

Game Virtual Reality Sorgum Untuk Ketahanan Pangan

Delta Ardy Prima^{1*}
Mikhael Ming Khosasih²

^{1,2}Teknik Informatika, Universitas Surabaya, Jl. Ngagel Jaya Selatan No. 169.
Surabaya 60284, Indonesia

¹delta@staff.ubaya.ac.id, ²mikhaelming@staff.ubaya.ac.id

***Penulis Korespondensi:**

Delta Ardy Prima
delta@staff.ubaya.ac.id

Abstrak

Sorgum merupakan salah satu tanaman pangan pokok yang banyak dikonsumsi di wilayah Asia dan Afrika, serta menempati peringkat lima besar tanaman pangan dunia setelah gandum, jagung, padi, dan barley. Tanaman ini kaya akan karbohidrat dan rendah gula, sehingga cocok dikonsumsi oleh penderita diabetes. Sorgum juga dapat dibudidayakan di lahan marginal atau kurang produktif. Namun, teknik budidaya yang tidak tepat dapat menyebabkan hasil panen yang tidak optimal bahkan gagal panen. Berdasarkan hasil survei, pengetahuan masyarakat Indonesia mengenai budidaya sorgum masih terbatas, yang mengakibatkan kesulitan dalam proses penanaman dan perawatan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dikembangkan sebuah permainan simulasi berbasis teknologi realitas virtual (virtual reality/VR) yang bertujuan memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan imersif mengenai budidaya sorgum. Game ini dikembangkan menggunakan perangkat lunak Unity dengan memanfaatkan aset gratis dari berbagai sumber. Validasi dilakukan melalui wawancara dengan praktisi sorgum serta pengujian aplikasi kepada masyarakat. Hasil pengujian menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan pengguna sebesar 31% setelah menggunakan aplikasi. Temuan ini menunjukkan bahwa permainan berbasis VR dapat secara efektif meningkatkan pemahaman masyarakat terhadap tahapan penanaman dan perawatan tanaman sorgum.

Kata Kunci: Edukasi Pertanian; Pangan Pokok; Realitas Virtual; Simulasi; Sorgum

Abstract

Sorghum is a vital staple food crop widely consumed in Asia and Africa, ranking among the top five food crops globally after wheat, corn, rice, and barley. It is rich in carbohydrates and low in sugar, making it a suitable dietary option for individuals with diabetes. Sorghum can be cultivated on marginal or unproductive land; however, improper cultivation techniques may lead to sub-optimal yields or even crop failure. Survey findings indicate that public awareness and knowledge about sorghum cultivation in Indonesia remain limited, contributing to difficulties in effective planting and crop management. To address this issue, a simulation game utilizing virtual reality (VR) technology was developed to provide an interactive and immersive learning experience for sorghum cultivation. The Unity game engine was employed in the development process, incorporating freely available assets from various sources. The application was validated through expert interviews and user testing within the community. Post-testing results demonstrated a 31% increase in user knowledge regarding sorghum cultivation. These findings suggest that the VR-based game effectively enhances public understanding of the procedures involved in planting and maintaining sorghum crops.

Keywords: Agricultural Education; Simulation Game; Sorghum; Staple Food; Virtual Reality

1. Pendahuluan

Sorgum merupakan salah satu tanaman pangan utama yang berperan penting sebagai sumber bahan makanan pokok di berbagai wilayah di Asia dan Afrika. Tanaman ini menempati peringkat kelima dalam daftar tanaman pangan dunia setelah gandum, jagung, padi, dan jelai[1]. Sorgum mengandung karbohidrat yang tinggi dan kadar gula yang rendah, sehingga sangat potensial sebagai alternatif pangan fungsional, terutama bagi penderita diabetes. Selain itu, sorgum juga mengandung nutrisi penting seperti vitamin B yang berperan dalam menjaga kesehatan kulit, rambut, serta mendukung metabolisme tubuh [2].

Salah satu keunggulan sorgum adalah kemampuannya untuk tumbuh di lahan marginal atau kurang produktif. Proses budidaya sorgum meliputi berbagai tahapan mulai dari persiapan lahan,

penanaman, penyiangan, pemupukan, pengendalian hama dan penyakit, panen, hingga pascapanen. Namun, di Indonesia, budidaya sorgum belum berkembang secara optimal. Kurangnya pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam menanam dan merawat sorgum menjadi faktor utama yang menyebabkan rendahnya produktivitas dan tingginya risiko kegagalan panen[3].

