PEMILIHAN MATERI SISTEM EKSKRESI PADA *GAME* EDUKASI "BIOMORPH" MENGGUNAKAN METODE VIKOR

SKRIPSI

Oleh :
AFIIFAH ZAIN RAIDAH
NIM. 210605110150

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2025

PEMILIHAN MATERI SISTEM EKSKRESI PADA *GAME* EDUKASI ”BIOMORPH” MENGGUNAKAN METODE VIKOR

SKRIPSI

Diajukan Kepada:
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Oleh :
AFIIFAH ZAIN RAIDAH
NIM. 210605110150

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2025

HALAMAN PERSETUJUAN

PEMILIHAN MATERI SISTEM EKSKRESI PADA *GAME* EDUKASI "BIOMORPII" MENGGUNAKAN METODE VIKOR

SKRIPSI

Oleh :
AFIIFAH ZAIN RAIDAH
NIM. 210605110150

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji:
Tanggal: 23 Juni 2025

Pembimbing I,	Pembimbing II,
Hani Nurhayati, M.T	Dr. Yunifa Miftachul Arif, M.T
NIP. 19780625 200801 2 006	NIP. 19830616 201101 1 004

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Dr. Ir. Fachrul Kurniawan, M.MT., IPU
NIP. 19771020 200912 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

PEMILIHAN MATERI SISTEM EKSKRESI PADA *GAME* EDUKASI "BIOMORPH" MENGGUNAKAN METODE VIKOR

SKRIPSI

Oleh :
AFIIFAH ZAIN RAIDAH
NIM. 210605110150

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal: 23 Juni 2025

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji	: Dr. Ir. Fresy Nugroho, MT, IPM NIP. 19710722 201101 1 001	( )
Anggota Penguji I	: Nur Fitriyah Ayu Tunjung Sari, M.Cs NIP. 19911226 202012 2 001	( )
Anggota Penguji II	: Hani Nurhayati, M.T NIP. 19780625 200801 2 006	( )
Anggota Penguji III	: Dr. Yunifa Miftachul Arif, M.T NIP. 19830616 201101 1 004	( )

Mengetahui dan Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

Dr. Ir. Fachrul Kurniawan, M.MT., IPU
NIP. 19771020 200912 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Afiifah Zain Raidah
NIM	: 210605110150
Fakultas / Program Studi	: Sains dan Teknologi / Teknik Informatika
Judul Skripsi	: Pemilihan Materi Sistem Ekskresi pada *Game* Edukasi "BioMorph" Menggunakan Metode VIKOR

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini merupakan hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 23 Juni 2025

Yang membuat pernyataan,

Afiifah Zain Raidah

NIM.210605110150

MOTTO

"Just Be Yourself"

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa ta'ala atas limpahan rahmat, hidayah, serta kekuatan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

Dengan penuh hormat dan cinta, penulis dedikasikan karya ini kepada:

Ayah dan Ibu tercinta, Bapak Jarot Suyoto dan Ibu Muntayah,
atas cinta, doa, serta pengorbanan yang tiada henti dan selalu mengalir tanpa batas.

Keluarga tersayang,
yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat di setiap perjalanan.

Dosen pembimbing serta rekan-rekan seperjuangan,
atas ilmu, arahan, dan dukungan yang sangat berarti sepanjang proses ini.

Untuk diri sendiri,
terima kasih telah mampu bertahan dan terus melangkah maju meskipun berbagai tantangan menghadang.

Semoga karya ini dapat menjadi langkah awal yang membawa manfaat bagi banyak pihak.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul *"*Pemilihan Materi Sistem Ekskresi pada *Game* Edukasi "BioMorph" menggunakan Metode VIKOR*"* sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Skripsi ini adalah buah dari perjalanan panjang dalam menyelesaikan tugas akhir sebagai bagian dari persyaratan kelulusan di Program Studi Teknik Informatika, UIN Maulana Malik Ibrahim Malang. Selama proses penyusunannya, penulis mendapat banyak dukungan dari berbagai pihak. Sebagai wujud penghargaan, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. M. Zainuddin, M.A., sebagai Rektor UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si., sebagai Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Ir. Fachrul Kurniawan, M.MT., IPU., sebagai Ketua Program Studi Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Hani Nurhayati, M.T., selaku Dosen Pembimbing I, yang telah dengan sabar, telaten, dan penuh perhatian membimbing penulis dari awal penyusunan

skripsi ini hingga akhir. Setiap masukan beliau selalu menjadi motivasi dan arah yang berharga bagi penulis untuk memperbaiki dan menyempurnakan tulisan ini.

5. Dr. Yunifa Miftachul Arif, M.T., selaku Dosen Pembimbing II, yang senantiasa memberikan dorongan agar penulis tidak hanya menyelesaikan skripsi ini sebagai kewajiban, namun juga sebagai proses pembelajaran yang bermakna.
6. Dr. Ir. Fresy Nugroho, M.T., IPM dan Nur Firiyah Ayu Tanjung Sari, M.Cs., selaku Dosen Penguji, yang telah memberikan kritik, saran, dan evaluasi konstruktif yang sangat membantu dalam menyempurnakan isi dan kualitas skripsi ini.
7. Kepada seluruh admin dan staf Program Studi Teknik Informatika yang sudah membantu selama menjalani dunia perkuliahan ini.
8. Kepada kedua orang tua tercinta, Bapak Jarot Suyoto dan Ibu Muntayah, yang telah menjadi pilar kekuatan dan semangat sepanjang hidup penulis. Doa, kasih sayang, dan pengorbanan yang tiada henti menjadi alasan utama penulis bisa berdiri sampai di titik ini. Tidak ada balasan yang mampu menyamai cinta tulus dari orang tua, dan semoga Allah SWT senantiasa memberikan keberkahan, kesehatan, dan kebahagiaan kepada keduanya.
9. Kepada adik tercinta, Aziizah Alya Zufarda, yang dengan caranya sendiri turut memberikan warna dalam proses penyusunan skripsi ini.
10. Teman-teman ASTER’21 dan juga teman-teman *Game “*”BioMorph” yang telah berjuang bersama-sama.

11. Ucapan khusus penulis sampaikan kepada Ceciwi: Suci, Fira, dan Mala**,** sahabat yang luar biasa. Terima kasih telah menjadi pendengar terbaik, teman diskusi, rekan seperjuangan, dan sumber semangat yang selalu hadir di saat dibutuhkan.
12. Seseorang yang senantiasa memberikan dukungan dari kejauhan dan senantiasa hadir dalam setiap langkah, penulis menyampaikan terima kasih atas perhatian dan semangat yang tak henti-hentinya. Meskipun tidak selalu hadir secara langsung, dukungan tersebut memiliki peran penting dalam menjaga konsistensi dan motivasi penulis selama menyelesaikan tugas akhir ini. Kehadiran dan kepedulian yang diberikan telah menjadi salah satu faktor penguat dalam melalui setiap tahapan proses ini.
13. Kepada diri sendiri, terima kasih atas segala usaha, ketekunan, dan ketabahan dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih telah tetap bertahan, meski tidak selalu mudah, dan terus melangkah hingga titik akhir ini tercapai.

Sebagai penutup, penulis menyadari bahwa skripsi ini belum sempurna dan ada kekurangan, namun berharap karya ini tetap memberikan manfaat bagi pembaca dan penulis

Malang, 17 Juni 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGAJUAN ..... **ii**
HALAMAN PERSETUJUAN ..... **iii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN ..... **v**
MOTTO ..... **vi**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **vii**
KATA PENGANTAR ..... **viii**
DAFTAR ISI ..... **xi**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
DAFTAR TABEL ..... **xiv**
ABSTRAK ..... **xv**
ABSTRACT ..... **xvi**
مستخلص البحث ..... **xvii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 6
1.3 Batasan Masalah 7
1.4 Tujuan Penelitian 7
1.5 Manfaat Penelitian 7
BAB II STUDI PUSTAKA **8**
2.1 Penelitian Terkait 8
2.2 *Game* 11
2.3 Sistem Ekskresi 13
2.4 *Rank Order Centroid* (ROC) 14
2.5 *Decision Support System (DSS)* 15
2.6 VIKOR (*VIšekriterijumsko KOmpromiso Rangiranje*) 17
2.7 *System Usability Scale* (SUS) 20
2.8 Uji Validitas dan Reliabilitas 22
BAB III DESAIN DAN RANCANGAN *GAME* **24**
3.1 Desain Penelitian 24
3.2 Perancangan *Game* 25
3.3 Implementasi Metode VIKOR 32
3.3.1 Kriteria 32
3.3.2 Alternatif 35
3.3.3 Perhitungan VIKOR 36
3.4 Skenario Uji Coba 42
3.4.1 Pengujian Menggunakan Validasi Ahli 42
3.4.2 Pengujian Menggunakan *Confusion Matrix* 44
3.4.3 Pengujian Menggunakan System *Usability* Scale (SUS) 45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN **48**
4.1 Implementasi Sistem 48
4.1.1 Tampilan *Game* 48
4.1.2 Implementasi Perhitungan Metode VIKOR 54
4.2 Pengujian Validasi Ahli 61
4.2.1 Validasi Ahli Materi 61
4.2.2 Validasi Ahli *Game* 63
4.3 Pengujian dengan *Confusion Matrix* 67

4.4 Pengujian *Usability* 78
4.4.1 Perhitungan Skor *System Usability Scale* (SUS)..... 80
4.4.2 Uji Validitas dan Reliabilitas Data SUS 85
4.4.3 Analisa Aspek *Usability*..... 86
4.5 Integrasi Islam 90
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 95
5.1 Kesimpulan..... 95
5.2 Saran..... 96
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Organ – organ Sistem Ekskresi 13
Gambar 2. 2 Penilaian Skor SUS 21
Gambar 3. 1 Desain Penelitian 24
Gambar 3. 2 *Finite State Machine* NPC Guru 25
Gambar 3. 3 *Finite State Machine* NPC Musuh 26
Gambar 3. 4 Diagram *Gameplay* "BioMorph" 28
Gambar 3. 5 Tampilan Main Menu 30
Gambar 3. 6 Tampilan Menu *Setting* 31
Gambar 3. 7 Tampilan Menu Tutorial 31
Gambar 3. 8 Tampilan Menu Info 32
Gambar 3. 9 *Flowchart* Metode VIKOR 37
Gambar 4. 1 Pemain berada di awal Permainan 48
Gambar 4. 2 Interaksi dengan NPC Guru 49
Gambar 4. 3 Objek pada *Maze* 2D 49
Gambar 4. 4 Pemain Mencari Objek di *Maze* 2D 50
Gambar 4. 5 Tampilan Pertanyaan 50
Gambar 4. 6 Pemain tertangkap NPC Musuh 51
Gambar 4. 7 Tampilan *Player* Mati 51
Gambar 4. 8 Player Mencari Objek Buku 52
Gambar 4. 9 Tampilan Hasil Permainan 52
Gambar 4. 10 Contoh Bahan Belajar pada Pilihan Subbab 53
Gambar 4. 11 Hasil Konversi Bobot Subkriteria 56
Gambar 4. 12 Hasil f+ dan f- 58
Gambar 4. 13 Hasil Normalisasi Matriks Subbab 1 58
Gambar 4. 14 Hasil *Utility Measures* & *Regret Measures* 59
Gambar 4. 15 Hasil Perhitungan Indeks VIKOR 60
Gambar 4. 16 Distribusi Asal Sekolah Responden 78
Gambar 4. 17 Pengujian *Game* "BioMorph" kepada Siswa kelas VIII 79
Gambar 4. 18 Distribusi Jawaban Pengguna 82
Gambar 4. 19 Hasil Akhir Skor SUS *Game* "BioMorph" 84
Gambar 4. 20 Distribusi Jawaban Aspek *Learnability* 87
Gambar 4. 21 Distribusi Jawaban Aspek *Efficiency* 88
Gambar 4. 22 Distribusi Jawaban Aspek *Error Handling* 88
Gambar 4. 23 Distribusi Jawaban Aspek *Satisfaction* 89
Gambar 4. 24 Distribusi Jawaban Aspek *Memorability* 90

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu 10
Tabel 3. 1 *Storyboard* 29
Tabel 3. 2 Kriteria 33
Tabel 3. 3 Skala Penilaian Kriteria Skor 33
Tabel 3. 4 Skala Penilaian Kriteria Waktu 34
Tabel 3. 5 Skala Penilaian Kriteria Tingkat Kesulitan 34
Tabel 3. 6 Poin Uji Kognitif 35
Tabel 3. 7 Alternatif 35
Tabel 3. 8 Matriks Keputusan 38
Tabel 3. 9 Bobot Kriteria 39
Tabel 3. 10 Hasil Akhir Perhitungan VIKOR 42
Tabel 3. 11 Penentuan *Grade Scale* 46
Tabel 4. 1 Pernyataan SUS yang dikoreksi 62
Tabel 4. 2 Pertanyaan Validasi Ahli *Game* 64
Tabel 4. 3 Skor Hasil Kuesioner Validasi Ahli *Game* 65
Tabel 4. 4 Jumlah Skor Validasi Ahli 66
Tabel 4. 5 Perbandingan Pemilihan Subbab 67
Tabel 4. 6 *Confusion Matrix* 74
Tabel 4. 7 Pernyataan SUS 80
Tabel 4. 8 Distribusi Jawaban SUS 81
Tabel 4. 9 Skor SUS Awal 82
Tabel 4. 10 Skor SUS Setelah diterapkan Aturan 1 dan 2 83
Tabel 4. 11 Hasil Skor SUS 83
Tabel 4. 12 Hasil Uji Validitas 85
Tabel 4. 13 Hasil *Cronbach's Alfa* 86
Tabel 4. 14 Aspek *Usability* 86

ABSTRAK

Raidah, Afiifah Zain. 2025. **Pemilihan Materi Sistem Ekskresi pada *Game* Edukasi ”BioMorph” Menggunakan Metode VIKOR**. Skripsi. Program Studi Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Hani Nurhayati, M.T (II) Dr. Yunifa Miftachul Arif, M.T

Kata Kunci: *Game* Edukasi, Sistem Ekskresi, Metode VIKOR, Sistem Pendukung Keputusan, Pembelajaran Interaktif, *Usability*.

Sistem ekskresi merupakan salah satu materi IPA yang cukup kompleks dan menuntut pemahaman visual yang baik. Pembelajaran konvensional sering kali belum mampu mengidentifikasi bagian materi yang belum dikuasai siswa secara spesifik. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pendukung keputusan berbasis *game* edukasi ”BioMorph”, yang dirancang untuk membantu siswa SMP/MTs memahami materi sistem ekskresi secara adaptif. Metode VIKOR digunakan untuk menentukan subbab yang perlu dipelajari kembali berdasarkan skor, waktu pengerjaan, dan tingkat kesulitan soal. *Game* dirancang dalam bentuk *maze* 2D dengan kuis dan elemen interaktif NPC untuk meningkatkan keterlibatan siswa. Evaluasi dilakukan melalui validasi ahli, uji kelayakan menggunakan SUS, dan analisis kesesuaian hasil sistem dengan penilaian guru. Hasil pengujian menunjukkan tingkat kelayakan 78,6%, skor SUS 75,33 (kategori *acceptable*), dan kesesuaian hasil sistem dengan guru sebesar 90%. BioMorph diharapkan dapat menjadi media pembelajaran yang interaktif, adaptif, dan efektif dalam mendukung pemahaman siswa.

