaran berbasis pengalaman, dan strategi pembelajaran mandiri sangat penting untuk mengoptimalkan manfaat magang bagi mahasiswa. Refleksi terstruktur selama magang seperti penulisan jurnal reflektif, diskusi kelompok, dan bimbingan dosen terbukti meningkatkan kesadaran diri, regulasi diri, perencanaan masa depan, dan pengembangan profesional mahasiswa[4]. Magang yang didesain dengan pendekatan experiential learning dan self-regulated learning mendorong mahasiswa untuk aktif merencanakan, memonitor, dan mengevaluasi pembelajaran mereka sendiri, sehingga meningkatkan kemandirian dan kemampuan beradaptasi.[5]

Sebagai respons, pendekatan heutagogi menjadi kerangka pembelajaran yang relevan. Heutagogi menekankan pembelajaran otonom, di mana mahasiswa secara aktif merancang, mengelola, dan merefleksikan proses belajar mereka sendiri. Pendekatan ini mendorong mahasiswa menjadi pembelajar mandiri, reflektif, dan adaptif, sehingga lebih siap menghadapi tantangan dunia nyata dan pembelajaran sepanjang hayat [6]. Mahasiswa didorong untuk memilih topik, metode, dan bentuk penilaian yang sesuai dengan kebutuhan dan minat mereka[7]. Proses belajar bersifat non-linear dan berbasis pengalaman nyata, di mana refleksi menjadi kunci untuk mengembangkan metakognisi, berpikir kritis, dan kemampuan adaptasi[8]. Heutagogi terbukti meningkatkan motivasi intrinsik, kepercayaan diri, dan kesiapan mahasiswa untuk belajar sepanjang hayat serta menghadapi dunia kerja yang dinamis[9]. Integrasi teknologi dan pembelajaran berbasis proyek semakin memperkuat otonomi dan kolaborasi[10]. Dengan demikian Heutagogi menekankan pembelajaran otonom berbasis pengalaman dan refleksi, memungkinkan mahasiswa merancang proses belajar secara mandiri.

Heutagogi sangat relevan dalam lingkungan belajar berbasis teknologi. Pemanfaatan teknologi dalam heutagogi secara nyata menciptakan ruang belajar yang fleksibel, terbuka, dan mandiri. Teknologi memperluas akses, memungkinkan personalisasi, serta mendukung otonomi dan kolaborasi dalam proses pembelajaran. Platform daring, mobile learning, dan blended learning memungkinkan mahasiswa belajar kapan saja dan di mana saja, menyesuaikan waktu, tempat, dan kecepatan belajar sesuai kebutuhan pribadi [11]. Teknologi juga menghilangkan batasan geografis dan fisik, sehingga pembelajaran dapat diakses lebih luas[12]. Media sosial, perangkat mobile, dan sumber belajar digital menyediakan akses ke beragam sumber informasi dan jejaring kolaborasi. Mahasiswa dapat terhubung, berbagi, dan belajar dari berbagai komunitas serta pakar secara terbuka[13]. Penggunaan perangkat milik sendiri (BYOD) dan aplikasi terbuka memperkuat akses dan inklusivitas[14]. Teknologi mendukung mahasiswa untuk merancang, mengelola, dan mengevaluasi proses belajar secara mandiri. Fitur seperti e-portfolio, forum diskusi, dan adaptive learning platform mendorong refleksi, eksplorasi, dan pengembangan identitas profesional[15]

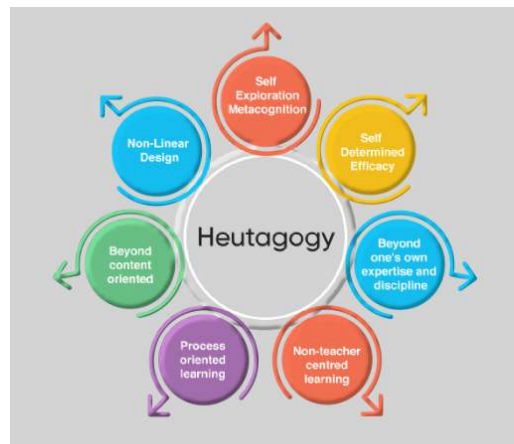
Dalam pengembangan TTG, mahasiswa dapat memanfaatkan tutorial daring, forum diskusi global, dan simulator IoT untuk menguji solusi secara non-linear. Proses ini mendukung eksperimen non-linear, di mana mahasiswa dapat mencoba berbagai pendekatan, memperbaiki kesalahan, dan langsung melihat hasilnya sebelum implementasi nyata[16].