Salah satu pendekatan inovatif untuk mengatasi persoalan tersebut adalah dengan pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi[4][5], seperti permainan simulasi (simulation game)[6], [7]. Permainan simulasi memberikan kebebasan bagi pemain untuk bereksperimen dan mengeksplorasi strategi secara mandiri dalam situasi yang menyerupai dunia nyata[8]. Game jenis[9] ini telah banyak digunakan sebagai sarana edukatif karena mampu menghadirkan lingkungan belajar yang interaktif dan menyenangkan. Untuk mendukung keefektifan pembelajaran, game dirancang menggunakan sistem dan model yang mencerminkan kondisi sebenarnya[10]. Perancangan game ini juga menggunakan pendekatan Mechanics–Dynamics–Aesthetics (MDA) framework, yang berfungsi sebagai alat bantu dalam menganalisis dan merancang elemen-elemen permainan secara sistematis[11].

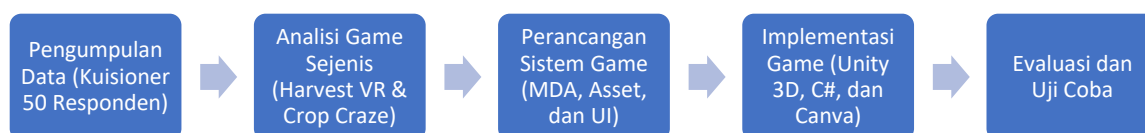
Lebih lanjut, untuk meningkatkan pengalaman belajar yang lebih imersif dan realistis, teknologi virtual reality (VR) [12] [13] diintegrasikan ke dalam game simulasi ini. Virtual reality merupakan teknologi yang memungkinkan pengguna untuk merasakan interaksi tiga dimensi dalam lingkungan buatan yang menyerupai dunia nyata, dengan dukungan elemen visual, audio, hingga gerakan fisik[14]. Teknologi ini telah terbukti mampu menciptakan lingkungan belajar yang efektif dan mendukung simulasi yang menyerupai situasi aktual[15][16].

Sebagai bagian dari studi awal, telah dilakukan analisis terhadap dua permainan simulasi pertanian berbasis virtual reality, yaitu *Harvest VR* dan *Crop Craze: VR Farming Simulator*. Hasil analisis menunjukkan bahwa kedua permainan tersebut masih memiliki keterbatasan dalam aspek edukatif. *Harvest VR* tidak menyediakan fitur tutorial yang memandu pemain dalam memahami alur permainan, sementara *Crop Craze* belum menyertakan tahapan penting dalam proses budidaya secara menyeluruh.

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah bagaimana mengembangkan media simulasi interaktif berbasis virtual reality untuk meningkatkan pemahaman masyarakat dalam budidaya sorgum sebagai bagian dari upaya ketahanan pangan, dan tujuan dari pengembangan media ini adalah memberikan pengalaman bercocok tanam secara virtual yang edukatif, sehingga masyarakat dapat memahami langkah-langkah budidaya sorgum secara lebih baik, tanpa risiko kegagalan di dunia nyata..

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) untuk merancang dan mengimplementasikan *Sorgum Simulator Game* berbasis teknologi Virtual Reality. Metode ini mencakup tahapan pengumpulan data, analisis sistem sejenis, perancangan sistem, implementasi, dan evaluasi. Alur metode penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Tahap pengumpulan data bertujuan untuk mengetahui tingkat pengetahuan masyarakat mengenai tanaman sorgum, terutama dalam hal penanaman, perawatan, dan pengendalian hama

serta penyakit. Data diperoleh melalui penyebaran kuesioner kepada 50 responden dari masyarakat umum.

Hasil dari responden yang telah mengisi kuesioner, sebanyak 31 (62%) responden menjawab pernah bercocok tanam sebelumnya, lalu 19 (38%) responden menjawab tidak pernah bercocok tanam sebelumnya.

Gambar 2 merupakan hasil jawaban dari pengalaman responden terhadap bibit yang pernah ditanam sebelumnya.