ABSTRACT

Raidah, Afiifah Zain. 2025. **Selection of Excretory System Material in the Educational *Game* "BioMorph" Using the VIKOR Method**. Undergraduate Thesis. Informatics Engineering Study Program, Faculty of Science and Technology, State Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Hani Nurhayati, M.T (II) Dr. Yunifa Miftachul Arif, M.T

Keywords: Educational *Game*, Excretory System, VIKOR Method, Decision Support System, Interactive Learning, Usability.

The excretory system is one of the science subjects that is considered complex and requires strong visual understanding. Conventional learning methods often fail to identify which parts of the material students have not yet mastered. This study aims to develop a decision support system based on an educational *game* called “BioMorph”, designed to help junior high school students understand the excretory system adaptively. The VIKOR method is used to determine which subtopics need to be reviewed based on the student's score, completion time, and question difficulty level. The *game* is designed as a 2D maze combined with quizzes and interactive NPC elements to increase student engagement. Evaluation was conducted through expert validation, usability testing using the SUS method, and analysis of the system’s alignment with teacher assessments. The results show a feasibility score of 78.6% from expert validation, a SUS score of 75.33 (acceptable category), and a 90% match between the system’s recommendations and teacher evaluations. “BioMorph” is expected to serve as an interactive, adaptive, and effective learning medium to support student understanding.

مستخلص البحث

رايده، عفيفة زين. 2025. **اختيار مواد نظام الإخراج في لعبة تعليمية "BioMorph" باستخدام طريقة VIKOR**. البحث الجامعي. قسم الهندسة المعلوماتية، كلية العلوم والتكنولوجيا بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف الأول: هاني نورهاياتي، ماجستير. المشرف الثاني: د. يونيفا مفتاحول عريف، ماجستير.

الكلمات الرئيسية: لعبة تعليمية، نظام الإفراز، طريقة VIKOR، نظام دعم القرار، التعلم التفاعلي، سهولة الاستخدام

نظام الإفراز هو أحد المواد الدراسية في العلوم الطبيعية التي تتسم بالتعقيد وتحتاج إلى فهم بصري جيد. غالبًا ما تفشل طرق التدريس التقليدية في تحديد الأجزاء التي لم يتقنها الطلاب بشكل محدد. تهدف هذه الدراسة إلى تطوير نظام دعم القرار القائم على لعبة تعليمية BioMorph، المصممة لمساعدة طلاب المدارس الإعدادية/المتوسطة على فهم مادة نظام الإفراز بشكل تكيفي. تم استخدام طريقة VIKOR لتحديد الفصول الفرعية التي تحتاج إلى إعادة الدراسة بناءً على النقاط والوقت المستغرق في حل الأسئلة ومستوى صعوبة الأسئلة. تم تصميم اللعبة في شكل متاهة ثنائية الأبعاد مع اختبارات وعناصر تفاعلية NPC لزيادة مشاركة الطلاب. تم إجراء التقييم من خلال التحقق من صحة الخبراء، واختبار الجدوى باستخدام SUS، وتحليل مدى ملاءمة نتائج النظام مع تقييم المعلم. أظهرت نتائج الاختبار مستوى جدوى بنسبة 78.6٪، ودرجة SUS 75.33 (فئة مقبولة)، وملاءمة نتائج النظام مع المعلم بنسبة 90٪. من المتوقع أن يصبح BioMorph وسيلة تعليمية تفاعلية وتكيفية وفعالة في دعم فهم الطلاب.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Revolusi industri terus mengalami perkembangan sejak kemunculannya pada abad ke-18. Sampai saat ini revolusi industri sudah mencapai era 5.0 atau era society yang dimana pada era ini ditandai dengan semua teknologi yang menjadi bagian dari kehidupan manusia (Dwiyama, 2021). Kemajuan pada era 5.0 tentunya banyak mengubah peradaban termasuk di bidang ekonomi, sosial, budaya, dan tentunya pendidikan. Perkembangan teknologi yang semakin maju setiap harinya telah memberikan pengaruh yang signifikan dalam dunia pendidikan.

Dunia pendidikan sangat diuntungkan dengan adanya kemajuan teknologi karena memperoleh manfaat yang luar biasa (Mahlopi, 2022). Pendidikan abad 21 memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia (SDM), terutama melalui penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK). Dengan pendidikan, seseorang dapat memiliki akhlak mulia, kekuatan spiritual, kepribadian, dan keterampilan yang bermanfaat bagi diri sendiri maupun masyarakatmasyarakat (Sebayang & Rajagukguk, 2019). Sebagaimana dalam QS. Al Mujadilah Ayat 11 yang berbunyi:

يٰٓاَيُّهَا الَّذِيْنَ اٰمَنُوْٓا اِذَا قِيْلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوْا فِى الْمَجٰلِسِ فَافْسَحُوْا يَفْسَحِ اللّٰهُ لَكُمْۚ وَاِذَا قِيْلَ انْشُزُوْا فَانْشُزُوْا يَرْفَعِ اللّٰهُ الَّذِيْنَ اٰمَنُوْا مِنْكُمْۙ وَالَّذِيْنَ اُوْتُوا الْعِلْمَ دَرَجٰتٍۗ وَاللّٰهُ بِمَا تَعْمَلُوْنَ خَبِيْرٌ ۝١١

Wahai orang-orang yang beriman, apabila dikatakan kepadamu "Berilah kelapangan didalam majelis-majelis," lapangkanlah, niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Apabila dikatakan, "Berdirilah," (kamu) berdirilah. Allah

niscaya akan mengangkat orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu beberapa derajat. Allah Maha Teliti terhadap apa yang kamu kerjakan. (QS. Al-Mujadilah: 11).

QS. Al-Mujadilah ayat 11 menjelaskan bahwa Allah akan meninggikan derajat orang-orang yang beriman dan berilmu. Dalam Tafsir Ibnu Katsir, dijelaskan bahwa ayat ini menunjukkan keutamaan ilmu dan pentingnya beradab dalam majelis ilmu, seperti memberi kelapangan dan menaati perintah pemimpin majelis. Imam Al-Qurthubi juga menegaskan bahwa ilmu adalah jalan utama untuk memperoleh kedudukan tinggi di dunia dan akhirat. Ayat ini menjadi dalil utama bahwa menuntut ilmu adalah ibadah yang sangat mulia.

Dalam Islam, pendidikan memiliki kedudukan yang sangat penting, sebagaimana disebutkan dalam ayat yang menekankan bahwa Allah akan mengangkat derajat orang-orang yang berilmu. Dalam konteks pendidikan, khususnya pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), ilmu menjadi sarana untuk memahami ciptaan Allah dan memperkuat keimanan.

Pendidikan IPA merupakan salah satu yang memiliki kontribusi besar terhadap perkembangan IPTEK. Dalam Pendidikan, terutama mata pelajaran IPA merupakan mata pelajaran yang berhubungan dengan pemunculan pengentasan masalah (Linasari & Arif, 2022). Salah satu indikator penting dalam menilai keberhasilan pembelajaran IPA adalah tingkat literasi sains siswa. Berdasarkan survei OECD (2015), tingkat literasi sains siswa Indonesia masih rendah, dengan skor rata-rata 403 poin, jauh di bawah standar 501 poin (Fidiantara et al., 2020). Sedangkan menurut laporan PISA diketahui bahwa skor literasi sains siswa di Indonesia pada tahun 2015 adalah 403 dan menempati peringkat 62 dari 70 negara

(Aiman et al., 2019). Beberapa faktor penyebab rendahnya literasi sains meliputi kurikulum, metode pengajaran, sarana belajar, serta bahan ajar yang kurang sesuai dengan tuntutan abad 21. Rendahnya literasi sains ini tidak hanya mencerminkan kurangnya pemahaman siswa terhadap konsep ilmiah, tetapi juga menunjukkan bahwa pembelajaran IPA masih belum menarik dan mudah dipahami oleh sebagian besar siswa. Menurut Hamria Hamka (2022) mata pelajaran IPA adalah mata pelajaran yang cukup sulit dipahami, membosankan, atau menjemukan. Pembelajaran IPA sendiri tidak selalu memahami rumus dan teori, tetapi pengetahuan tentang konsep dasar juga penting untuk memahami isi dari materi tersebut. Salah satunya adalah sistem ekskresi yang merupakan sebuah topik yang menuntut siswa untuk memahami melalui visualisasi yang mendetail.

Sistem ekskresi merupakan proses guna memperlihatkan bagaimana organ-organ dalam tubuh bekerja untuk mengeluarkan zat-zat sisa dan menjaga keseimbangan tubuh. Hasil dari proses ekskresi berupa keringat, urin, zat warna empedu dan karbon dioksida (Legiawan & Agustina, 2021). Sistem ekskresi merupakan materi yang cukup sulit dikaji dalam proses memahami materi yang berhubungan dengan organ internal. Kesulitan dalam memahami materi sistem ekskresi ada pada tuntutan untuk menghafal *terminology* maupun Bahasa Latin pada pengenalan organ yang terlibat dalam proses ekskresi manusia (Simorangkir & Napitupulu, 2020).

Materi sistem ekskresi membutuhkan sebuah visualisasi yang jelas, sehingga buku saja tidak cukup untuk membuat siswa paham dan tertarik dengan materi tersebut. Namun pada kenyataannya, sejumlah penelitian sebelumnya

menunjukkan bahwa guru masih sering menggunakan metode ceramah dalam pembelajaran IPA (Hidayatulloh et al., 2020). Jika kondisi tersebut terus dipertahankan, hal ini dapat menyebabkan siswa kurang aktif dalam proses pembelajaran, menciptakan persepsi bahwa pembelajaran IPA bersifat monoton dan kurang bermakna, serta berpotensi menurunkan efektivitas pencapaian hasil belajar mereka (Ai Tuti Kusmiati et al., 2024). Oleh sebab itu, diperlukan media pembelajaran yang mampu merepresentasikan sistem ini dengan baik dan dapat diakses serta dipelajari berulang kali sesuai kebutuhan siswa, sehingga mereka dapat lebih mendalami materi tersebut dengan lebih efektif. Salah satu media pembelajaran yang dinilai efektif untuk memenuhi kebutuhan tersebut adalah *game* edukasi

Game edukasi merupakan media pembelajaran yang efektif karena mampu menghibur sekaligus meningkatkan motivasi belajar siswa (Santoso, 2021). Penelitian (Firdaus, 2020) menunjukkan bahwa *game* edukasi membuat pembelajaran menjadi lebih menyenangkan, sementara (Partovi & Razavi, 2019) menyatakan bahwa *game* edukasi dapat meningkatkan motivasi berprestasi siswa dalam pembelajaran IPA melalui rasa kegembiraan yang tercipta. Selain itu, pembelajaran berbasis *game* memberikan kesempatan bagi siswa untuk menilai diri sendiri, memahami kekuatan dan kelemahan, serta melakukan perbaikan secara berkelanjutan (Sappile et al., 2024). Oleh karena itu, penelitian ini merancang *game* edukasi “BioMorph” yang berfokus pada materi sistem ekskresi dalam IPA, guna mengembangkan media pembelajaran sekaligus memilih subbab materi yang kurang dipahami siswa. Dengan pemilihan ini, media pembelajaran

dapatdiharapkan untuk meningkatkan efisiensi waktu belajar (Arif & Nurhayati, 2022).

Namun, dalam implementasinya, pengembangan *game* edukasi perlu mempertimbangkan ketepatan penyajian materi agar sesuai dengan kebutuhan serta tingkat pemahaman siswa. Seringkali, siswa belum menyadari subbab mana dari suatu materi yang belum mereka kuasai secara optimal. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu mekanisme atau metode yang mampu membantu siswa mengidentifikasi kelemahan pemahaman mereka, serta memberikan pemilihan pembelajaran yang lebih terarah dan bersifat personal (Najuah et al., 2022).

Metode VIKOR (Višekriterijumsko Kompromisno Rangiranje) digunakan dalam *game* edukasi "BioMorph" untuk memilih materi berdasarkan beberapa kriteria yang berbeda. Metode ini dirancang untuk mencari solusi optimal dengan mempertimbangkan kriteria yang sering bertentangan, seperti nilai yang semakin kecil atau besar semakin baik. Kelebihan VIKOR adalah kemampuannya memberikan nilai preferensi untuk pemeringkatan banyak alternatif dan mengatasi kriteria bertentangan (Sukma & Utami, 2022)(Antwo, n.d.). Dengan metode ini, prioritas pemilihan materi dapat ditentukan secara objektif berdasarkan tingkat kesulitan, keterpahaman konsep, dan efektivitas visualisasi, sehingga evaluasi materi dalam *game* menjadi lebih tepat dan efektif.

Dalam *game* edukasi "BioMorph", pemilihan materi menggunakan metode VIKOR bertujuan untuk mengetahui materi yang belum difahami siswa dalam pembelajaran sistem ekskresi dengan pendekatan berbasis data. Penelitian dengan jenis seperti ini juga bertujuan untuk mengetahui sejauh mana siswa telah

memahami materi yang akan diajarkan (Magdalena et al., 2021). Dalam *game* edukasi "BioMorph", metode VIKOR dapat digunakan untuk memilih materi yang perlu dipelajari lebih lanjut diantara beberapa subbab yang disajikan. Hasil pilihan materi tersebut akan dipelajari lebih lanjut melalui media berupa poster atau *powerpoint* yang disajikan secara interaktif dan bertujuan sebagai media belajar materi yang terpilih tersebut.

Dengan adanya pemilihan materi berbasis metode VIKOR dalam *game* edukasi "BioMorph", diharapkan siswa dapat memperoleh pengalaman belajar yang lebih interaktif dan efektif. Selain itu, pendekatan ini juga memungkinkan pengembang *game* untuk melakukan evaluasi berkelanjutan guna memastikan bahwa *game* edukasi tetap relevan dengan kebutuhan pembelajaran di era digital. Dengan demikian, penelitian ini berfokus pada bagaimana metode VIKOR dapat diterapkan untuk menyesuaikan materi sistem ekskresi dalam *game* edukasi "BioMorph", sehingga memberikan dampak positif bagi pemahaman siswa terhadap konsep biologi secara lebih optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang sudah disampaikan masalah utama yang diangkat oleh penulis yaitu bagaimana pemilihan subbab secara otomatis dalam *game* edukasi “BioMorph” yang menggunakan metode VIKOR dan bagaimana tingkat kelayakan dan kemudahan *game*.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batas masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

a. Materi yang digunakan pada penelitian ini hanya *game* edukasi "BioMorph" materi tentang sistem ekskresi.
b. Penelitian ini hanya dilakukan pada siswa kelas VIII SMP/MTs.
c. *Game* edukasi ini berbasis *mobile.*
d. Fokus terhadap pemilihan subbab yang untuk menyesuaikan materi mana yang harus dipelajari terlebih dahulu.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengembangkan *game* edukasi "BioMorph" dengan menerapkan metode VIKOR guna memberikan pilihan subbab pembelajaran yang sesuai, serta untuk menilai tingkat kelayakan dan kemudahan penggunaan *game*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini yaitu :

a. Dapat menentukan materi sistem ekskresi yang sesuai dengan kondisi awal pengetahuan siswa sehingga lebih mudah dipahami
b. Mengetahui keberhasilan metode VIKOR dalam penentuan materi pembelajaran pada *game* edukasi
c. Meningkatkan relevansi materi yang diajarkan melalui *game* dengan kondisi aktual siswa
d. Memberikan umpan balik awal mengenai pengetahuan siswa

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang memiliki hubungan dengan penelitian yang dilakukan. Hasil dari penelitian terdahulu dapat dijadikan acuan terkait kekurangan dan kelebihan pada komponen tertentu.