Penelitian ini bertujuan merancang model pembelajaran adaptif berbasis heutagogi bagi mahasiswa magang/KKN dalam pengembangan TTG. Model ini diharapkan dapat mengoptimalkan pembelajaran pengalaman sekaligus meningkatkan relevansi sosial proyek mahasiswa. Secara khusus, penelitian ini akan: (1) mengidentifikasi kebutuhan belajar mahasiswa dalam pengembangan TTG; (2) merancang model pembelajaran heutagogi yang kontekstual; dan (3) menganalisis efektivitas model tersebut dalam kegiatan KKN pertanian organik.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah deskriptif kualitatif, yang bertujuan untuk menggambarkan proses penerapan model pembelajaran heutagogi dalam kegiatan KKN/magang mahasiswa

Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi. Pendekatan ini digunakan untuk mendeskripsikan secara mendalam dinamika pembelajaran mandiri yang dialami oleh mahasiswa selama kegiatan berlangsung. Model pembelajaran yang diterapkan mengacu pada model heutagogi sebagaimana digunakan dalam sistem PPG melalui platform Ruang GTK dari Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Model ini tidak dimodifikasi dan diterapkan secara utuh dalam konteks KKN/magang. Ciri utama dari model ini meliputi pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa, penekanan pada kemandirian belajar, dan pengembangan solusi berdasarkan pengalaman lapangan. Berikut gambaran model heutagogi:



Gambar 1. Model Heutagogi

Prosedur implementasi model pembelajaran heutagogi dalam kegiatan KKN/magang dilakukan melalui yang diadaptasi menjadi tahapan sebagai berikut: 1) Pelatihan Awal pada mahasiswa mengikuti pelatihan intensif selama 5 hari mengenai konsep dasar sistem pertanian pintar (smart farming) dan pemanfaatan teknologi informasi dalam bidang pertanian. 2) Eksplorasi Mandiri yang dilakukan setelah pelatihan, yakni dengan mengarahkan mahasiswa untuk menjelajahi sumber-sumber informasi dari internet secara mandiri guna memahami lebih dalam permasalahan di lokasi KKN dan mencari inspirasi solusi berbasis teknologi. 3) Perancangan Solusi, yakni dengan menyusun rencana dan merancang solusi atas permasalahan pertanian yang ditemukan berdasarkan hasil eksplorasi mandiri dan pengamatan langsung di lapangan. 4) Penerapan dan dokumentasi dengan mahasiswa menerapkan solusi yang telah dirancang dan mendokumentasikan prosesnya dalam bentuk laporan serta produk berupa prototipe atau model kerja. Kegiatan dilakukan tanpa dukungan LMS; sebagai gantinya, proses komunikasi, bimbingan, dan umpan balik dilakukan melalui grup diskusi terbuka dan refleksi harian bersama dosen pembimbing lapangan.

Validasi ahli tidak dilakukan dalam penelitian ini karena model pembelajaran heutagogi yang digunakan merupakan model yang sudah mapan dan diimplementasikan tanpa modifikasi. Oleh karena itu, penelitian ini tidak memerlukan penilaian dari pakar pendidikan terkait desain model. Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi yang mengikuti kegiatan KKN/magang pada semester genap tahun akademik 2024/2025. Mahasiswa ini telah mendapatkan pelatihan awal dan diarahkan untuk menerapkan prinsip-prinsip heutagogi dalam kegiatan KKN/magang.

Data dikumpulkan melalui: Observasi partisipatif terhadap aktivitas mahasiswa selama merancang dan menerapkan solusi. Wawancara terbuka dengan mahasiswa terkait pengalaman pembelajaran mandiri yang mereka alami. Dokumentasi hasil pekerjaan mahasiswa berupa laporan, foto kegiatan, dan produk teknologi yang dihasilkan.