Gambar 2. Jenis Bibit

Pada Gambar 3(a) sebanyak 17 (34%) responden merasa kurang dalam pengetahuan untuk memberikan perawatan yang optimal dalam bercocok tanam, dan Gambar 3(b) merupakan hasil pengalaman responden tentang pernahkah mendengar tentang tanaman sorgum.

Hasil jawaban dari 7 responden yang menjawab pernah mendengar tentang sorgum, dan berdasarkan dari informasi yang mereka dapatkan sebanyak 6 (54.5%) responden mendapatkan informasi melalui internet dan media sosial, 3 (27.3%) responden mendapatkan informasi dari teman, 1 (9.1%) responden mendapatkan informasi dari buku, dan 1 (9.1%) responden mendapatkan informasi melalui ahli pangan. Pada hasil kuisioner terkait apakah pernah menanam sorgum, sebanyak 45 (90%) responden menjawab belum pernah menanam sorgum, dan 5 (10%) responden menjawab pernah menanam sorgum.



(a) Grafik Kesulitan bercocok tanam

(b) Grafik informasi tanaman Sorgum

Gambar 3. Grafik Informasi Responden

Hasil pengumpulan data menunjukkan bahwa sebagian besar responden mengalami kesulitan dalam memperoleh informasi yang tepat mengenai teknik budidaya sorgum dan menilai biaya bercocok tanamnya cukup tinggi.

Analisis dilakukan terhadap dua permainan simulasi pertanian berbasis VR, yaitu "Harvest VR" dan "Crop Craze: VR Farming Simulator", yang digunakan sebagai referensi. Dari hasil analisis, ditemukan kekurangan pada kedua game tersebut, seperti tidak adanya fitur tutorial pada *Harvest VR*, dan hilangnya tahapan penting dalam proses tanam pada *Crop Craze*. Temuan ini menjadi dasar perbaikan dalam desain *Sorgum Simulator* agar lebih edukatif dan informatif.

Perancangan game dilakukan dengan menggunakan pendekatan MDA Framework [17] yang terdiri dari tiga komponen utama, yaitu Mechanics, Dynamics, dan Aesthetics. Komponen *Mechanics* merujuk pada struktur dan sistem kontrol permainan yang mengatur bagaimana permainan dijalankan secara teknis. Komponen *Dynamics* menggambarkan bagaimana pemain berinteraksi dengan berbagai kondisi serta tantangan yang terdapat dalam lingkungan pertanian selama permainan berlangsung. Sementara itu, komponen *Aesthetics* mencakup pengalaman emosional yang dirasakan oleh pemain, seperti sensasi saat berinteraksi dengan elemen visual dan audio, tantangan yang memicu motivasi bermain, serta keterlibatan atau perasaan tenggelam dalam permainan (*submission*).

Aset game berupa objek 3D diperoleh dari situs penyedia aset gratis, dengan penyesuaian tekstur dan warna untuk menyerupai lingkungan pertanian. Pengembangan elemen grafis antarmuka, seperti tombol, ikon navigasi, dan latar belakang halaman, dilakukan dengan memanfaatkan aplikasi Canva. Hasil rancangan ini kemudian diintegrasikan ke dalam lingkungan pengembangan game menggunakan Unity, dengan mempertimbangkan kompatibilitas serta responsivitas terhadap perangkat virtual reality yang digunakan.

Implementasi sistem pada pengembangan game ini dilakukan dengan memanfaatkan beberapa perangkat lunak yang mendukung proses perancangan dan pengkodean. Unity versi 2021.3.21f digunakan sebagai *game engine* utama karena kemampuannya dalam mengintegrasikan berbagai komponen grafis, fisika, serta antarmuka pengguna secara efisien. Dalam penelitian ini, jumlah responden sebanyak 30 orang dengan usia minimal 19 dipilih sebagai sampel untuk pengujian validasi karena telah memenuhi syarat minimal ukuran sampel untuk pengujian *pretest* dan *posttest* yang dianalisis menggunakan metode paired samples t-test. Jumlah ini dianggap memadai untuk memberikan gambaran awal mengenai peningkatan pengetahuan setelah penggunaan media pembelajaran berbasis virtual reality.