Penelitian Eko Bayu Gumilar & Kristina Gita Permatasari (2022) bertujuan untuk mengevaluasi pemanfaatan *Game* Edukasi IPA (GEMPA) dalam pembelajaran IPA PGMI STAI Muhammadiyah Blora serta memberikan edukasi bagi calon guru agar dapat berinovasi dan mengembangkan media pembelajaran yang menarik serta efektif bagi peserta didik. Penelitian tersebut terbukti meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa. Metode yang digunakan dalam penlitian ini dengan menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan media angket yang via *google form* untuk teknik pengumpulan datanya. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan apikasi *Game* Edukasi IPA GEMPA) dalam pembelajaran IPA pada mahasiswa PGMI memberikan dampak positif, dengan persentase kebermanfaatan mencapai 95%.

Penelitian Miftah & Lamasitudju (2022) dengan judul "Penerapan *Qugamee* (*Quiz* dan *Game* Edukasi) Interaktif pada Pembelajaran IPA-Fisika" menjadi lebih menyenangkan dengan menggunakan *Wordwall*" ini memiliki tujuan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, menjadikannya lebih menyenangkan dan menarik, merangsang perkembangan kognitif siswa, dan mengevaluasi reaksi siswa

terhadap penggunaan *Qugamee* dalam pendidikan IPA-fisika. Pada penelitian ini menggunakan metode *Waterfall* yang sistematis dan berurutan mulai dari komunikasi, perencanaan, pemodelan, konstruksi, hingga penyerahan sistem. Pada penelitian ini dihasilkan bahwa penerapan Qu*game*e membuat pembelajaran lebih berkualitas, menyenangkan, dan dapat menstimulasi kognitif siswa.

Penelitian yang dilakukan oleh (Theresia Nona Elci et al., 2021) bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran biologi berbasis Android yang terintegrasi dengan model pembelajaran *problem based learning* pada materi sistem ekskresi di kelas VIII SMP. Pengembangan ini dimaksudkan untuk memudahkan siswa dalam memahami materi serta mendorong kemampuan berpikir kreatif. Penelitian ini menggunakan metode *research and development* dengan model Borg & Gall. Uji kelayakan dilakukan di dua sekolah, yaitu SMP Muhammadiyah Waipare dan SMPN 1 Kewapante. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan valid dan layak digunakan dalam proses pembelajaran.

Penelitian yang dilakukan oleh Mawinar et al., (2023) menjelaskan tentang penggunaan metode VIKOR dalam sistem pendukung keputusan pemilihan pegawai honorer terbaik di Dinas Koperasi dan UMKM Provinsi Lampung. Kriteria yang digunakan untuk penilaian meliputi disiplin keterampilan, komunikasi, kreativitas, dan kepemimpinan. Penilaian dilakukan terhadap 12 kandidat dengan mengonversi nilai masing-masing kriteria dan subkriteria ke dalam matriks keputusan. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk menentukan nilai *utility*, *regret*, dan indeks VIKOR per kandidat. Hasil dari penelitian ini sistem dapat

merekomendasikan pegawai honorer 5 sebagai yang terbaik. Hal ini membuktikan bahwa metode VIKOR membantu proses pemilihan menjadi lebih terstruktur dan obyektif.

Penelitian Hanif et al., (2020) menjelaskan tentang analisis penilaian guru menggunakan metode VIKOR. Metode VIKOR ini digunakan untuk memudahkan perangkingan alternatif guru professional dengan mempertimbangkan berbagai kriteria. Kriteria yang digunakan dalam penelitian yaitu kompetensi *pedagogic*, kompetensi kepribadian, kompetensi sosial, dan kompetensi profesional. Perhitungan dilakukan secara manual menggunakan *Microsoft Excel*. Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa guru dengan kode MK Mendapatkan peringkat pertama dengan nilai indeks VIKOR terkecil.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1	Pemanfaatan Aplikasi *Game* Edukasi IPA (GEMPA) dalam Pembelajaran IPA Pada Mahasiswa Prodi PGMI	Hasilnya pemanfaatan aplikasi GEMPA memberikan kemudahan mahasiswa prodi PGMI STAI Muhammadiyah dengan persentase tingkat kebermanfaatn sebanyak 95%	Jenis *game* yang digunakan dalam artikel jurnal sama yaitu *game* edukasi dan objek pada mata pelajaran IPA	Penelitian ini hanya mengevaluasi kebermanfaatan aplikasi secara umum, sedangkan usulan skripsi menekankan pengambilan keputusan (SPK) untuk menentukan urutan sub bab materi berdasarkan hasil kuis.
2	Penerapan Qu*game*e (Quiz dan *Game* Edukasi) Interaktif pada Pembelajaran IPA-Fisika Menjadi Lebih Menyenangkan dengan Menggunakan *Wordwall*	Penerapan Qu*game*e dalam pembelajaran mendapat respon yang antusias pada pembelajaran IPA-fisika. Dibuktikan dengan indeks persentase yang didapat yaitu sekitar 67,55%.	Persamaan genre dan jenis *game* aitu tipe kuis. Selain itu sama-sama membahas tentang mata pelajaran IPA	Materi yang saya gunakan pada usulan skripsi saya yaitu masuk ke ranah biologi yaitu tentang sistem ekskresi
3	Pengembangan Media Pembelajaran	Pada hasil penelitian ini menyatakan bahwa	Objek yang digunakan dalam *game* sama yaitu	Perbedaan metode, saya menggunakan

No	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
	Biologi Berbasis *Android* Menggunakan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* Pada Materi Sistem Ekskresi Di Kelas VIII SMP	rata-rata skor untuk peserta didik adalah 70.5 dan dikategorikan sangat layak sedangkan rerata untuk pendidik adalah 86 dikategorkan sangat layak.	tentang Sistem ekskresi dan memiliki tujuan mengembangkan media pembelajaran.	metode DSS yaitu metode VIKOR.
4	Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pegawai Honorer Terbaik Menggunakan Metode *Visekriterijumsko Kompromisno Rangiranje*	Sistem pendukung keputusan merekomendasikan pegawai honorer 5 sebagai kandidat pegawai honorer terbaik dengan nilai indeks VIKOR yaitu 0.045.	Menggunakan metode VIKOR dalam metode DSS nya	Objek yang saya gunakan dalam usulan skripsi saya berupa bab sistem ekskresi
5	Analisis Penilaian Guru Memakai Metode Visekriterijumsko Kompromisno Rangiranje (VIKOR)	Alternatif guru terbaik berdasarkan metode VIKOR yaitu Chairil Hikayat dengan nilai Q = 0.	Menggunakan metode VIKOR dalam metode DSS atau SPK nya	Objek yang saya gunakan dalam usulan skripsi saya berupa bab sistem ekskresi
Usulan Skripsi				
	Pemilihan Materi Sistem Ekskresi pada *Game* Edukasi "BioMorph" menggunakan Metode VIKOR	-	Sebuah penelitian sistem pendukung keputusan (SPK) atau *Decision Support System* (DSS) yang akan menentukan sub bab materi yang perlu dipelajari terlebih dahulu berdasarkan hasil kuis.	

2.2 *Game*

Game atau biasa disebut permainan dalam Bahasa Indonesia merupakan aktivitas yang melibatkan pemain dalam mencapai kondisi atau tujuan tertentu dimana aktivitas tersebut dibatasi oleh aturan-aturan tertentu. *Game* dikenal sebagai multimedia digital yang bersifat menyenangkan dan menghibur para penggunanya. *Game* juga penting untuk perkembangan otak, karena bisa meningkatkan konsentrasi dan melatih untuk memecahkan sebuah masalah. Menurut (Moskalets, 2022) *game* merupakan aktivitas imajinatif yang diciptakan dengan sebuah aturan

yang wajib dipatuhi, dimana pemain dapat menguji dan mendemonstrasikan kemampuan mereka.

Menurut (Rohmawati, 2019) *game* merupakan arena keputusan dan aksi pemainnya atau *game* bisa diartikan sebagai hal yang merujuk pada pengertian "kelincahan intelektual". Kelincahan intelektual pada tingkat tertentu bisa diartikan sebagai ukuran sejauh mana *game* tersebut menarik untuk dimainkan secara maksimal. *Game* terdiri dari berbagai genre salah satunya yaitu *game* edukasi.

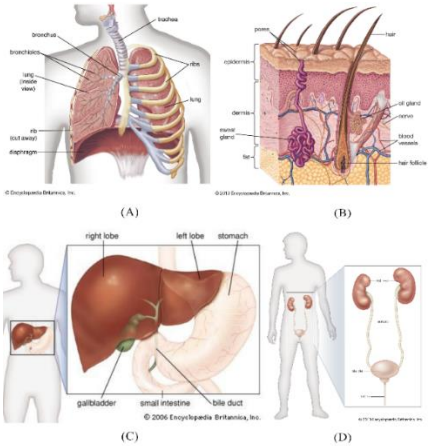
Menurut (Pratama et al., 2019) *game* edukasi merupakan suatu media pembelajaran berbasis *game* yang dirancang untuk membantu proses pembelajaran siswa dengan cara yang menyenangkan dan interaktif. *Game* edukasi menyajikan materi pembelajaran dalam bentuk tantangan atau permainan supaya siswa lebih termotivasi untuk belajar. Dalam *game* edukasi juga memuat beberapa unsur hiburan seperti tantangan, skor, sistem peringkat untuk membuat pembelajaran lebih menarik. *Game* edukasi juga tetap memperhatikan muatan materi pembelajaran yang harus dikuasai siswa sehingga tidak hanya sekedar hiburan saja. *Game* edukasi memiliki kelebihan antara lain dapat memberikan pembelajaran secara interaktif, dapat memberikan visualisasi secara nyata.

Sedangkan menurut Purnomo (2020) *game* edukasi bisa diartikan sebagai sebuah permainan yang dibuat serta dirancang khusus untuk menjadi media yang digunakan untuk mengajar melalui materi berisi suara, teks video, gambar, dan animasi. Media berupa suara, teks video, gambar, dan animasi dimanfaatkan sebagai alat bantu penyampaian materi pembelajaran dengan cara yang lebih menarik dan interaktif. *Game* edukasi ini sudah banyak dan gencar diterapkan

dalam dunia pendidikan. Hasilnya dapat membantu meningkatkan minat belajar siswa seperti penelitian Haryono et al., (2022) yang menjelaskan bahwa pengembangan media berbasis *android* layak diterapkan pada mata pelajaran Biologi kelas XI. Hal tersebut menjadi bukti efektivitas peran *game* edukasi sebagai media pembelajaran dalam proses mengajar.

2.3 Sistem Ekskresi

Sistem ekskresi adalah sistem yang berfungsi untuk mengeluarkan zat-zat sampah metabolisme dari tubuh. Zat-zat tersebut terdiri dari produk akhir proses pencernaan, sisa-sisa aktivitas sel, dan zat-zat racun yang tidak dibutuhkan sel tubuh. Sistem ekskresi berfungsi untuk membersihkan darah dari zat-zat tersebut sehingga konsentrasinya dalam darah menjadi normal kembali dan tidak berbahaya pada tubuh. Adapun bentuk pembuangan yang dikeluarkan oleh tubuh berupa keringat, urin, zat empedu, dan karbon dioksida (Legiawan & Agustina, 2021). Organ-organ yang berfungsi dalam sistem ekskresi ini antara lain ada ginjal, hati, kulit, dan paru-paru. Gambar organ-organ sistem ekskresi dapoat dilihat pada Gambar 2. 1 berikut.



Gambar 2. 1 Organ – organ Sistem Ekskresi

Ginjal sangat berperan penting dalam proses ekskresi dalam tubuh manusia. Ginjal berfungsi untuk membersihkan darah, mengatur keseimbangan mineral, serta menyaring limbah dari darah dan mengeluarkannya melalui urin. Selain ginjal ada kulit yang berfungsi menjadi organ ekskresi. Kulit mengandung kelenjar keringat yang mengeluarkan 5% sampai 10% sisa hasil metabolism. Selain berfungsi untuk menghasilkan keringat kulit berfungsi sebagai pelindung terhadap kerusakan fisik, serangan kuman, dan penerima rangsang, serta pengatur suhu tubuh (Legiawan & Agustina, 2021). Organ ekskresi selanjutnya ada paru-paru yang mengekskresikan karbon dioksida. Karbon dioksida dan air dari darah akan diangkut ke jantung dandarid jantung akan dipompakan ke paru-paru untuk berdifusi dengan alveolus. Selain ginjal, kulit, dan paru-paru, ada hati yang mengekskresikan zat warna empedu (Wahdania Suherman, muh. Rapi, 2023).

2.4 *Rank Order Centroid* (ROC)

Rank Order Centroid (ROC) merupakan sebuah metode untuk mencari bobot kriteria dengan menerapkan penjumlahan untuk menentukan bobotnya, seperti yang diketahui mencari prioritas pemilihan kandidat yang paling sesuai dengan pembobotannya (Annisa, 2024). Pembbtan ROC sebagai berikut :

$$w_i = \frac{1}{n}\sum_{j=i}^{n}\frac{1}{j} \tag{2.1}$$

Keterangan:
w_i= bobot dari kriteria ke-i
n = jumlah total kriteria
j = indeks perulangan dari kriteria ke-i hingga n

ROC menghitung bobot kriteria berdasarkan rata-rata *centroid* dari peringkat yang diberikan. Semakin tinggi prioritas suatu kriteria, maka semakin besar bobot yang diberikan. ROC juga sering digunakan dalam integrasi dengan metode lain seperti SAW, VIKOR, atau TOPSIS untuk memberikan pembobotan awal pada kriteria sebelum proses perhitungan keputusan akhir dilakukan. Metode ini dianggap cocok dalam kondisi di mana pengambil keputusan merasa lebih nyaman memberikan urutan preferensi dibandingkan memberikan nilai bobot secara langsung. Hal ini sering dijumpai dalam konteks pendidikan, seleksi kandidat, evaluasi proyek, dan sistem pendukung keputusan berbasis kriteria majemuk.

2.5 *Decision Support System (DSS)*

Decision Support System atau jika dalam Bahasa Indonesia biasa disebut dengan Sistem Pendukung Keputusan merupakan sebuah sistem informasi interaktif yang memberikan akses terhadap informasi, model, serta kemampuan manipulasi data. Sistem ini berguna untuk mendukung proses pengambilan keputusan dalam situasi yang bersifat semi-terstruktur maupun tidak terstruktur. Sistem pendukung keputusan ini bisa juga diketahui dengan sebuah pendekatan atau metodologi untuk mendukung terciptanya sebuah keputusan. Konsep DSS ini pertama kali diungkapkan oleh Michael S. Scott Morton dengan istilah *Management Support System* pada tahun 1970-an.