Data dianalisis menggunakan model Miles dan Huberman, yakni: 1) Reduksi Data dengan menyaring informasi penting dari catatan lapangan, laporan, dan hasil wawancara. 2) Penyajian Data dilakukan dengan menyusun data dalam bentuk narasi atau tabel untuk dianalisis

lebih lanjut. 3) Penarikan Kesimpulan yakni membuat interpretasi terhadap proses pembelajaran heutagogi dan efektivitasnya dalam konteks KKN/magang mahasiswa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melibatkan lima mahasiswa yang mengikuti kegiatan magang/Kuliah Kerja Nyata (KKN) di PT Lombok Organik Cahaya Nusantara selama tiga bulan. Selama proses magang, mahasiswa memperoleh pengalaman langsung di lapangan terkait praktik pertanian organik, sekaligus diberikan kesempatan untuk mengintegrasikan teknologi tepat guna berbasis prinsip heutagogi. Hasil temuan utama berupa produk dan aktivitas pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengembangan Mahasiswa Magang/KKN

No	Produk/ Aktivitas	Deskripsi Hasil	Bentuk Keterlibatan Heutagogi
1	Meja penelitian pertumbuhan tanaman dengan penyiraman otomatis	Mahasiswa merancang meja untuk percobaan tanaman yang dilengkapi sensor penyiraman otomatis berbasis ESP32.	Mahasiswa memilih desain dan sensor secara mandiri, lalu melakukan uji coba berulang.
2	Alat pengukur laju aliran air (IoT-based)	Mengembangkan prototipe alat untuk mengukur kecepatan aliran air irigasi berbasis Internet of Things.	Eksperimen non-linear, mahasiswa merevisi prototipe beberapa kali hingga berfungsi.
3	Media pembelajaran penyiraman otomatis	Membuat media edukasi berupa poster/tutorial sederhana penggunaan alat penyiraman otomatis.	Refleksi pembelajaran dituangkan dalam materi ajar praktis untuk petani.
4	Modul digital penggunaan alat pengukur laju air	Modul berbasis digital yang menjelaskan instalasi, penggunaan, dan analisis data dari alat IoT.	Mahasiswa melakukan penilaian diri dan peer-review untuk penyempurnaan modul.
5	Aplikasi web pemantau bibit cabai	Aplikasi berbasis web untuk memantau perkembangan bibit cabai yang ditanam di lahan organik.	Inisiatif penuh mahasiswa dalam menentukan kebutuhan, desain, dan fitur aplikasi.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa tidak hanya menghasilkan produk teknologi tepat guna, tetapi juga mengembangkan kemampuan reflektif, adaptif, dan kolaboratif selama proses belajar. Dua Inovasi Teknologi yang berhasil dikembangkan yaitu

Meja untuk percobaan tanaman yang dilengkapi sensor penyiraman otomatis berbasis ESP32. Sistem irigasi otomatis berbasis Arduino yang disimulasikan bekerja dengan mengandalkan pembacaan sensor kelembapan tanah dan logika pengendalian berbasis ambang batas yang ditentukan oleh pengguna. Sensor kelembapan tanah yang terhubung ke pin analog Arduino secara terus-menerus membaca tingkat kelembapan media tanam. Jika nilai kelembapan yang dibaca oleh sensor lebih rendah dari ambang batas yang telah diatur, maka sistem akan mengaktifkan pompa air dengan mengirimkan sinyal ke modul relay, yang berfungsi sebagai saklar elektronik. Pompa akan menyiram tanaman hingga kelembapan tanah meningkat dan melebihi nilai batas yang ditentukan.



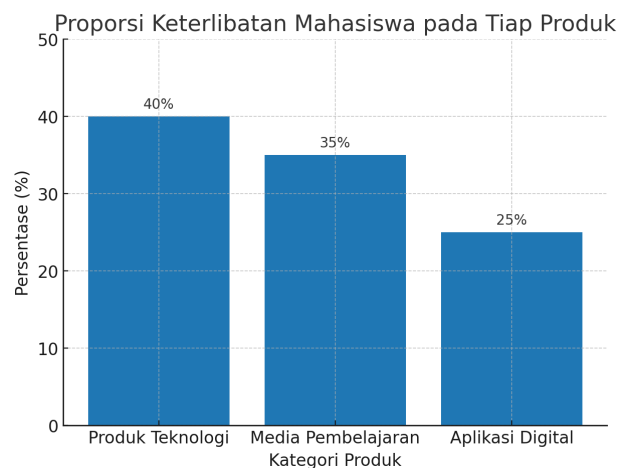
Gambar 2. Meja untuk percobaan tanaman

Mengembangkan prototipe alat untuk mengukur kecepatan aliran air irigasi berbasis Internet of Things. Sistem pemantauan penggunaan debit air pada sistem irigasi tetes berbasis Internet of Things ini bekerja melalui integrasi sensor, mikrokontroler, dan aplikasi mobile. Proses dimulai ketika sensor YF-S201 mendeteksi aliran air yang melewatinya dan menghasilkan pulsa sesuai dengan jumlah volume air yang mengalir. Pulsa tersebut kemudian dibaca oleh NodeMCU ESP8266 yang berfungsi sebagai pusat kendali. NodeMCU menghitung jumlah pulsa tersebut dan mengonversinya menjadi nilai debit air dalam satuan liter per menit (L/menit)