Adapun untuk peran ahli, wawancara dilakukan dengan satu narasumber yang memiliki pengalaman lebih dari 10 tahun dalam budidaya tanaman sorgum serta aktif dalam kegiatan penyuluhan pertanian lokal di wilayah Jawa Tengah. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur, yang memungkinkan eksplorasi mendalam terhadap validitas konten game, terutama terkait langkah-langkah penanaman, pengendalian hama, serta pemberian pupuk dan irigasi. Pandangan ahli ini digunakan sebagai acuan dalam mengonfirmasi kebenaran isi dan relevansi simulasi terhadap praktik pertanian sorgum di lapangan.

3. Hasil

Berdasarkan hasil pengembangan yang telah dilakukan, permainan disusun menggunakan Unity sebagai game engine dan Canva untuk perancangan antarmuka pengguna. Uji coba dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu tahap verifikasi sistem dan validasi kepada responden.

Tahap verifikasi dilakukan terhadap game yang telah selesai dikembangkan guna memastikan bahwa seluruh fitur berfungsi dengan baik dan telah sesuai dengan kebutuhan yang ditetapkan. Sementara itu, tahap validasi dilakukan melalui keterlibatan responden yang diminta untuk memainkan permainan secara langsung menggunakan perangkat Oculus Quest 2. Verifikasi dilakukan pada beberapa komponen utama dalam permainan, meliputi menu utama, fitur tutorial, tingkat permainan (*game level*), informasi pemain, halaman akhir, hingga keseluruhan alur permainan. Penjabaran singkat mengenai proses verifikasi disajikan pada bagian berikut.

Gambar 4(a) menyajikan tampilan antarmuka halaman menu utama sebagaimana terlihat dalam game. Seluruh elemen pada tahap tutorial telah diverifikasi untuk memastikan bahwa interaksi berjalan sesuai alur dan informasi ditampilkan secara jelas. Desain visual dari lingkungan tutorial ditampilkan pada Gambar 4(b).



(a) Main Menu



(b) Menu Tutorial

Gambar 4. Verifikasi Main Menu dan Tutorial

Setelah pemain menekan tombol "Start" pada menu utama, sistem secara otomatis akan mengarahkan pemain ke lingkungan tutorial. Pada tahap ini, pemain diperkenalkan dengan serangkaian langkah awal dalam proses penanaman sorgum. Dalam dunia tutorial, telah disediakan papan informasi yang berfungsi sebagai panduan bagi pemain untuk menjalankan setiap tahapan penanaman secara berurutan. Informasi yang ditampilkan mencakup instruksi dasar, seperti persiapan lahan, penanaman benih, dan perawatan awal tanaman.

Pada level satu, pemain dihadapkan pada kondisi yang relatif mudah sebagai pengenalan terhadap mekanisme permainan. Mulai dari level dua dan tiga, kompleksitas ditingkatkan melalui penambahan tugas-tugas baru yang harus diselesaikan oleh pemain, seperti pengelolaan air dan pemupukan tepat waktu. Selain itu, pada level lanjutan juga ditambahkan gangguan berupa tumbuhan parasit (*gulma*) yang dapat menyebabkan tanaman sorgum membusuk apabila tidak segera diatasi. Pada tahap permainan utama (*game level*), disediakan sebuah papan informasi pemain yang ditampilkan secara langsung di dalam lingkungan permainan. Komponen ini dirancang untuk mempermudah pemain dalam memantau progres permainan secara real-time.

Dari aspek Dynamics, sistem permainan menghadirkan variasi tantangan, seperti batasan waktu, tugas bertingkat, serta kemunculan gulma yang mengganggu proses tanam. Hal ini mendorong pemain untuk merespons situasi yang berubah dan menyusun strategi dalam menyelesaikan misi.

Fitur ini telah diverifikasi untuk memastikan bahwa seluruh data ditampilkan secara akurat dan diperbarui secara dinamis sesuai dengan aktivitas pemain di dalam permainan. Setelah seluruh level permainan berhasil diselesaikan, sistem akan mengarahkan pemain secara otomatis ke halaman akhir (*ending scene*). Halaman ini menampilkan informasi kredit sebagai bentuk penghargaan dan apresiasi kepada pemain atas partisipasinya dalam permainan. Pada halaman ini juga disediakan tombol interaktif berupa Tombol "Quit", yang berfungsi untuk keluar dari

permainan dan Navigasi kembali ke halaman menu utama, apabila pemain ingin mengulang permainan atau mengakses fitur lainnya. Visual dari halaman akhir ditampilkan pada Gambar 5(a).