Menurut (Seran et al., 2023) DSS ini tidak seperti konsep sistem pakar yang dimana keputusan akhir terdapat pada sistem atau aplikasi tetapi DSS hanya membantu pembuat keputusan dengan membuat alternatif solusi terhadap sebuah

masalah. Selain membantu membuat alternatif solusi, DSS juga membantu dalam menyaring informasi yang relevan. Dengan hal tersebut, DSS dapat meningkatkan efisiensi dalam pengambilan sebuah keputusan dan membantu mengurangi sebuah ketidakpastian yang mungkin dihadapi. DSS ini merupakan bagian dari luasnya sistem informasi manajemen yang juga merupakan sistem yang membantu manajer dalam mengambil sebuah keputusan dengan menyediakan informasi yang dibutuhkan.

Menurut (Mubarok et al., 2019) Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dan bisa disebut DSS ini menggunakan aplikasi berupa CBIS (*Computer Based Information System*) yang interaktif, fleksibel, dan dapat diadaptasi dan dikembangkan untuk mendukung solusi. DSS ini menggabungkan basis data, modul-modul analisis, dan antarmuka pengguna interaktif untuk memfasilitasi pengumpulan dan analisis data. Proses utama dari DSS yaitu identifikasi masalah, pengumpulan data, penentuan kriteria, analisis data, dan terakhir rekomendasi alternatif terbaik.

Seiring pesatnya kemajuan teknologi, DSS juga sudah dikembangkan tergantung pada kebutuhan pengguna dan tujuan sistem tersebut. Berikut beberapa jenis DSS yang umum digunakan yaitu:

1. DSS Berbasis Data

   Sebuah DSS yang berfokus pada akses dan manipulasi *database*, *database management*, dan analisis data. Sistem ini membantu pengguna mengakses dan menganalisis data yang relevan untuk mendukung pengambilan keputusan.

Contohnya adalah sistem yang dapat melakukan analisis tren penjualan, prediksi, dan pelaporan berdasarkan data historis.

2. DSS Berbasis Model

   Sebuah DSS yang menggunakan model kuantitatif (seperti model statistik, keuangan, atau optimasi) untuk memberikan analisis dan wawasan yang mendukung pengambilan keputusan. Sistem ini membantu pengguna dalam menganalisis situasi menggunakan alat pemodelan standar seperti simulasi, optimasi, atau model keputusan.

3. DSS Berbasis *Rule-Based*

   Sebuah DSS yang berbasis aturan atau memanfaatkan aturan atau pengetahuan apa yang disimpan dalam basis pengetahuan untuk membantu dalam pengambilan keputusan. Sistem ini menggunakan aturan "jika-maka" untuk memberikan rekomendasi atau saran berdasarkan masukan pengguna. Jenis DSS ini sering digunakan dalam aplikasi yang memerlukan saran pakar, seperti diagnosis medis atau proses bisnis.

2.6 VIKOR (*VIšekriterijumsko KOmpromiso Rangiranje*)

VIKOR (*VIšekriterijumsko KOmpromisno Rangiranje)* merupakan metode MCDM (*Multiple Criteria Decision Making*) yang artinya metode yang digunakan untuk menyelesaikan masalah pengambilan keputusan multi-kriteria dengan mengkombinasikan ukuran proporsional dan maksimum grup. Metode VIKOR ini pertama kali dikenalkan dan diajukan oleh Opricovic dan Tzeng di tahun 1998 yang digunakan untuk seleksi pada beberapa kriteria (Antwo, n.d.). Adapun langkah-langkah implementasi metode VIKOR ini sebagai berikut (Wizura et al., 2022) :

1. Menentukan Matriks Normalisasi

   Matriks keputusan F akan dinormalisasikan dengan cara menentukan nilai positif dan nilai negatif sebagai solusi yang ideal pada setiap kriteria. Rumus normalisasi sebagai berikut.

$$N_{ij} = \frac{(f_j^+ - f_{ij})}{(f_j^+ - f_j^-)} \tag{2.2}$$

$$N_{ij} = \frac{(f_{ij} - f_j^-)}{(f_j^+ - f_j^-)} \tag{2.3}$$

   Dimana f_j^+merupakan nilai terbaik dalam satu kriteria sedangkan f_j^- merupakan nilai terjelek dalam suatu kriteria. Penentuan nilai terbaik dan terburuk ini ditentukan oleh jenis data variabel penelitian. Rumus menentukan nilai tersebut sebagai berikut.

$$f_j^+ = \max(f_{1j}, f_{2j}, f_{3j}, \dots, f_{mj}) \tag{2.4}$$

$$f_j^- = \min(f_{1j}, f_{2j}, f_{3j}, \dots, f_{mj}) \tag{2.5}$$

2. Mengalikan matriks normalisasi dengan bobot kriteria

$$F_{ij}^* = w_j \times N_{ij} \tag{2.6}$$

   Pada normalisasi bobot ini akan mengalikan bobot kriteria (w_j) dengan matriks normalisasi (N_{ij}).

3. Menghitung *utility measures* (S) dan *regret measures* (R)

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} w_j \frac{(f_j^+ - f_{ij})}{(f_j^+ - f_j^-)} \tag{2.7}$$

$$R_i = max_j \left[w_j \frac{(f_j^+ - f_{ij})}{(f_j^+ - f_j^-)} \right] \quad (2.8)$$

S_i merupakan jarak Manhattan yang terbobot dan dinormalisasi sedangkan R_i merupakan jarak Chebyshev yang terbobot dan dinormalisasi. Untuk menghitung keduanya diperlukan bobot kriteria (w_j).

4. Menentukan Indeks VIKOR

$$Q_i = v \left[\frac{(S_i - S^-)}{(S^+ - S^-)} \right] + \left[\frac{(R_i - R^-)}{(R^+ - R^-)} \right] (1 - v) \quad (2.9)$$

Dimana S^- merupakan nilai minimum S^* dan S^+ merupakan nilai maksimum S^* begitupun dengan nilai R. Nilai v merupakan sebuah bobot yang nilainya berkisar antara 0 – 1. Semakin kecil Indeks VIKOR maka semakin baik solusi alternatif tersebut.

5. Menghitung solusi Kompromi

Solusi ideal dilihat dari nilai Q_i terendah dan menjadi peringkat terbaik dengan syarat :

$$Q(A_2) - Q(A_1) < \frac{1}{m-1} \quad (2.10)$$

$$A_1, \dots, A_m \quad (2.11)$$

A_2 merupakan alternatif dengan peringkat kedua dan A_1 merupakan alternatif dengan urutan terbaik pada pemeringkatan Q. Sedangkan m merupakan jumlah alternatif.

2.7 *System Usability Scale* (SUS)

System Usability Scale (SUS) merupakan metode yang sering digunakan untuk mengukur seberapa mudah dan menyenangkan sebuah sistem digunakan oleh pengguna (Karami et al., 2024). Metode ini ditemukan oleh John Broke pada tahun 1986, yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai jenis produk termasuk didalamnya perangkat *website* dan aplikasi. Kelebihan SUS ini yaitu pertama, tidak membutuhkan banyak responden, dapat mudah dimengerti responden, dan hasilnya dapat dilihat tingkat kebergunaannya (Komalasari & Ulfa, 2020). Metode SUS ini menggunakan 10 pertanyaan sebagai alat ujinya(Welda *et al.*, 2020). Pengujian *usability* ini berdasar pada beberapa aspek seperti (Irdiaga et al., 2020) berikut

a. *Learnability*: aspek untuk mengukur seberapa cepat dan mudah pengguna dapat memahami serta menyelesaikan tugas ketika pertama kali menggunakan sistem untuk mencapai tujuannya.
b. *Efficiency*: Menilai seberapa efisien atau cepat pengguna dapat menyelesaikan tugasnya dengan bantuan sistem.
c. *Memorability*: Menggambarkan kemudahan pengguna dalam kembali menggunakan sistem dengan efektif setelah tidak mengaksesnya dalam jangka waktu tertentu.
d. *Errors Handling*: Menilai frekuensi dan tingkat kesalahan yang dilakukan oleh pengguna saat mengoperasikan sistem, termasuk seberapa parah dampaknya dan seberapa mudah untuk memperbaikinya.
e. *Satisfaction*: Menggambarkan tingkat kepuasan dan kenyamanan pengguna selama berinteraksi dengan sistem.

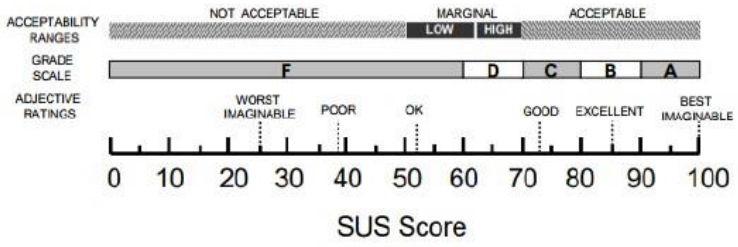
Pertanyaan yang digunakan menggunakan 2 kategori yaitu positif dan negatif. Hasil dari SUS ini akan direkap dan dihitung sesuai aturan yang digunakan seperti berikut.

a. Skor pertanyaan bernomor ganjil akan didapat dari skor awal dikurangi 1
b. Skor pertanyaan genap akan didapat dari 5 dikurangi skor yang awal
c. Skor SUS didapat dari hasil penjumlahan skor setiap pertanyaan kemudian dikali 2,5.

Setelah aturan tersebut diterapkan dalam perhitungan SUS, data direkapitulasi dan dihitung hasil akhir skor SUS dengan rumus berikut.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \qquad (2.12)$$

Dimana $\bar{x} =$ skor rata-rata, $\sum x =$ jumlah skor SUS, dan $n =$ jumlah responden. Hasil dari skor rata-rata SUS tersebut akan dilihat menggunakan penilaian skor SUS seperti pada gambar berikut



Gambar 2. 2 Penilaian Skor SUS

Hasil akhir SUS akan dianalisa dan dicocokkan hasilnya dengan Gambar 2. 2 sebagai ketentuan penilaian SUS. Untuk menginterpretasikan hasil akhir SUS ada beberapa cara antara lain menggunakan *grade scale*, *adjective ratings, dan acceptability*.

2.8 Uji Validitas dan Reliabilitas

Pengujian validitas dan reliabilitas ini dilakukan dengan tujuan menguji kelayakan kuesioner yang digunakan sebagai instrumen penelitian (Usman & Gustalika, 2022). Validitas bertujuan untuk mengetahui sejauh mana butir-butir pertanyaan mampu mengukur apa yang seharusnya diukur, sedangkan reliabilitas mengukur konsistensi internal antar butir pertanyaan dalam kuesioner.

Validitas item diuji dengan korelasi antara skor setiap item (Xi) dengan skor total (Xt). Rumus yang digunakan biasanya adalah korelasi *Pearson Product Moment* (Anggraini & Suyatno, 2024).

$$r_{hitung} = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum X^2 - (\sum X)^2][n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}} \quad (2.13)$$

Keterangan:
r_{hitung} : Koefisien korelasi antara item dan total
n : Jumlah responden
X : Skor item yang diuji
Y : Skor total semua item (kecuali item X)
$\sum$: Simbol penjumlahan

Sebuah kuesioner dinyatakan valid, apabila nilai $r_{hitung} > r_{tabel}$. Hal ini mengindikasikan adanya keterkaitan yang bermakna antara butir pertanyaan tersebut dengan skor total yang diharapkan (Anggraini & Suyatno, 2024). r_{tabel} didapat dari hasil signifikasi penelitian. Taraf signifikasi didasarkan oleh konteks penelitian. Dalam penelitian sosial dan pendidikan, taraf signifikansi 0,05 lebih umum digunakan karena memberikan keseimbangan antara sensitivitas dan toleransi kesalahan. Sebaliknya, penelitian yang menuntut ketelitian tinggi dan risiko kesalahan minimal, seperti penelitian medis atau laboratorium, lebih memilih

menggunakan taraf 0,01 (*Kapan 0.05, Kapan 0.01? | STATISTIKA On The Web*, n.d.).

Reliabilitas menggunakan koefisien *Cronbach's Alpha* untuk mengukur suatu instrumen. Reliabilitas mengukur sejauh mana butir-butir dalam kuesioner saling konsisten dalam mengukur suatu konstruk tertentu. Nilai *Cronbach's Alpha* berada dalam rentang 0 hingga 1. Semakin tinggi nilai *alpha*, maka semakin tinggi pula konsistensi internal item-item dalam instrumen tersebut. Barikut rumus untuk mencari koefisien *Cronbach Alfa.*

$$r_i = \frac{k}{k-1}\left(1 - \frac{\sum s_1^2}{s_t^2}\right) \tag{2.14}$$

Keterangan:
r_i : koefisien reliabilitas *Cronbach Alfa*
k : jumlah item soal
s_1^2 : varians total
s_t^2 : varians tiap i

Hasil pengujian reliabilitas dapat dinyatakan *relible* jika nilai koefisien *Cronbach Alfa* lebih dari 0,6 (Pailina & Agustini, 2023). Namun, jika nilainya di bawah 0,60, maka instrumen dianggap belum cukup konsisten dan perlu dilakukan perbaikan, seperti dengan menghapus atau merevisi butir-butir pertanyaan yang memiliki korelasi paling rendah terhadap skor total (Xiao et al., 2024).

BAB III

DESAIN DAN RANCANGAN *GAME*

3.1 Desain Penelitian

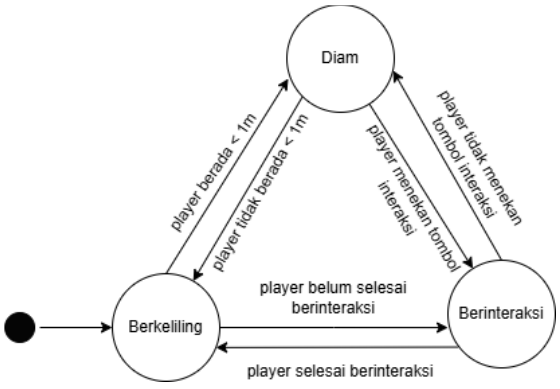
Gambar 3. 1 Desain Penelitian

Pada gambar Gambar 3. 1 merupakan desain penelitian dalam pengembangan *game* edukasi “BioMorph” mengikuti tahapan sistematis rekayasa perangkat lunak. Dimulai dari perumusan masalah untuk mengidentifikasi kebutuhan siswa terhadap media belajar interaktif, dilanjutkan dengan perancangan *game* yang diintegrasikan dengan metode VIKOR untuk menentukan subbab materi yang perlu dipelajari kembali berdasarkan skor, waktu, dan tingkat kesulitan soal. Setelah itu, dilakukan validasi oleh ahli materi dan ahli *game* untuk memastikan kelayakan konten dan desain. *Game* kemudian diuji coba oleh siswa, dilanjutkan dengan pengumpulan data hasil rekomendasi sistem dan guru, serta penilaian *usability* menggunakan metode SUS. Instrumen kuesioner juga diuji validitas dan reliabilitasnya. Hasil dari seluruh tahapan dianalisis untuk menyusun kesimpulan dan saran guna mendukung pengembangan *game* yang lebih optimal.