Gambar 3. Prototipe alat untuk mengukur kecepatan aliran air irigasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa tidak hanya menghasilkan produk TTG, tetapi juga mengembangkan kemampuan reflektif, adaptif, dan kolaboratif. Temuan ini konsisten dengan penelitian terbaru yang menunjukkan bahwa Heutagogi mendorong mahasiswa untuk aktif bereksperimen, merevisi solusi, dan merefleksi hasilnya, sehingga meningkatkan kemampuan problem solving dan berpikir kritis[17]. Pendekatan heutagogi yang berbasis proyek dan kasus nyata terbukti meningkatkan kreativitas, inovasi, dan kesiapan menghadapi tantangan dunia kerja[18].



Gambar 4. Proporsi Keterlibatan Mahasiswa terhadap produk

Selain itu, keterlibatan mahasiswa dalam menyusun modul digital, media pembelajaran, dan aplikasi web menunjukkan bahwa hasil belajar tidak hanya terbatas pada pembuatan produk fisik, tetapi juga mencakup peningkatan kompetensi pedagogis serta keterampilan teknologi informasi. Penelitian [19] membuktikan bahwa pengembangan media pembelajaran digital mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa, sedangkan [20] menunjukkan bahwa aktivitas kolaboratif berbasis media digital efektif menguatkan literasi digital mahasiswa. Penelitian [21] dan [22] juga menegaskan bahwa literasi digital berperan signifikan dalam meningkatkan kesiapan belajar mandiri serta kesadaran metakognitif mahasiswa. Dalam konteks KKN dan magang, produksi berbagai media digital terbukti menjadi ruang transformatif sebagaimana ditunjukkan oleh penelitian [23] yang mendeskripsikan bagaimana pembuatan website dan video profil desa mampu menghubungkan teori perkuliahan dengan kebutuhan praktis masyarakat. Selain itu, studi [24] juga menegaskan bahwa keterlibatan mahasiswa dalam proyek berbasis komunitas mendorong mereka untuk lebih adaptif dan responsif terhadap permasalahan riil di lapangan. Dengan demikian, penerapan pendekatan heutagogi dalam kegiatan magang atau KKN semakin relevan untuk memperkuat kemandirian belajar, literasi digital, kemampuan teknis berbasis teknologi, serta keterampilan reflektif mahasiswa.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan keseluruhan proses dan temuan penelitian, dapat disimpulkan bahwa penerapan pendekatan heutagogi dalam kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) atau magang mahasiswa Pendidikan Teknologi Informasi di komunitas pertanian organik terbukti efektif dan kontekstual. Model pembelajaran yang berpusat pada kemandirian ini berhasil mengatasi keterbatasan kapasitas mahasiswa dalam mengembangkan teknologi tepat guna, sekaligus menjawab kebutuhan akan sebuah pendekatan yang mendorong otonomi, refleksi, dan adaptasi.

Implementasi model yang terdiri atas tahap pelatihan awal, eksplorasi mandiri, perancangan solusi, serta penerapan dan dokumentasi, berhasil memandu lima mahasiswa untuk tidak hanya terlibat secara pasif, tetapi secara aktif menghasilkan lima produk inovasi yang relevan dengan kebutuhan PT Lombok Organik Cahaya Nusantara. Produk-produk tersebut mulai dari meja penelitian dengan penyiraman otomatis hingga aplikasi web pemantauan menunjukkan bahwa mahasiswa mampu menjalani proses belajar non-linear, di mana mereka secara mandiri menentukan jalur belajar, melakukan eksperimen berulang, dan merefleksikan kegagalan serta keberhasilan.

Temuan ini memperkuat proposisi teoritis bahwa heutagogi, dengan penekanannya pada self-determined learning, dapat menjembatani kesenjangan antara teori akademis dan tantangan praktis di masyarakat.