Pada tahap awal, proses pengolahan lahan dilakukan dengan menggunakan alat berupa cangkul, disertai dengan penaburan pupuk kandang yang telah disediakan di dalam permainan. fungsional yang ditampilkan sesuai dengan logika permainan dan mendukung tujuan edukatif. Tampilan visual dari tahap pengolahan lahan dapat dilihat pada Gambar 5(b).



(a) Halaman Akhir



(b) Pengolahan Lahan

Gambar 5. Verifikasi Halaman Akhir dan Proses Pengolahan Lahan

Setiap elemen dalam proses ini telah diverifikasi untuk memastikan bahwa interaksi dan perubahan visual yang ditampilkan sesuai dengan logika pertumbuhan tanaman dalam konteks edukasi pertanian. Tampilan visual pertumbuhan awal tanaman sorgum setelah proses penanaman dapat dilihat pada Gambar 6(a).

Dari segi Mechanics, game telah berhasil mengimplementasikan sistem kontrol dan struktur permainan yang sesuai dengan alur bercocok tanam sorgum, seperti interaksi melalui pengambilan alat, penyemaian bibit, hingga pemupukan dan panen.

Sementara dari sisi Aesthetics, pengalaman emosional pengguna—seperti rasa ingin tahu, tantangan, dan keterlibatan (submission)—diakomodasi melalui visualisasi lingkungan pertanian yang mendekati nyata, serta sistem umpan balik berupa perolehan koin dan transisi antar level.

Setelah proses penanaman bibit selesai, tahap berikutnya dalam permainan adalah perawatan tanaman, yang mencakup penyiangan gulma, pemupukan, dan penyiraman. Apabila terdapat tumbuhan gulma di sekitar area lahan, maka pemain diinstruksikan untuk membersihkan gulma terlebih dahulu. Hal ini penting dilakukan karena keberadaan gulma dapat mengganggu pertumbuhan sorgum dan berpotensi menyebabkan kebusukan pada tanaman. Visual pertumbuhan sorgum setelah dilakukan perawatan dapat dilihat pada Gambar 6(b).

Dalam permainan, pemain diarahkan untuk menyemprotkan cairan insektisida yang mengandung bahan aktif karbofuran secara merata ke seluruh bagian tanaman sorgum. Tahapan ini bertujuan untuk mencegah serangan hama yang dapat merusak kualitas hasil panen. Visualisasi dari proses penyemprotan insektisida dapat dilihat pada Gambar 7(a).



(a) Penanaman Bibit



(b) Pertumbuhan Tanaman

Gambar 6. Verifikasi Proses Penanaman Bibit dan Proses Pertumbuhan Tanaman

Setelah proses panen, tahap selanjutnya adalah pengeringan hasil panen, yang bertujuan untuk menurunkan kadar air dan menjaga kualitas produk sorgum. Tahapan ini dilakukan secara visual di dalam permainan untuk mensimulasikan proses pascapanen secara sederhana dan edukatif. Hasil sorgum yang telah dikeringkan ditampilkan secara visual dan dapat dilihat pada Gambar 7(b). Setelah proses pengeringan selesai, pemain diberi opsi untuk menjual hasil panen sorgum, yang menandai akhir dari siklus permainan.

Fitur interaktif dinilai efektif dalam konteks pembelajaran karena mampu meningkatkan keterlibatan (*engagement*) dan retensi informasi melalui pengalaman yang bersifat partisipatif. Dalam game, pengguna tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi secara aktif menjalankan setiap tahapan budidaya tanaman sorgum—mulai dari pengolahan lahan hingga panen—dalam lingkungan virtual yang menyerupai dunia nyata. Interaksi langsung melalui gerakan fisik, navigasi ruang 3D, dan manipulasi objek dalam game memungkinkan terciptanya pembelajaran kontekstual yang lebih mendalam[18][19].