3.2 Perancangan *Game*

"BioMorph" merupakan *game* yang bergenre edukasi dengan basis *mobile* yang difokuskan pada materi IPA kelas VIII salah satunya bab sistem ekskresi. *Game* ini dirancang untuk membantu siswa memahami konsep-konsep penting dalam sistem ekskresi melalui pendekatan yang interaktif dan menyenangkan. Dengan memanfaatkan teknologi *mobile*, "BioMorph" memungkinkan siswa belajar di mana saja dan kapan saja, sekaligus meningkatkan motivasi belajar mereka.

Permainan diawali dengan pemain mengarahkan avatar menuju laboratorium bertuliskan "Lab. Ekskresi" melalui lorong sekolah. Di dalam laboratorium, pemain harus mendekati NPC guru untuk memulai interaksi. NPC tersebut dikendalikan dengan FSM yang menggambarkan perpindahan status: mulai dari berkeliling, berinteraksi saat pemain mendekat, menunggu saat kuis berlangsung, mengevaluasi hasil, dan kembali berkeliling.



Gambar 3. 2 *Finite State Machine* NPC Guru

FSM pada Gambar 3. *2* ini menggambarkan perilaku NPC guru dalam *game* edukasi. Awalnya, NPC berada dalam kondisi berkeliling. Ketika pemain mendekat kurang dari 3 meter, NPC berpindah ke kondisi interaksi. Jika pemain memilih

mengerjakan kuis, NPC masuk ke kondisi menunggu hingga pemain menyelesaikan kuis. Setelah itu, NPC beralih ke kondisi evaluasi Hasil untuk menilai jawaban pemain, lalu kembali ke berkeliling. Alur ini mengatur interaksi guru *virtual* secara dinamis dan terstruktur dalam proses pembelajaran.

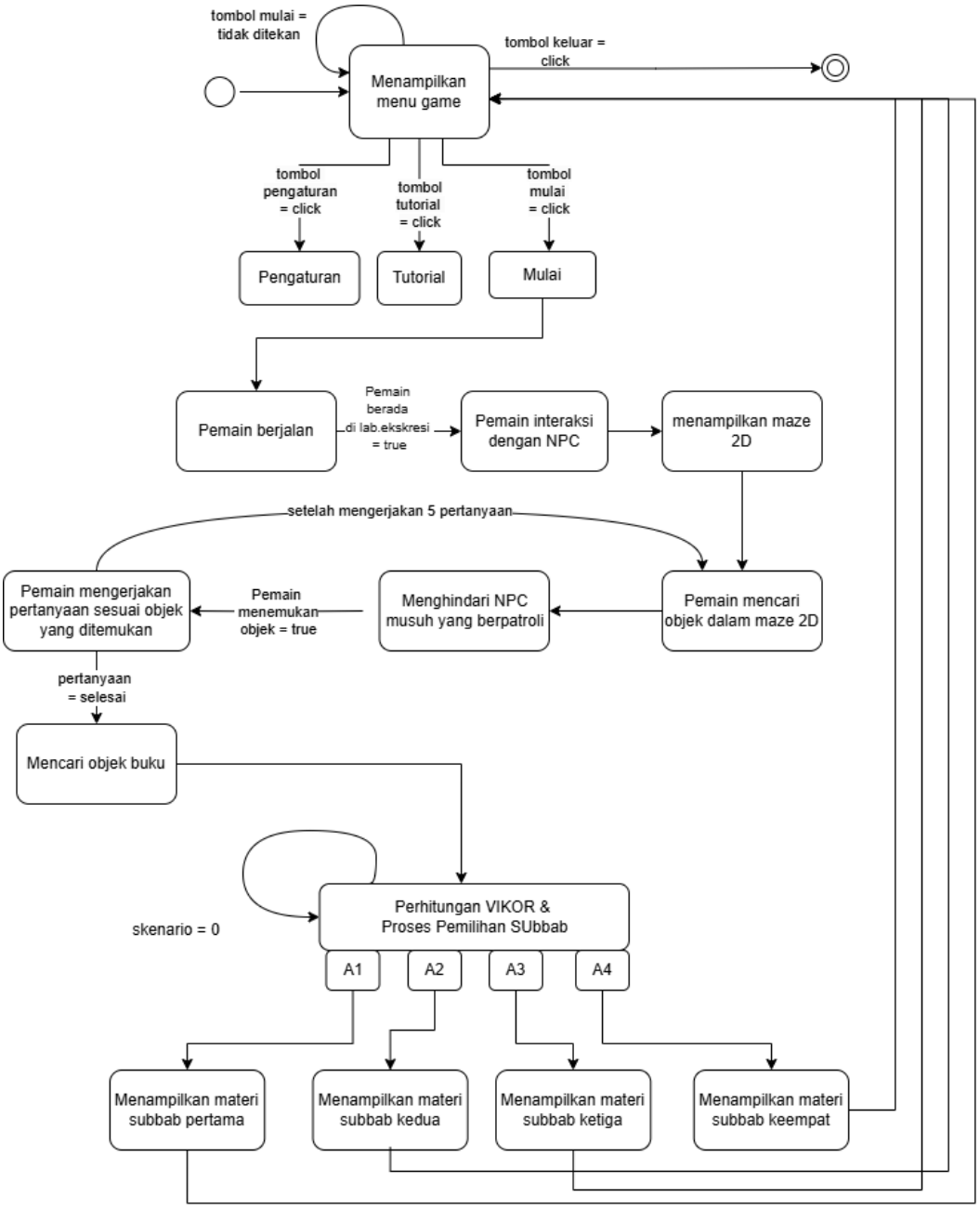
Dalam *maze* 2D, pemain mengendalikan avatar dalam tampilan 2D untuk menjelajahi labirin yang dirancang dengan berbagai jalur sederhana. Tujuan utama adalah menemukan empat objek organ sistem ekskresi yaitu ginjal, paru-paru, hati, dan kulit. Setiap organ ditempatkan di lokasi berbeda dalam *maze*, sehingga pemain harus menghindari jebakan atau hambatan yang berupa 2 virus yang akan mengejar saat *player* berada didalam jangkauannya. Berikut FSM untuk musuh pada *maze* 2D.

Gambar 3. 3 *Finite State Machine* NPC Musuh

Setiap kali pemain berhasil menemukan salah satu organ, permainan akan otomatis menampilkan lima pertanyaan terkait subbab sistem ekskresi. Pertanyaan ini berupa pilihan ganda yang menguji pemahaman pemain mengenai fungsi, struktur, peran organ, dan mekasnisme dalam sistem ekskresi. Pemain harus memilih jawaban yang tepat untuk melanjutkan.

Setelah menjawab kelima pertanyaan dari satu organ, pemain kembali ke *maze* untuk mencari organ berikutnya hingga keempat organ ditemukan dan seluruh 20 pertanyaan terjawab. Sistem kemudian mengolah hasil jawaban menggunakan metode VIKOR, sebuah teknik pengambilan keputusan multi-kriteria, untuk menganalisis tingkat pemahaman pemain pada masing-masing subbab. Berdasarkan analisis tersebut, sistem memilihkan subbab yang menjadi prioritas pembelajaran bagi pemain. Pilihan ini divisualisasikan dalam bentuk objek buku khusus yang muncul di dalam *maze*. Objek buku juga memvisualisasikan hasil nilai, waktu, dan soal yang benar setiap subbab.

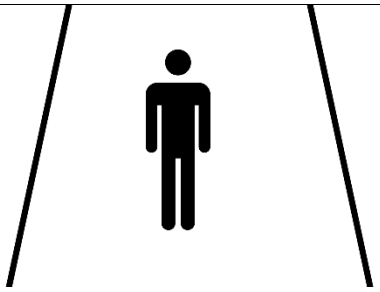
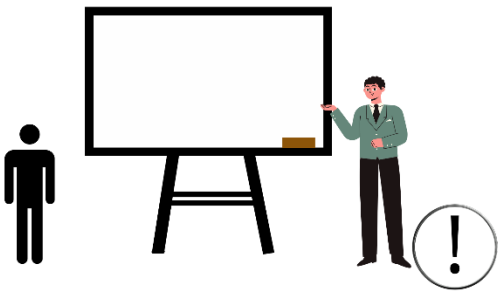
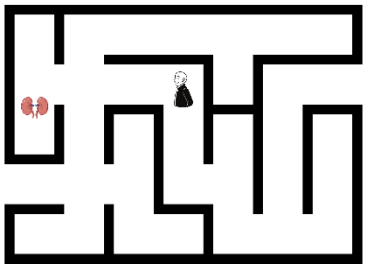
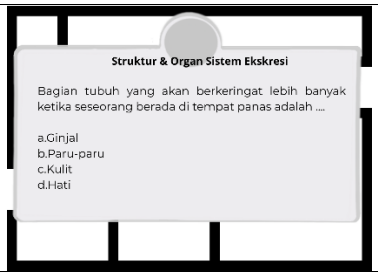
Pemain harus kembali mencari dan mengambil buku tersebut untuk melihat hasil permainan dan pilihan subab yang perlu dipelajari. Setelah buku ditemukan, permainan beralih ke sesi pembelajaran interaktif yang menyajikan materi subbab pilihan secara ringkas dan menarik, menggunakan animasi, gambar, dan penjelasan singkat agar pemain dapat mempelajari kembali topik yang perlu diperkuat. Berikut diagram *gameplay* dari *game* “BioMorph”.

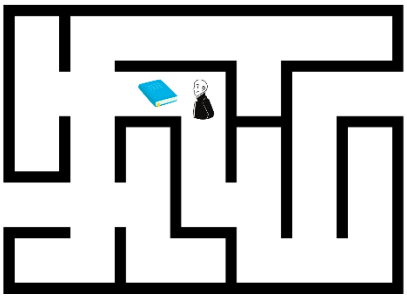
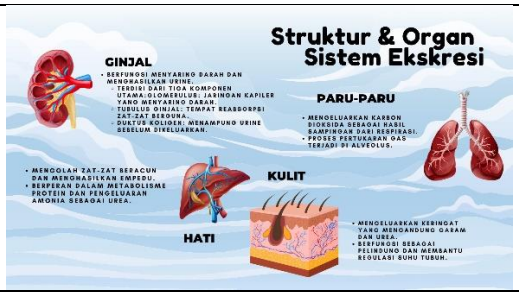


Gambar 3. 4 Diagram *Gameplay* "BioMorph"

Pada *storyboard game* "BioMorph" ini akan dijelaskan tentang *scene* atau adegan setiap momen dalam *game*. Berikut *storyboard* pada *game* "BioMorph" dapat dilihat pada Gambar 3. 4 .

Tabel 3. 1 *Storyboard*

No	Sketsa	Keterangan
1		*Player* akan berjalan menuju ruang kelas untuk mengerjakan kuis
2		*Player* menuju ke arah guru (NPC) di Lab.Ekskresi
3		*Player* interaksi dengan guru (NPC) untuk memulai kuis
4		*Player* masuk *maze* untuk menemukan objek yang digunakan untuk mengerjakan kuis dan melewati musuh
5		*Player* mengerjakan kuis setelah menemukan objek berupa organ-organ sistem ekskresi.

6		Mencari objek buku untuk menampilkan hasil permainan
7		Menampilkan hasil kuis dan materi mana yang kurang dipahami dan akan menampilkan animasi sesuai teri tsb
8		Menampilkan materi yang terpilih dipelajari terlebih dahulu dengan poster

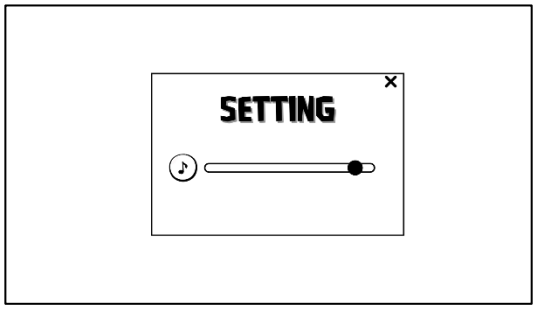
Selain *storyboard* pada tahap ini juga merancang antarmuka atau *interface* dari *game* ini. Berikut rancangan desain *game* “BioMorph”.

1. Tampilan Main Menu

Gambar 3. 5 Tampilan Main Menu

Pada Gambar 3. 5 menunjukkan tampilan *main menu*. Dalam *main menu* ada beberapa tombol yaitu *start*, *setting*, *tutorial*, dan *quit*. Pada tampilan ini pemain bebas mengeksplor tentang *game* "BioMorph".

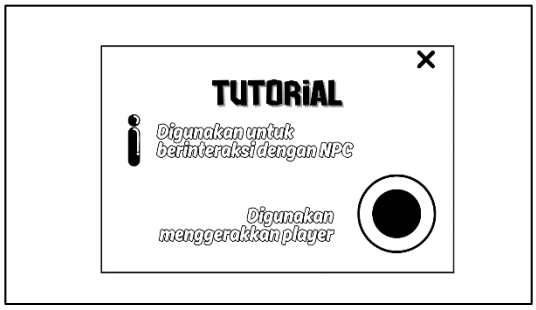
2. Tampilan *Setting*.



Gambar 3. 6 Tampilan Menu Setting

Pada Gambar 3. 6 akan menunjukkan tampilan *setting* yang menampilkan pengaturan *volume* dalam *game* "BioMorph".

3. Tampilan Tutorial



Gambar 3. 7 Tampilan Menu Tutorial

Pada Gambar 3. 7 menunjukkan tampilan menu *tutorial* akan menampilkan cara bermain dalam *game* "BioMorph". Hal ini digunakan untuk mempermudah *player* dalam memahami *game* tersebut.

4. Tampilan Info

Gambar 3. 8 Tampilan Menu Info

Pada Gambar 3. 8 menunjukkan menu info yang akan menjelaskan info tentang apa *game* "BioMorph" itu dan tujuan dari *game* ini.

3.3 Implementasi Metode VIKOR

Rancangan metode dalam penelitian ini dilakukan untuk menerapkan metode *VIšekriterijumsko KOmpromiso Rangiranje* (VIKOR) dalam sistem yang dibuat. Dalam rancangan perhitungan metode VIKOR ini membutuhkan alternatif dan kriteria yang akan menjadi acuan dalam pemilihan materi siswa pada *game* "BioMorph". Input yang digunakan dalam *game* ini ada 3 yaitu skor, waktu, dan tingkat kesulitam. Ketiga aspek tersebut disebut juga sebagai kriteria.

3.3.1 Kriteria

Kriteria adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi alternatif keputusan. Dengan adanya kriteria dalam sebuah sistem pendukung keputusan berfungsi dalam membantu memilih alternatif solusi terbaik. Berikut kriteria dalam *game* edukasi "BioMorph" sesuai dengan petunjuk dari Ibu Fauzatul Jannah, S.Pd

selaku guru IPA MTsN 1 Pamekasan dan Ibu Nur Shofiyah, S. Pd.,Gr. Selaku guru IPA di MTsN 2 Tuban dan juga dari penelitian (Masluchah, 2024).

Tabel 3. 2 Kriteria

No	Kriteria	Keterangan
1	C_1	Skor
2	C_2	Waktu Pengerjaan
3	C_3	Tingkat Kesulitan

Tabel 3. 2 menunjukkan kriteria yang digunakan dalam *game* edukasi "BioMorph" yaitu berupa kriteria skor, waktu, serta tingkat kesulitan. Ketiga kriteria tersebut merupakan input utama yang digunakan dalam metode VIKOR untuk memilih subbab yang perlu dipelajari lebih lanjut.