Dengan demikian, penelitian ini mengonfirmasi bahwa kerangka heutagogi bukan hanya meningkatkan keterampilan teknis dan kapabilitas belajar mandiri (self-directed learning capability) mahasiswa, tetapi juga memperkuat peran kontributif pendidikan tinggi dalam pemberdayaan komunitas melalui solusi teknologi yang tepat guna dan berkelanjutan.

5. SARAN

Berdasarkan temuan dan keterbatasan dalam penelitian ini, beberapa saran konstruktif diajukan untuk pengembangan ke depan.

1. Bagi institusi pendidikan tinggi, disarankan untuk secara sistematis mengintegrasikan prinsip-prinsip heutagogi ke dalam desain kurikulum kegiatan magang dan KKN lintas disiplin. Pembuatan panduan operasional dan pelatihan bagi dosen pembimbing lapangan tentang peran mereka sebagai fasilitator, alih-alih pemberi instruksi, akan memperkuat konsistensi penerapan. Selain itu, membangun kemitraan jangka panjang dengan lebih banyak mitra komunitas dan industri dapat memperluas ruang belajar autentik bagi mahasiswa.
2. Bagi para dosen dan pembimbing, diperlukan komitmen untuk mendampingi proses refleksi mahasiswa secara lebih terstruktur, misalnya melalui jurnal belajar digital atau sesi coaching berkala, untuk membantu mereka mengartikulasikan pembelajaran kompleks yang diperoleh dari pengalaman lapangan.
3. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk melakukan studi dengan desain yang lebih robust, seperti penelitian eksperimen atau komparatif dengan kelompok kontrol, untuk mengukur dampak heutagogi secara lebih objektif dibandingkan model magang konvensional. Studi longitudinal juga diperlukan untuk menelusuri dampak jangka panjang pendekatan ini terhadap kapabilitas profesional alumni dan keberlanjutan adopsi teknologi oleh komunitas. Eksplorasi penerapan model serupa di konteks masyarakat dan disiplin ilmu yang berbeda akan memperkaya validitas eksternal temuan.
4. Pengembangan instrumen asesmen yang spesifik untuk mengukur dimensi kemandirian belajar, kemampuan adaptif, dan kapabilitas reflektif dalam setting heutagogi menjadi kebutuhan mendesak untuk memastikan bahwa proses evaluasi sejalan dengan filosofi pembelajaran yang diterapkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Pendidikan Mandalika yang telah mendanai penelitian ini sehingga dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penelitian, baik secara langsung maupun tidak langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sari, M., Dewanti, P., Made, N., Gemuh, A., & Astiti, R. (2024). "Application of Sustainable Agricultural Technology to Enhance Crop Productivity." *Agriculture Power Journal*. <https://doi.org/10.70076/apj.v1i1.12>.
- [2] Gamage, A., Gangahagedara, R., Gamage, J., Jayasinghe, N., Kodikara, N., Suraweera, P., & Merah, O. (2023). "Peran pertanian organik untuk mencapai keberlanjutan dalam pertanian." *Sistem Pertanian*. <https://doi.org/10.1016/j.farsys.2023.100005>.