Efektivitas ini sejalan dengan teori konstruktivisme yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif oleh individu melalui pengalaman dan interaksi dengan lingkungan belajar. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa pendekatan ini berkontribusi terhadap peningkatan pengetahuan masyarakat, sebagaimana dibuktikan oleh peningkatan skor posttest sebesar 31%, yang menunjukkan bahwa pembelajaran interaktif lebih berhasil dibandingkan metode konvensional yang bersifat satu arah.

Unsur dynamic tercermin dari bagaimana pemain merespons kondisi dan tantangan yang muncul secara interaktif di dalam permainan. Contohnya, pemain harus menyesuaikan strategi saat menghadapi kemunculan gulma yang dapat merusak tanaman, mengatur waktu secara efisien untuk menyelesaikan tugas di setiap level, serta beradaptasi dengan peningkatan tingkat kesulitan dari level satu hingga tiga. Interaksi pemain terhadap elemen-elemen ini tidak ditentukan secara langsung oleh sistem, melainkan terbentuk dari proses bermain yang bersifat emergen dan bervariasi antar individu.

Sementara itu, unsur aesthetic hadir melalui pengalaman emosional pemain selama proses simulasi. Sensasi menjadi petani, tantangan dalam menjaga tanaman dari hama, serta perasaan puas saat panen berhasil disimulasikan melalui visualisasi lingkungan 3D, efek suara alami, dan elemen antarmuka yang mendukung keterlibatan emosional (*submission*). Elemen ini dirancang untuk mendorong keterlibatan mendalam dan menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan sekaligus bermakna.



(a) Proses Pemberian Insektisida



(b) Proses Pengeringan Sorgum

Gambar 8. Verifikasi Proses Pemberian Insektisida dan Proses Pengeringan Sorgum

4. Pembahasan

Validasi dilakukan untuk menilai efektivitas game *Sorgum Simulator* dalam meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang budidaya sorgum. Uji coba ini melibatkan 30 responden berusia minimal 19 tahun, serta wawancara dengan seorang ahli pertanian sorgum sebagai validasi tambahan.

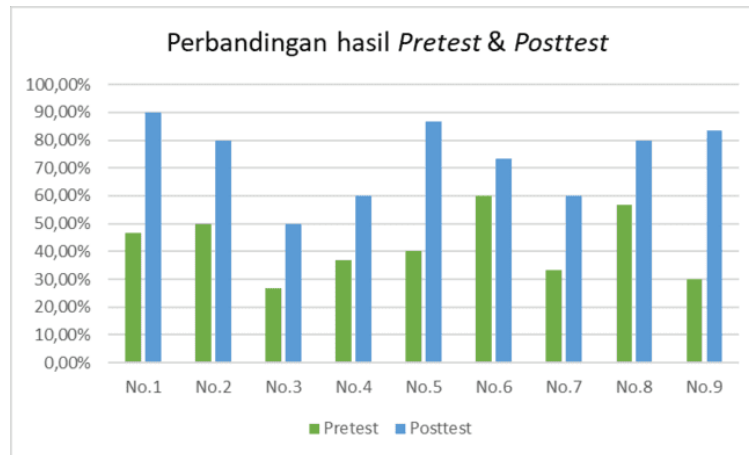
Kuesioner uji yang diberikan kepada 30 responden terdiri dari sembilan butir pertanyaan yang dirancang untuk mengevaluasi peningkatan pengetahuan serta persepsi terhadap pengalaman bermain dalam game *Sorgum Simulator*. Beberapa pernyataan dalam kuesioner dirumuskan secara khusus untuk merepresentasikan komponen dynamic dan aesthetic dalam pendekatan Mechanics–Dynamics–Aesthetics (MDA). Unsur dynamic tercermin dari pernyataan yang menguji bagaimana pemain merespons tantangan, seperti kemampuan menyelesaikan rintangan di setiap level, penyusunan strategi ketika menghadapi gangguan seperti gulma atau keterbatasan waktu, serta keaktifan pemain dalam menyesuaikan tindakan terhadap kondisi lingkungan yang berubah selama permainan..