1. Skor

   Kriteria Skor didapat dari hasil menjawab benar atau salah pada setiap soal. Berikut skala penilaiannya.

   Tabel 3. 3 Skala Penilaian Kriteria Skor

Bobot	Skor	Keterangan
1	41 – 50	Sangat Kurang
2	31 – 40	Kurang Baik
3	21 – 30	Cukup Baik
4	11 – 20	Baik
5	2 – 10	Sangat Baik

   Pada skala penilaian di Tabel 3. 3, jika skor tersebut semakin baik artinya *player* sudah memahami materi tersebut. Kriteria skor bersifat *cost* yang artinya semakin tinggi skor maka semakin merugikan *player* dikarenakan pada *game* ini mencari materi yang kurang dipahami dan akan dipelajari terlebih dahulu.

2. Waktu Pengerjaan

Kriteria tingkat kesulitan berdasar pada uji kognitif pada tiap-tiap soal. Berikut skala penilaiannya.

Tabel 3. 4 Skala Penilaian Kriteria Waktu

Bobot	Waktu	Keterangan
1	1 – 69 s	Sangat Cepat
2	70 - 138 s	Cepat
3	139 - 207 s	Cukup Lama
4	208 - 276 s	Lama
5	>277	Sangat Lama

Pada skala penilaian waktu pengerjaan di Tabel 3. 4, semakin banyak waktu yang digunakan untuk mengerjakan kuis pada *game* "BioMorph" maka akan semakin mempengaruhi alternatif. Kriteria waktu bersifat *benefit* yang artinya semakin banyak waktu yang digunakan akan semakin baik dalam memilih materi sistem ekskresi mana yang harus dipelajari lebih lanjut.

3. Tingkat Kesulitan

Kriteria waktu ini menggunakan total waktu yang digunakan untuk mengerjakan kuis tersebut. Berikut skala penilaiannya.

Tabel 3. 5 Skala Penilaian Kriteria Tingkat Kesulitan

Bobot	Sub kriteria Tingkat Kesulitan	Keterangan
1	13 – 15	Sangat Kurang
2	10 – 12	Kurang Baik
3	7 – 9	Cukup Baik
4	4 – 6	Baik
5	1 – 3	Sangat Baik

Pada Tabel 3. 5 menunjukkan skala penilaian sub kriteria tingkat kesulitan yang dihitung dari benar salah tiap pertanyaan dengan nilai uji kognitif yang diberikan. Kriteria tingkat kesulitan ini berhubungan dengan

kriteria skor, karena jika tidak menjawab kuis maka juga tidak mendapat skor serta poin tingkat kesulitan. Jadi yang memiliki poin hanya pertanyaan yang terjawab benar.

Tabel 3. 6 Poin Uji Kognitif

No	Nama Tingkat Kesulitan	Poin
1	Level 1	1
2	Level 2	2
3	Level 3	3
4	Level 4	4
5	Level 5	5

Pada Tabel 3. 6 menunjukkan bobot tiap tingkatan uji kognitif (level) soal siswa. Nilai uji kognitif yang digunakan dalam kuis pada *game* "BioMorph" ini yaitu level 1, level 2, level 3, level 4, dan level 5.

3.3.2 Alternatif

Alternatif merupakan data yang mewakili beberapa pilihan atau opsi yang tersedia untuk memecahkan suatu masalah atau mengambil keputusan. Pada *game* ini data alternatif yang digunakan berupa sub bab materi sistem ekskresi. Berikut untuk data alternatif agar lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 3. *7* .

Tabel 3. 7 Alternatif

No	Alternatif	Keterangan Alternatif
1	A_1	Fungsi & Peranan Sistem Ekskresi
2	A_2	Struktur & Organ Sistem Ekskresi
3	A_3	Proses kerja Sistem Ekskresi
4	A_4	Gangguan Sistem Ekskresi

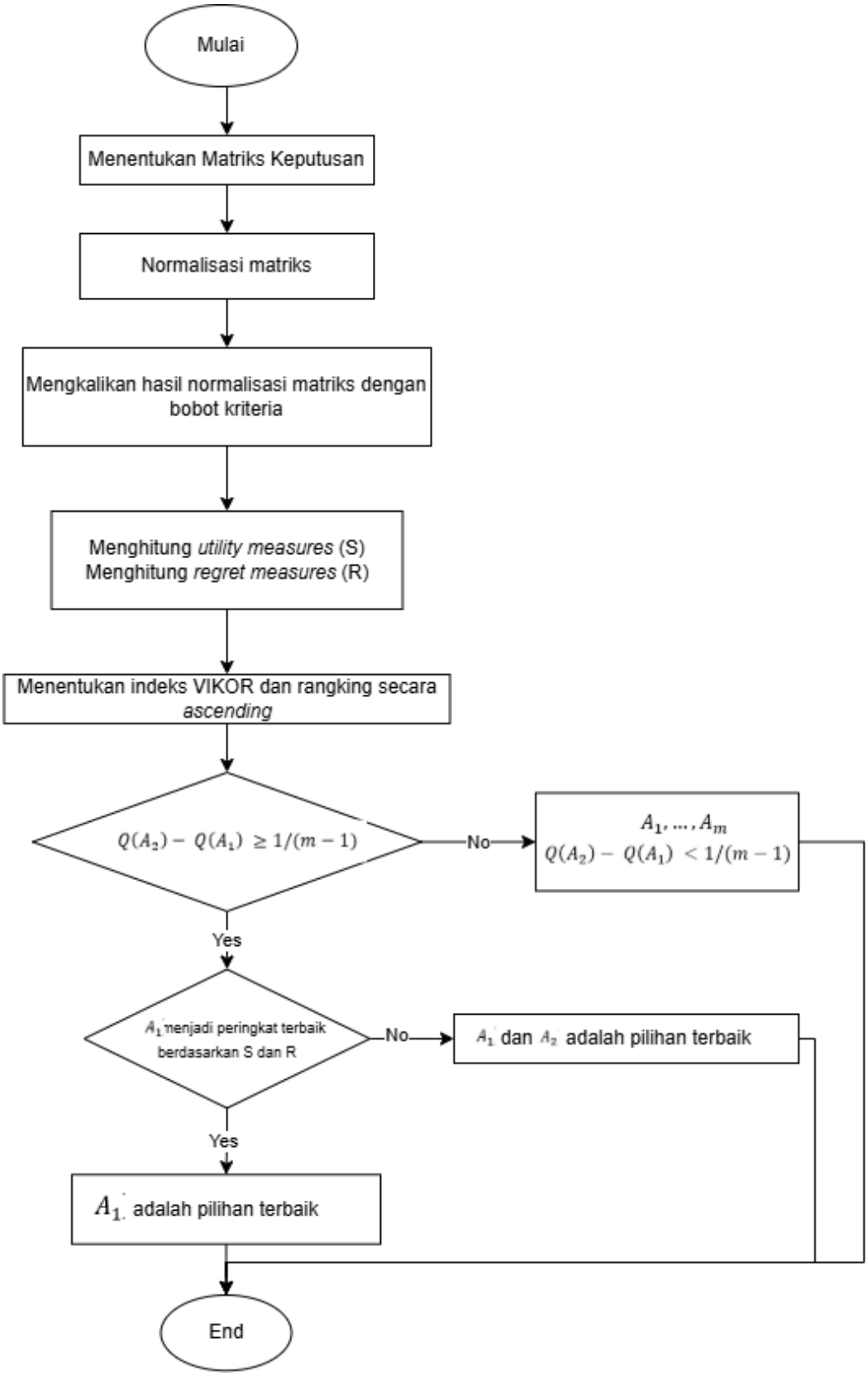
Tabel 3. 7 menunjukkan 4 alternatif yang digunakan dalam pengambilan keputusan, yaitu A_1 hingga A_4. Setiap alternatif mewakili subbab materi sistem ekskresi: fungsi dan peranan (A_1), struktur dan organ (A_2), proses kerja (A_3), dan

gangguan sistem ekskresi (A_4). Keempatnya menjadi dasar analisis metode VIKOR untuk menentukan subbab yang perlu dipelajari kembali.

3.3.3 Perhitungan VIKOR

Metode VIKOR merupakan salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria yang digunakan untuk menentukan alternatif terbaik berdasarkan beberapa kriteria, dengan mempertimbangkan solusi kompromi. Dalam penelitian ini, metode VIKOR digunakan untuk menentukan subbab materi yang perlu dipelajari kembali oleh siswa dalam *game* edukasi "BioMorph", berdasarkan tiga kriteria yaitu skor, waktu pengerjaan, dan tingkat kesulitan soal.

Metode ini dipilih karena mampu menyeimbangkan antara hasil keseluruhan dan ketidakpuasan terbesar pada setiap alternatif. Proses penentuan dilakukan melalui beberapa tahapan, mulai dari pembentukan matriks keputusan, normalisasi, pembobotan, hingga perhitungan nilai S, R, dan indeks VIKOR (Q) yang kemudian dirangking untuk menentukan alternatif terbaik. Tahapan lengkap metode VIKOR dapat dilihat pada *flowchart* berikut.



Gambar 3. 9 *Flowchart* Metode VIKOR

Gambar 3. 9 menampilkan alur proses perhitungan metode VIKOR dalam sistem pendukung keputusan pada *game* edukasi "BioMorph" (Hidayat, 2024). *Flowchart* di atas menunjukkan tahapan metode VIKOR dalam pengambilan keputusan multikriteria. Proses dimulai dengan menentukan matriks keputusan berdasarkan alternatif dan kriteria yang ada. Selanjutnya, dilakukan normalisasi matriks dan hasilnya dikalikan dengan bobot masing-masing kriteria. Setelah itu, dihitung nilai *utility measure* (S) dan *regret measure* (R) untuk tiap alternatif. Nilai-nilai ini digunakan untuk menentukan indeks VIKOR (Q), yang kemudian dirangking secara *ascending*. Proses dilanjutkan dengan uji kondisi kompromi untuk melihat apakah terdapat perbedaan signifikan antara dua alternatif teratas. Jika syarat kompromi terpenuhi dan alternatif terbaik juga unggul dalam nilai S dan R, maka alternatif tersebut ditetapkan sebagai solusi terbaik. Jika tidak, maka dua alternatif teratas dianggap sebagai solusi kompromi. Tahapan ini berakhir dengan ditentukannya pilihan terbaik berdasarkan hasil analisis tersebut.

1. Menentukan Matriks Keputusan

Tabel 3. 8 Matriks Keputusan

	C_1	C_2	C_3
A_1	2	4	3
A_2	5	1	5
A_3	1	3	2
A_4	3	2	3

Tabel 3. 8 menunjukkan matriks keputusan yang berisi nilai-nilai subkriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Dibawah ini merupakan data sesudah dijadikan matriks keputusan.

Sebelum ke langkah selanjutnya, dalam perhitungan VIKOR memerlukan bobot kriteria untuk perhitungannya. Perhitungan bobot

menggunakan metode ROC. Metode ROC digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan bobot tiap kriteria berdasarkan urutan prioritas yang telah ditetapkan. Metode ini dipilih karena mampu memberikan bobot secara objektif berdasarkan peringkat tanpa memerlukan perbandingan berpasangan secara langsung.

Kriteria skor memiliki prioritas pertama dikarenakan bersifat *cost* dan juga merupakan hal yang berpengaruh dalam menentukan tingkat pemahaman siswa. Kriteria waktu bersifat *benefit* dan berada di prioritas terakhir karena pemahaman siswa tidak terlalu menggunakan waktu untuk tolak ukur. Kriteria tingkat kesulitan yang bersifat *cost* menempati prioritas kedua karena tingkat kesulitan soal cukup berpengaruh dalam penilaian pemahaman siswa.

Tabel 3. 9 Bobot Kriteria

No	**Kriteria**	**Sifat**	**Perhitungan Bobot Menggunakan ROC**
C_1	Skor	*Cost*	$\frac{1}{3}\left(\frac{1}{1}+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}\right)=0.61$
C_2	Waktu	*Benefit*	$\frac{1}{3}\left(0+0+\frac{1}{3}\right)=0.11$
C_3	Tingkat Kesulitan	*Cost*	$\frac{1}{3}\left(0+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}\right)=0.28$

Tabel 3. 9 menampilkan penentuan bobot kriteria ini menggunakan ROC (*Rank Order Centroid*). ROC sendiri merupakan metode sederhana untuk menentukan bobot dalam Sistem Pendukung Keputusan (SPK) berdasarkan peringkat kriteria. Metode ini memberikan bobot lebih tinggi pada kriteria dengan peringkat lebih tinggi.

2. Menentukan matriks normalisasi

Setelah menentukan matriks keputusan, dilanjutkan dengan menghitung matriks normalisasi dengan rumus 2.2 atau 2.3 :

$N_{1.1} = \frac{(5-2)}{(5-1)} = 0.75$ $N_{2.1} = \frac{(4-1)}{(4-1)} = 1$ $N_{3.1} = \frac{(5-3)}{(5-2)} = 0.66$

$N_{1.2} = \frac{(5-5)}{(5-1)} = 0$ $N_{2.2} = \frac{(1-1)}{(4-1)} = 0$ $N_{3.2} = \frac{(5-5)}{(5-2)} = 0$

$N_{1.3} = \frac{(5-1)}{(5-1)} = 1$ $N_{2.3} = \frac{(3-1)}{(4-1)} = 0.66$ $N_{3.3} = \frac{(5-2)}{(5-2)} = 1$

$N_{1.4} = \frac{(5-3)}{(5-1)} = 0.5$ $N_{3.2} = \frac{(2-1)}{(4-1)} = 0.33$ $N_{3.3} = \frac{(5-3)}{(5-2)} = 0.66$

Berikut matriks normalisasi dari hasil perhitungan diatas :

$$N_{ij} = \begin{bmatrix} 0.75 & 1 & 0.66 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0.66 & 1 \\ 0.5 & 0.33 & 0.66 \end{bmatrix}$$

3. Mengkalikan hasil normalisasi matriks dengan bobot kriteria

Pada tahap ini akan mengkalikan bobot kriteria dengan hasil matriks normalisasi menggunakan persamaan (2.6), perhitungannya sebagai berikut:

$$F_{ij}^{*} = \begin{bmatrix} 0.75 & 1 & 0.66 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0.66 & 1 \\ 0.5 & 0.33 & 0.66 \end{bmatrix} \times \begin{matrix} 0.61 \\ 0.11 \\ 0.28 \end{matrix}$$

$$F_{ij}^{*} = \begin{bmatrix} 0.4575 & 0.11 & 0.186 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0.61 & 0.073 & 0.28 \\ 0.305 & 0.036 & 0.187 \end{bmatrix}$$

4. Menghitung *Utility Measures & Regret Measures*

Pada tahap ini akan mnghitung *utility measures* dan *regret measure* menggunakan persamaan (2.7) dan (2.8)

$$S_1 = 0.4575 + 0.11 + 0.186 = 0.754$$

$$S_2 = 0 + 0 + 0 = 0$$

$$S_3 = 0.61 + 0.073 + 0.28 = 0.963$$

$$S_4 = 0.305 + 0.036 + 0.187 = 0.528$$

Untuk *regret measures* hasilnya sebagai berikut:

$$R_1 = 0.4575 \qquad R_2 = 0 \qquad R_3 = 0.61 \qquad R_4 = 0.305$$

5. Menentukan Indeks VIKOR

Setelah menghitung *utility measures* dan *regret measures*, selanjutnya dilakukan perhitungan indeks VIKOR dengan persamaan (2.9). Untuk menghitung indeks VIKOR diperlukan S^+, S^-, R^+, R^-.

$$S^+ = 0.963$$

$$S^- = 0$$

$$R^+ = 0.61$$

$$R^- = 0$$

Perhitungan Indeks sebagai berikut:

$$Q_1 = 0.5 * \left[\frac{(0.754 - 0)}{(0.963 - 0)}\right] + \left[\frac{(0.4575 - 0)}{(0.61 - 0)}\right] * (1 - 0.5) = 0.73$$

$$Q_2 = 0.5 * \left[\frac{(0 - 0)}{(0.963 - 0)}\right] + \left[\frac{(0 - 0)}{(0.61 - 0)}\right] * (1 - 0.5) = 0$$

$$Q_3 = 0.5 * \left[\frac{(0.963 - 0)}{(0.963 - 0)}\right] + \left[\frac{(0.61 - 0)}{(0.61 - 0)}\right] * (1 - 0.5) = 0.77$$

$$Q_4 = 0.5 * \left[\frac{(0.528 - 0)}{(0.963 - 0)}\right] + \left[\frac{(0.305 - 0)}{(0.61 - 0)}\right] * (1 - 0.5) = 0.475$$

Tabel 3. 10 Hasil Akhir Perhitungan VIKOR

No	Alternatif	Indeks VIKOR	Rangking
1	A_1	0.77	3
2	A_2	0	1
3	A_3	1	4
4	A_4	0.524	2

Berdasarkan Tabel 3. 10 hasil implementasi metode VIKOR, alternatif kedua memperoleh peringkat pertama karena dalam metode ini pemeringkatan dilakukan secara *ascending*, di mana indeks terendah menunjukkan hasil terbaik. Namun, dalam konteks *game* edukasi "BioMorph", interpretasi hasil dibalik yaitu alternatif dengan indeks VIKOR terbesar justru dianggap sebagai prioritas utama untuk ditampilkan, karena menunjukkan subbab yang paling belum dikuasai oleh pemain.