- [3] Petrović, B., Kononets, Y., & Csambalik, L. (2024). "Adopsi teknologi drone, sensor, dan robotik dalam sistem pertanian organik di negara-negara Visegrad." *Heliyon*, 11. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e41408>.
- [4] Li, C., Yang, Y., & Jing, Y. (2022). "Formulation of teaching strategies for graduation internship based on the experiential learning styles of nursing undergraduates: a non-randomized controlled trial." *BMC Medical Education*, 22. <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03221-0>.
- [5] Wu, T., Tsai, C., Leelapattana, W., & Thongma, W. (2025). "Investigating the Internship Experiences and Adaptation Strategies of International Students." *Journal of Ecohumanism*. <https://doi.org/10.62754/joe.v4i2.6621>.
- [6] Blaschke, L. (2021). "The dynamic mix of heutagogy and technology: Preparing learners for lifelong learning." *Br. J. Educ. Technol.*, 52, 1629-1645. <https://doi.org/10.1111/bjet.13105>.
- [7] Moore, R. (2020). "Developing lifelong learning with heutagogy: contexts, critiques, and challenges." *Distance Education*, 41, 381 - 401. <https://doi.org/10.1080/01587919.2020.1766949>.
- [8] Gillaspay, E., & Vasilica, C. (2021). "Developing the digital self-determined learner through heutagogical design." *Higher Education Pedagogies*, 6, 135 - 155. <https://doi.org/10.1080/23752696.2021.1916981>.
- [9] Lock, J., Lakhal, S., Cleveland-Innes, M., Arancibia, P., Dell, D., & De Silva, N. (2021). "Creating technology-enabled lifelong learning: A heutagogical approach." *Br. J. Educ. Technol.*, 52, 1646-1662. <https://doi.org/10.1111/bjet.13122>.
- [10] Matthews, J. (2024). "From Traditional to Transformed." *Pacific Journal of Technology Enhanced Learning*. <https://doi.org/10.24135/pjtel.v6i1.180>.
- [11] Mukuka, A., & Tatira, B. (2025). "A Review of the Implementation of Technology-Enhanced Heutagogy in Mathematics Teacher Education." *Education Sciences*. <https://doi.org/10.3390/educsci15070822>.
- [12] Saamri, N., Nawawi, S., & Ramli, R. (2021). "Student Acceptance Level Toward The Use Of Online Facilities To Support Flexible Learning Activities Based On The Design Elements Of The Heutagogical Approach." 3, 35-48. <https://doi.org/10.35631/ijmoe.38004>.
- [13] Blaschke, L., & Hase, S. (2019). "Heutagogy and digital media networks." *Pacific Journal of Technology Enhanced Learning*. <https://doi.org/10.24135/pjtel.v1i1.1>.
- [14] Narayan, V., Herrington, J., & Cochrane, T. (2019). "Design principles for heutagogical learning: Implementing student-determined learning with mobile and social media tools." *Australasian Journal of Educational Technology*. <https://doi.org/10.14742/ajet.3941>.
- [15] Marrie, H. (2024). "Heutagogy and Digital Media: An Exploration into the Digital Migration." *Emirati Journal of Digital Arts AND Media*. <https://doi.org/10.54878/c6n4ye51>.
- [16] Campos, N., Nogal, M., Cáliz, C., & Juan, A. (2020). "Simulation-based education involving online and on-campus models in different European universities." *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-0181-y>.
- [17] Bizami, N., Tasir, Z., & Kew, S. (2022). "Innovative pedagogical principles and technological tools capabilities for immersive blended learning: a systematic literature review." *Education and Information Technologies*, 28, 1373 - 1425. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11243-w>.
- [18] Sutarjo, S., Kamil, A., Ma'shum, S., Zahra, W., Kejora, M., & Husna, A. (2025). "Project-Based Learning Through a Heutagogic Approach in Higher Education: Challenges, Technology and Implementation." *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v17i1.6026>.
- [19] Indriyani, S. Anam, and S. Istiqomah, "Pengembangan media pembelajaran digital: Upaya meningkatkan critical thinking di kalangan mahasiswa," *Al-Adabiyah: Jurnal Pendidikan dan Bahasa Arab*, 2023. [Online]. Available: <https://al-adabiyah.uinkhas.ac.id/index.php/adabiyah/article/view/927>

- [20] Permanasari and B. Soebiantoro, "Penerapan collaborative learning berbasis digital untuk meningkatkan literasi digital mahasiswa," *Edusaintek: Jurnal Pendidikan Sains dan Teknologi*, 2022. [Online]. Available: <https://www.journalstkipgrisitubondo.ac.id/index.php/EDUSAINTEK/article/view/1335>
- [21] R. Maya, "Digital literacy and academic performance of students' self-directed learning readiness," *ELite Journal*, 2023. [Online]. Available: <https://journal.unesa.ac.id/index.php/elite/article/view/17307>
- [22] D. Yanto et al., "Understanding university students' self-directed online learning in the context of emergency remote teaching," *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. XX, 2025. doi: 10.1007/s12528-025-09458-0
- [23] A. Hibatullah et al., "Pengembangan media digital melalui pembuatan website dan video profil untuk meningkatkan identitas desa dalam program KKN tematik," *JGEN: Journal of Community Engagement*, 2024. [Online]. Available: <https://ejournal.lumbungpare.org/index.php/jgen/article/view/1023>
- [24] Widodo, A., Rochintaniawati, D., & Riandi. (2017). Primary School Teachers' Understanding of Essential Science Concepts. *Cakrawala Pendidikan*, 3(XXXVI), 522–528. <https://doi.org/10.21831/cp.v36i3.11921>