Unsur *dynamics* terlihat dari respons pemain terhadap tantangan, seperti menyelesaikan level, mengatasi gangguan (gulma, waktu), dan menyesuaikan tindakan saat kondisi berubah. Sedangkan *aesthetics* tercermin dari pengalaman emosional, seperti rasa senang, tertantang, dan terlibat selama bermain. Ketiga elemen utama estetika yang digunakan adalah: sensasi, tantangan, dan keterlibatan (*submission*). Sementara itu, unsur aesthetic tercermin dari pernyataan yang menilai pengalaman emosional pemain selama bermain, seperti kesan menyenangkan dan tidak membosankan, perasaan tertantang untuk menyelesaikan misi, serta tingkat keterlibatan emosional saat menjalankan aktivitas pertanian virtual.

Berdasarkan hasil wawancara, narasumber menyatakan bahwa langkah-langkah perawatan tanaman yang disimulasikan dalam game telah sesuai dengan praktik budidaya yang umum dilakukan. Fitur “Tips & Fun Facts” juga dinilai bermanfaat dalam menambah pengetahuan pemain terkait tanaman sorgum. Namun, beberapa masukan juga diberikan.

Untuk mengukur perubahan pengetahuan, dilakukan pretest sebelum bermain dan posttest setelah bermain, masing-masing dengan 9 pertanyaan seputar sorgum. Hasilnya menunjukkan peningkatan rata-rata skor dari 36% (pretest) menjadi 67% (posttest), atau naik 31%. Uji statistik *paired samples t-test* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000000189, lebih kecil dari $\alpha = 0,05$. Ini berarti ada perbedaan signifikan antara hasil pretest dan posttest, sehingga dapat

disimpulkan bahwa game ini efektif meningkatkan pemahaman tentang budidaya sorgum. Hasil tersebut ditampilkan pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9. Perbandingan Hasil Pre dan Post Test

Paired Samples Test									
		Paired Differences				Significance			
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference	t		df	
					Lower	Upper		One-Sided p	Two-Sided p
Pair 1	Pretest - Posttest	-31.33333	25.28913	4.61714	-40.77645	-21.89022	-6.786	29	<.001

Gambar 10. Hasil Paired Sampel t-test

Tantangan, dari sudut pandang *Dynamics*, merujuk pada aspek permainan yang menuntut pemain untuk merespons secara aktif, seperti menyelesaikan misi dalam waktu terbatas, menghadapi gangguan gulma, dan pengelolaan sumber daya permainan. Tantangan ini bersifat sistemik dan fungsional dalam konteks gameplay. Sementara itu, *tantangan* dalam konteks *Aesthetics* lebih bersifat subjektif dan emosional, yakni bagaimana pemain merasa terdorong untuk menyelesaikan setiap misi karena munculnya rasa ingin tahu dan kepuasan personal setelah berhasil melewati kesulitan. Dengan kata lain, tantangan dalam *Dynamics* berkaitan dengan kondisi permainan yang memicu interaksi, sedangkan dalam *Aesthetics*, tantangan memicu keterlibatan emosional pemain[20][21].

Keterlibatan (*submission*) tampak dalam respons pemain yang menghabiskan waktu bermain secara aktif dan mengungkapkan minat untuk mencoba kembali permainan. Ini menunjukkan bahwa permainan mampu mempertahankan perhatian dan partisipasi pemain hingga akhir seperti tampak pada Gambar 11.



Gambar 11. Sampel Dokumentasi Uji Coba Kepada Responden

5. Penutup

Berdasarkan hasil pengembangan game Sorgum Simulator dan uji coba yang telah dilakukan terhadap 30 responden, dapat disimpulkan bahwa game ini efektif dalam meningkatkan pengetahuan masyarakat terkait budidaya tanaman sorgum. Hasil uji pretest menunjukkan rata-rata jawaban benar sebesar 36%, sedangkan pada posttest meningkat menjadi 67%, sehingga terdapat kenaikan sebesar 31% setelah memainkan game. Selain itu, hasil uji statistik menggunakan metode paired samples t-test menghasilkan nilai $p = 0,000000189$, yang berada jauh di bawah tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa perbedaan hasil pretest dan posttest bersifat signifikan secara statistik. Secara keseluruhan, Sorgum Simulator mampu memberikan pengalaman belajar yang menarik dan praktis, serta menjadi media edukasi alternatif berbasis teknologi virtual reality yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan pemahaman masyarakat terhadap tanaman sorgum tanpa risiko langsung di dunia nyata.