3.4 Skenario Uji Coba

Skenario uji coba yang akan digunakan dalam penelitian ini ada 2 jenis pengujian yaitu dengan validasi ahli dan juga uji *usability* menggunakan *System Usability Scale* (SUS).

3.4.1 Pengujian Menggunakan Validasi Ahli

Dalam pengujian kelayakan *game* "BioMorph", dilakukan proses validasi ahli yang melibatkan dua kelompok guru mata pelajaran IPA jenjang SMP/MTs sebagai ahli materi, serta ahli *game* sebagai *evaluator* media. Validasi ini bertujuan untuk mengevaluasi kesesuaian isi materi, metode pembelajaran yang digunakan, serta efektivitas dan kelayakan *game* sebagai media pembelajaran.

Untuk validasi ahli materi, guru IPA diminta mengecek soal-soal yang akan digunakan dalam *game*, memastikan bahwa konten sesuai dengan kurikulum dan dapat menunjang pemahaman konsep sains. Proses validasi dilakukan secara langsung dan manual, yaitu dengan mencetak (*print out*) daftar pertanyaan yang akan digunakan dalam *game*. Lembar penilaian tersebut kemudian diserahkan kepada guru untuk diberikan evaluasi, koreksi jika diperlukan, serta tanda tangan sebagai bentuk persetujuan dan pengesahan. Metode ini dipilih untuk memastikan keterlibatan langsung ahli materi dalam mengevaluasi kesesuaian substansi konten *game* dengan standar pembelajaran yang ada di sekolah.

Validasi oleh ahli *game* dilakukan melalui penyebaran kuesioner berbasis *Google Form* dengan pendekatan evaluasi berbasis skala Likert 5 poin. Skala ini terdiri atas 1 = Sangat Setuju, 2 = Setuju, 3 = Cukup Setuju, 4 = Kurang Setuju, dan 5 = Tidak Setuju.

Untuk menghitung hasil validasi ahli *game* atau media, digunakan rumus indeks validasi sebagai berikut (Dwi Septiani & Okmarisa, 2023):

$$Persentase\ Kevalidan = \frac{Skor\ yang\ diperoleh}{Skor\ maksimal} \times 100\% \qquad 3.1$$

Metode ini serupa dengan yang digunakan dalam penelitian oleh Wismanto (2022), yang menyatakan bahwa validasi media pembelajaran dapat dilakukan dengan menghitung persentase skor dari ahli terhadap skor maksimum untuk menentukan tingkat kelayakan produk yang dikembangkan. Validasi yang menghasilkan persentase di atas 70% umumnya dikategorikan dalam rentang

"layak" hingga "sangat layak", sesuai standar kelayakan dalam penelitian pengembangan media pembelajaran (Wismanto et al., 2022).

3.4.2 Pengujian Menggunakan *Confusion Matrix*

Pengujian dengan *confusion matrix* ini bertujuan untuk mengukur perbedaan hasil pemilihan dari sistem dan juga dari ahli materi (guru). *Confusion matrix* digunakan sebagai alat evaluasi untuk membandingkan hasil klasifikasi subbab materi yang dipilih oleh sistem dengan keputusan guru yang dijadikan sebagai acuan (*ground truth*). Dengan menggunakan *confusion matrix multi-class*, dapat diketahui jumlah data yang diklasifikasikan secara benar (*true positive*) dan yang salah klasifikasi (*false positive, false negative*, maupun *true negative* untuk masing-masing kelas).

Proses ini dilakukan dengan menyusun tabel perbandingan antara subbab yang dipilih oleh sistem dan subbab yang dipilih oleh guru untuk setiap responden. Hasil dari confusion matrix kemudian dianalisis untuk menghitung metrik evaluasi seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Metrik-metrik ini digunakan untuk mengukur tingkat ketepatan sistem dalam menyesuaikan pilihan subbab dengan pertimbangan guru.

Pengujian ini memberikan informasi penting mengenai sejauh mana sistem mampu meniru atau mendekati penilaian manusia (guru) dalam memilih subbab yang tepat untuk pembelajaran lanjutan berdasarkan hasil menjawab pertanyaan. Dengan demikian, hasil *confusion matrix* tidak hanya menggambarkan kinerja sistem secara numerik, tetapi juga menjadi bahan evaluasi apakah metode pengambilan keputusan yang digunakan dalam sistem, dalam hal ini metode

VIKOR, sudah bekerja secara optimal dalam konteks pembelajaran berbasis game edukasi. Berikut rumus perhitungan *accuracy, precision,* dan *recall.*

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN} \times 100\% \quad (3.2)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \times 100\% \quad (3.3)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \times 100\% \quad (3.4)$$

Keterangan
TP = *True Positive*
FP = *False Positive*
TN = *True Negative*
FN = *False Negative*

3.4.3 Pengujian Menggunakan System *Usability* Scale (SUS)

Pengujian *usability* yang akan digunakan untuk mengetahui sejauh mana sistem sudah efektif bagi pengguna. Pengujian *usability* ini akan menggunakan metode *System Usability Scale* (SUS). *System Usability Scale* (SUS) merupakan alat ukur yang cukup popular untuk menilai *usability* atau kemudahan dalam penggunaan suatu sistem. Skala utilitas SUS digunakan untuk menilai kemudahan penggunaan suatu sistem dengan memberikan pertanyaan-pertanyaan pendek dan memberikan pilihan respon cepat untuk pengguna menilai sistem. Semakin tinggi skor SUS yang didapat, semakin baik pula kegunaan sistem tersebut berdasarkan penilaian pengguna. Biasanya SUS ini memiliki skala *likert* dengan 5 jawaban mulai dari "Sangat Setuju" hingga "Sangat Tidak Setuju".

Pengujian *usability* pada penelitian ini akan dilakukan dengan menyebarkan kuesioner berbasis *g-form* kepada siswa kelas VIII SMP/MTs. Kuesioner SUS akan

berisi 10 pernyataan yang harus dijawab pengguna uji coba dengan skala 5 pilihan jawaban mulai dari "Sangat Setuju" hingga "Sangat Tidak Setuju". Contoh pertanyaan pada kuesioner SUS antara lain "Saya menemukan sistem ini mudah digunakan", "Saya harus belajar banyak sebelum dapat memanfaatkan sistem dengan baik", "Saya merasa berhasil dalam menggunakan sistem ini". Setelah selesai diisi oleh semua pengguna uji coba, skor SUS akan dihitung untuk menentukan *usability game* "BioMorph". Semakin tinggi skor SUS yang didapat, sistem dianggap semakin mudah digunakan. Hasil pengujian *usability* ini akan diinterpretasikan sesuai pada Gambar 2. 2 yaitu menggunakan *grade scale, adjective ratings, dan acceptability.* Menurut penelitian (Kosim et al., 2022) ketentuan untuk *letter grade* atau *grade scale* adalah sebagai berikut.

Tabel 3. 11 Penentuan *Grade Scale*

No	***Grade Scale***	***Adjective Ratings***	**Nilai**
1	*Grade* A	*Best Imaginable*	$\geq$ 80.3
2	*Grade* B	*Excellent*	74 $\leq$ nilai < 80.3
3	*Grade* C	*Good*	68 $\leq$ nilai < 74
4	*Grade* D	*OK*	51 $\leq$ nilai <68
5	*Grade* F	*Poor*	nilai < 51

3.4.2.1 Pengujian Validitas dan Reliabilitas Data SUS

Pengujian validitas dan reliabilitas menggunakan data skor SUS yang artinya melihat kevalidan dan kereliabilitasan pertanyaan SUS yang digunakan berdasarkan skor SUS yang telah didapat.

a. Uji Validitas

Dalam penelitian ini, uji validitas dilakukan dengan menggunakan metode *Product-Moment Pearson*, di mana nilai korelasi antara skor tiap item pertanyaan dengan skor total dibandingkan dengan nilai r tabel pada

taraf signifikansi 0,05 atau 5%. Jika nilai r hitung lebih besar dari r tabel, maka item pertanyaan tersebut dinyatakan valid. Pada penelitian ini akan dilakukan uji validitas ke 10 pertanyaan SUS. Nilai r tabel sebagai acuan pembanding diperoleh dari distribusi statistik tabel r *Product Moment* dengan taraf signifikansi 5% dan jumlah responden (N = 60). Rujukan perhitungan dan tabel lengkap dapat dilihat pada bagian lampiran 5.

b. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan menggunakan *Cronbach's Alpha* yang mengukur konsistensi internal dari keseluruhan item pertanyaan SUS. Contohnya nilai *Cronbach's Alpha* yang diperoleh sebesar 0,721, yang berarti instrumen ini reliabel karena berada di atas ambang batas minimal 0,6. Nilai reliabilitas ini menunjukkan bahwa pertanyaan-pertanyaan dalam SUS memberikan hasil yang konsisten dan dapat dipercaya dalam mengukur usability sistem yang diuji.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Sistem

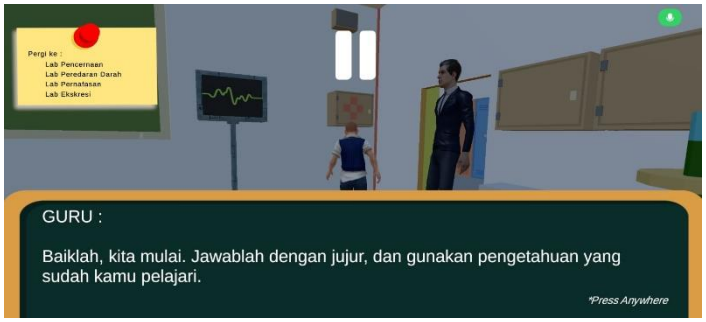
Bagian ini menjelaskan hasil implementasi sistem *game* dan penerapan metode perhitungan di dalamnya. Sistem dikembangkan berdasarkan *storyboard* dan *interface* yang telah dirancang, sehingga elemen visual dan interaktif berjalan sesuai alur permainan. Metode VIKOR diimplementasikan menggunakan kode C# untuk mengevaluasi hasil belajar pemain dan memberikan pilihan materi berdasarkan tingkat pemahaman. Jawaban pemain diolah menjadi skor, dianalisis dengan VIKOR, dan hasilnya ditampilkan langsung dalam *game* sebagai saran subbab yang perlu dipelajari kembali.

4.1.1 Tampilan *Game*

Game "BioMorph" dirancang sebagai media pembelajaran interaktif yang tidak hanya menguji pemahaman siswa SMP/MTs terhadap materi sistem ekskresi, tetapi juga memberikan pilihan pembelajaran lanjutan berdasarkan hasil kuis yang telah mereka kerjakan. *Game* yang telah dibuat berhasil diimplementasikan sesuai dengan rancangan yang telah direncanakan pada tahap desain.

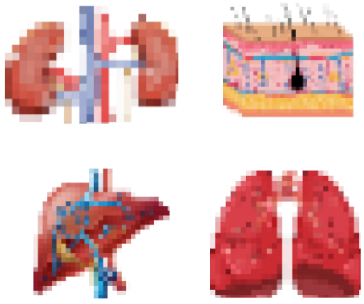
Gambar 4. 1 Pemain berada di awal Permainan

Pada Gambar 4. 1 tampilan pemain memulai dari menu utama, lalu avatar 3D yang dimainkan berada di lorong dan bersiap untuk memasuki laboratorium yang ada di lorong tersebut. Pada penelitian saya ini berfokus pada materi sistem ekskresi, maka dari itu *player* harus memasuki lab.ekskresi. Di dalam lab, pemain berinteraksi dengan NPC guru yang memberikan instruksi awal melalui dialog teks edukatif.



Gambar 4. 2 Interaksi dengan NPC Guru

Seperti pada Gambar 4. 2, karakter guru muncul di laboratorium untuk memberikan instruksi awal melalui dialog teks. Pemain diarahkan untuk menjawab pertanyaan dengan jujur berdasarkan pengetahuan sebelumnya, lalu melanjutkan ke *maze* 2D untuk mencari objek berisi soal tentang sistem ekskresi.

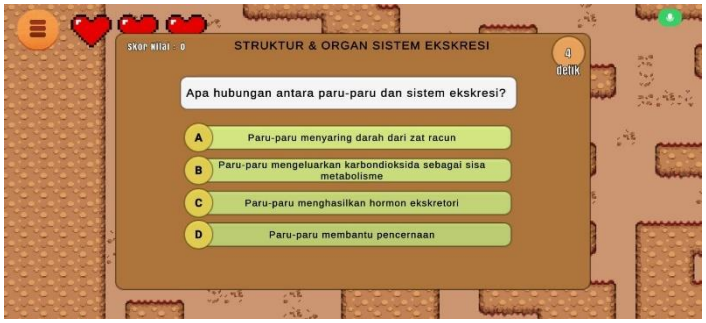

Gambar 4. 3 Objek pada *Maze* 2D

Gambar 4. 3 merupakan objek yang akan dicari pemain didalam *maze* 2D untuk mengerjakan pertanyaan. Objek terseut berupa organ-organ sistem ekskresi

antara lain ginjal, hati, kulit, dan paru-paru yang masing-masing objek akan menampilkan 5 pertanyaan untuk dijawab. Dalam pencarian objek-objek di dalam *maze* 2D, pemain ditugaskan untuk.menjelajahi labirin dan menjawab pertanyaan pada setiap objek.