6. Referensi

- [1] R. W. Gupito, I. Irham, and L. R. Waluyati, "ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PENDAPATAN USAHATANI SORGUM DI KABUPATEN GUNUNGKIDUL," *Agro Ekonomi*, vol. 25, no. 1, Dec. 2016, doi: 10.22146/agroekonomi.17383.
- [2] C. Anglani, "Sorghum for human food – A review (Plant Foods for Human Nutrition)," *Plant Foods for Human Nutrition*, vol. 52, no. 1, pp. 85–95, 1998, doi: 10.1023/A:1008065519820.
- [3] K. G. Duodu *et al.*, "Effect of Grain Structure and Cooking on Sorghum and Maize in vitro Protein Digestibility," *J Cereal Sci*, vol. 35, no. 2, pp. 161–174, Feb. 2002, doi: 10.1006/jcrs.2001.0411.
- [4] C.-M. Chen and Y.-N. Tsai, "Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools," *Comput Educ*, vol. 59, no. 2, pp. 638–652, Sep. 2012, doi: 10.1016/j.compedu.2012.03.001.
- [5] E. A. Lee and K. W. Wong, "Design and evaluation of a serious game for learning sustainable farming practices," *Educ Inf Technol (Dordr)*, 2019.
- [6] F. Wang and J. Burton, "The role of interactivity in serious games: A review of the literature," *Simul Gaming*, 2021.
- [7] N. L. Hakim and C. Taurusta, "Rancang Bangun Game Adventure 3D Kesehatan Gigi," vol. 14, no. 2, pp. 239–249, 2024.
- [8] J. Juul, *Half-real: Video games between real rules and fictional worlds*. MIT Press, 2005.
- [9] P. Moreno-Ger, D. Burgos, and J. Torrente, "Digital game-based learning in agriculture: Evaluation and design," *British Journal of Educational Technology*, 2020.
- [10] A. K. P. Atmani, "Perancangan Permainan Simulasi (Game Simulation) Untuk Menilai Tingkat Kematangan Strategi Teknologi Informasi terhadap Strategi Bisnis Dengan Metode IT Balanced Scorecard dan Maturity Model COBIT 4.1," *Journal of Animation & Games Studies*, vol. 3, no. 2, 2018.
- [11] R. Hunicke, M. LeBlanc, and R. Zubek, "MDA: A formal approach to game design and game research," in *AAAI Workshop - Technical Report*, 2004.
- [12] J. Radianti, T. A. Majchrzak, J. Fromm, and I. Wohlgenannt, "A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda," *Comput Educ*, 2020.

- [13] N. Alalwan, A. Aladwan, and R. Alfaisal, "Using VR to simulate farming activities for agricultural training: A user-centered design approach," *Journal of Educational Computing Research*, 2023.
- [14] B. L. Ludlow, "Virtual Reality: Emerging Applications and Future Directions," *Rural Special Education*, vol. 34, no. 3, 2015.
- [15] Y. Wang, "The Influence of Virtual Reality Technology on the Cultivation of Agricultural Students," *Mobile Information Systems*, 2021.
- [16] M. Hussein and C. Nätterdal, "The benefits of virtual reality in education: A comparison study," *Procedia Comput Sci*, 2019.
- [17] Y. Yang and Y. Liao, "Immersive learning using VR to teach plant biology," *J Biol Educ*, 2004.
- [18] J. Amores and P. Maes, "Immersion in educational environments: A virtual farming game to improve knowledge retention," *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 2021.
- [19] A. Kurniawan and R. Fikri, "Evaluating virtual reality game applications to improve agricultural training outcomes," *Journal of Interactive Learning Research*, 2023.
- [20] J. Hamari, D. J. Shernoff, E. Rowe, B. Collier, J. Asbell-Clarke, and T. Edwards, "Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning," *Comput Human Behav*, 2020.
- [21] D. Johnson, S. Deterding, K. A. Kuhn, A. Staneva, S. Stoyanov, and L. Hides, "Gamification for health and well-being: A systematic review of the literature," *Internet Interv*, 2019.