Gambar 4. 4 Pemain Mencari Objek di *Maze* 2D

Pada Gambar 4. 4 merupakan tampilan saat pemain menemukan objek organ didalam *maze* 2D. Setelah penemuan tersebut akan langsung menampilkan pertanyaan seputar sistem ekskresi.



Gambar 4. 5 Tampilan Pertanyaan

Gambar 4. 5 menunjukkan tampilan pertanyaan setelah objek organ ditemukan dan pemain harus menjawab 5 pertanyaan setiap menemukan satu objek organ dan total objek organ yang harus dicari pemain sebanyak 4 organ. Dalam pencarian objek organ untuk menampilkan dan mengerjakan pertanyaan terdapat tantangan atau hambatan yang harus dihadapi pemain. Tantangan dalam *maze* 2D

ini bukan hanya dari struktur labirin itu sendiri, tetapi juga dari kehadiran NPC musuh yang berperan sebagai penghalang atau penghambat pergerakan pemain.

Gambar 4. 6 Pemain tertangkap NPC Musuh

Gambar 4. 6 menunjukkan NPC musuh yang berpatroli di jalur-jalur tertentu dalam labirin, dan jika pemain tertangkap atau bertabrakan dengannya, maka akan terjadi konsekuensi pengurangan nyawa. dan jika pemain tertangkap sebanyak 3x, pemain akan mati dan harus mengulang mengerjakan dan mencari objek dari awal seperti gambar .

Gambar 4. 7 Tampilan *Player* Mati

Gambar 4. 7 merupakan tampilan jika pemain tertangkap atau bertemu dengan NPC mush sebanyak 3x dan nyawa pemain habis. Jika pemain mati, maka pemain harus mengulang pencarian dan menjawab pertanyaan dari awal *maze* 2D. Jika pemain sudah selesai mengerjakan semua pertanyaan, *player* diharuskan menemukan objek buku. Objek buku ini berfungsi untuk menampilkan hasil dari

pertanyaan-pertanyaan yang telah dijawab dan hasil pilihan subbab yang perlu dipelajari kembali serta bahan belajar sesuai pilihan subbab.

Gambar 4. 8 *Player* Mencari Objek Buku

Gambar 4. 8 merupakan tampilan pemain mencari objek buku untuk menampilkan hasil permainan dan pilihan subbab materi yang kurang dipahami oleh siswa.

Gambar 4. 9 Tampilan Hasil Permainan

Gambar 4. 9 merupakan tampilan hasil pemainan yang berisi nilai setiap subbab materi sistem ekskresi yang sudah dikerjakan sebelumnya, lalu waktu yang digunakan untuk mengerjakan , benar soal yang dikerjakan, serta tampilan pilihan subbab materi yang perlu dipelajari lebih lanjut oleh siswa. Subbab yang perlu dipelajari lebih lanjut ini merupakan hasil dari penerapan metode VIKOR dalam *game*.

Penerapan metode VIKOR dalam *game* “BioMorph” memberikan nilai tambah berupa sistem pendukung keputusan yang mampu membantu siswa secara otomatis menentukan materi yang perlu dipelajari lebih lanjut, berdasarkan hasil performa mereka. Tanpa metode ini, data hasil permainan hanya bersifat informatif, namun belum fungsional dalam membantu siswa mengambil langkah belajar yang tepat.

Gambar 4. 10 Contoh Bahan Belajar pada Pilihan Subbab

Gambar 4. 10 menunjukkan tampilan bahan untuk mempelajari kembali subbab yang dipilihkan oleh sistem sebelumnya akan ditampilkan dalam bentuk poster penjelasan. Tujuannya sebagai *preview* subbab yang terpilih dan akan dipelajari oleh siswa.

Penjelasan di atas menggambarkan tampilan *game* yang menggunakan metode VIKOR. Metode VIKOR diterapkan dalam *game* untuk menentukan subbab mana yang perlu dipelajari lebih lanjut berdasarkan hasil kuis pengguna. Penggunaan metode ini memungkinkan *game* berfungsi tidak hanya sebagai media latihan soal, tetapi juga sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan pembelajaran yang bersifat adaptif.

Apabila metode VIKOR dihilangkan dari *game*, maka fungsionalitas *game* akan terbatas pada penyampaian pertanyaan saja. Hasil yang ditampilkan hanya

mencakup nilai akhir, jumlah jawaban benar, dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan soal. Tanpa adanya metode VIKOR atau metode pengambilan keputusan lainnya, *game* tidak dapat memilihkan subbab yang perlu dipelajari lebih lanjut.

4.1.2 Implementasi Perhitungan Metode VIKOR

Implementasi perhitungan metode VIKOR diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman C# pada aplikasi *unity*. Proses perhitungan yang ada diawal akan dimasukkan ke dalam program dengan beberapa langkah berikut. Pertama yaitu memasukkan bobot kriteria yang sebelumnya sudah dihitung menggunakan metode *Rank Order Centroid* (ROC):

Pseudocode 4. 1 Bobot Kriteria

```
float[] bobot = { 0.61f, 0.28f, 0.1f };
```

Pembobotannya dilakukan secara manual dan hasilnya langsung dimasukkan ke codingan C# di *unity*. Pada tabel 3.9 merupakan perhitungan bobot kriteria secara manual. Tahap selanjutnya yaitu mengkonversi bobot subkriteria.

a. Konversi Bobot Subkriteria

Pseudocode 4. 2 Konversi Bobot Subkriteria

```
Fungsi KonversiKriteria(skor: float, kesulitan: float,
waktu: float) → (int, int, int)

    // Konversi Skor
    Jika skor ≥ 1 dan skor ≤ 10 maka
        nilaiSkor ← 5
    Jika skor ≥ 11 dan skor ≤ 20 maka
        nilaiSkor ← 4
    Jika skor ≥ 21 dan skor ≤ 30 maka
        nilaiSkor ← 3
    Jika skor ≥ 31 dan skor ≤ 40 maka
        nilaiSkor ← 2
    Jika skor ≥ 41 dan skor ≤ 50 maka
        nilaiSkor ← 1
    Selain itu
        nilaiSkor ← 0

    // Konversi Tingkat Kesulitan
```

```
    Jika kesulitan ≥ 1 dan kesulitan ≤ 3 maka
        nilaiKesulitan ← 5
    Jika kesulitan ≥ 4 dan kesulitan ≤ 6 maka
        nilaiKesulitan ← 4
    Jika kesulitan ≥ 7 dan kesulitan ≤ 9 maka
        nilaiKesulitan ← 3
    Jika kesulitan ≥ 10 dan kesulitan ≤ 12 maka
        nilaiKesulitan ← 2
    Jika kesulitan ≥ 13 dan kesulitan ≤ 15 maka
        nilaiKesulitan ← 1
    Selain itu
        nilaiKesulitan ← 0

    // Konversi Waktu
    Jika waktu ≥ 1 dan waktu ≤ 69 maka
        nilaiWaktu ← 5
    Jika waktu ≥ 70 dan waktu ≤ 138 maka
        nilaiWaktu ← 4
    Jika waktu ≥ 139 dan waktu ≤ 207 maka
        nilaiWaktu ← 3
    Jika waktu ≥ 208 dan waktu ≤ 276 maka
        nilaiWaktu ← 2
    Jika waktu ≥ 277 dan waktu ≤ 345 maka
        nilaiWaktu ← 1
    Selain itu
        nilaiWaktu ← 0

    // Kembalikan hasil konversi dalam bentuk tuple
    kembalikan (nilaiSkor, nilaiKesulitan, nilaiWaktu)

Akhiri Fungsi
```

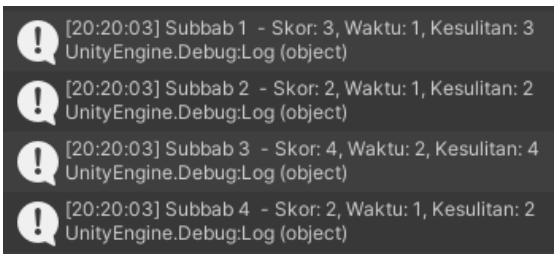
Pseudocode 4. 2 tersebut merupakan awal dari sebuah perhitungan VIKOR sebelum mengisi sebuah matriks keputusan. Nilai mentah yang didapatkan *player* akan dikonversikan terlebih dahulu. Nilai mentah ini diperoleh dari hasil kuis yang dikerjakan oleh pemain dalam *game* edukasi "BioMorph", yang meliputi skor jawaban benar, tingkat kesulitan soal, dan waktu penyelesaian. Konversi dilakukan supaya mempermudah dalam perhitungan metode VIKOR.

b. Menyusun Matriks Keputusan

Pseudocode 4. 3 Matriks Keputusan

```
Deklarasi matriks Data[4][3] bertipe float

Data[0][0] ← skor1Norm
Data[0][1] ← waktu1Norm
Data[0][2] ← kesulitan1Norm

Data[1][0] ← skor2Norm
Data[1][1] ← waktu2Norm
Data[1][2] ← kesulitan2Norm

Data[2][0] ← skor3Norm
Data[2][1] ← waktu3Norm
Data[2][2] ← kesulitan3Norm

Data[3][0] ← skor4Norm
Data[3][1] ← waktu4Norm
Data[3][2] ← kesulitan4Norm
```

Pseudocode 4. 3 tersebut bertujuan untuk menyusun sebuah matriks keputusan yang berisi nilai-nilai normalisasi dari tiap subbab terhadap 3 kriteria. Matriks ini menjadi dasar untuk proses perhitungan selanjutnya dalam metode VIKOR.



Gambar 4. 11 Hasil Konversi Bobot Subkriteria

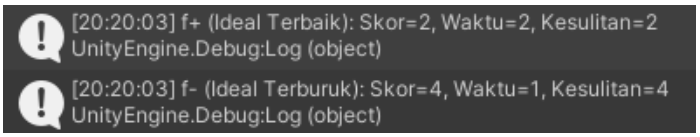
Gambar 4. 11 mencerminkan hasil konversi nilai asli ke bentuk bobot diskrit untuk digunakan dalam normalisasi dan perhitungan metode VIKOR, sehingga sistem dapat menentukan subbab mana yang harus dipilih untuk dipelajari kembali oleh siswa secara objektif dan sistematis.

c. Normalisasi Matriks Keputusan

Pseudocode 4. 4 Normalisasi Matriks Keputusan

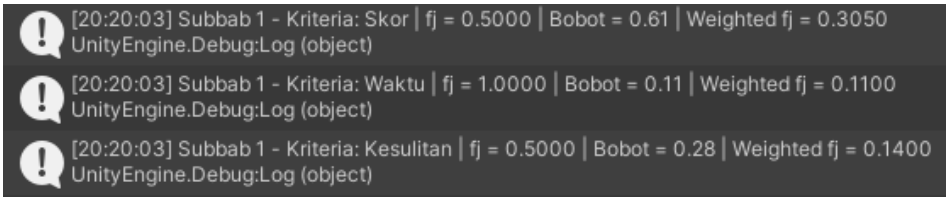
```
// Menentukan nilai f⁺ dan f⁻ untuk masing-masing kriteria
// Kriteria 0: Skor (Cost) → f⁺ = min, f⁻ = max
fPlus[0] ← nilai minimum dari Data[0][0] sampai Data[3][0]
fMinus[0] ← nilai maksimum dari Data[0][0] sampai
Data[3][0]

// Kriteria 1: Waktu (Benefit) → f⁺ = max, f⁻ = min
fPlus[1] ← nilai maksimum dari Data[0][1] sampai
Data[3][1]
fMinus[1] ← nilai minimum dari Data[0][1] sampai
Data[3][1]

// Kriteria 2: Kesulitan (Cost) → f⁺ = min, f⁻ = max
fPlus[2] ← nilai minimum dari Data[0][2] sampai Data[3][2]
fMinus[2] ← nilai maksimum dari Data[0][2] sampai
Data[3][2]

// Perhitungan fj dan fj berbobot untuk setiap alternatif
(i)
Untuk i dari 0 sampai 3 lakukan:
    Untuk j dari 0 sampai 2 lakukan:
        Jika fPlus[j] = fMinus[j] maka
            fj ← 0
        Selain itu
            fj ← |fPlus[j] - Data[i][j]| ÷ |fPlus[j] -
fMinus[j]|

        weightedFj ← bobot[j] × fj
        // Simpan atau gunakan weightedFj sesuai kebutuhan
(misal: akumulasi S dan R)

    Akhiri Untuk
Akhiri Untuk
```

Pseudocode 4. 4 merupakan code dari rumus perhitungan (2.2) dan (2.3) yang akan menormalisasi matriks keputusan. *Pseudocode* 4.4 ini memiliki beberapa tahap untuk menghitung normalisasi matriks, yang pertama iterasi untuk setiap kriteria, lalu melakukan normalisasi sesuai pada rumus (2.2) atau (2.3) sesuai kriteria. Setelah itu hasilnya dikalikan dengan bobot masing-masing kriteria.



Gambar 4. 12 Hasil f+ dan f-

Gambar 4. 12 menunjukkan hasil f+ dan f- yang merupakan langkah awal untuk melakukan normalisasi matriks.



Gambar 4. 13 Hasil Normalisasi Matriks Subbab 1

Gambar 4. 13 menampilkan hasil normalisasi tiga kriteria pada Subbab 1. Nilai normalisasi dikalikan bobot untuk menghasilkan *weighted* fj, yang digunakan dalam perhitungan Si dan Ri pada metode VIKOR untuk menentukan prioritas subbab yang perlu dipelajari.

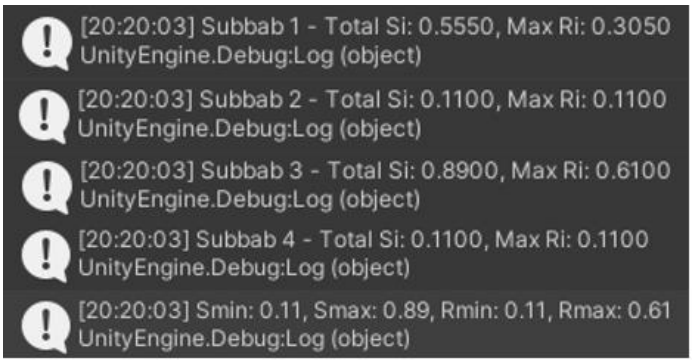
d. Menghitung *Utility Measures* dan *Regret Measures*

Pseudocode 4. 5 Menghitung *Utility Measures* dan *Regret Measures*

```
Untuk setiap alternatif i dari 0 sampai 3 lakukan:
    sum ← 0
    max ← 0

    Untuk setiap kriteria j dari 0 sampai 2 lakukan:
        Hitung fj (jarak relatif terhadap f+)
        Hitung weightedFj ← bobot[j] × fj

        sum ← sum + weightedFj       // akumulasi untuk Si
        Jika weightedFj > max maka
            max ← weightedFj         // ambil nilai
maksimum untuk Ri
    Akhiri Untuk

    Si[i] ← sum      // total ketidaksesuaian (utility
measure)
    Ri[i] ← max      // ketidaksesuaian terbesar (regret
measure)
```

```
Akhiri Untuk

// Setelah menghitung semua Sᵢ dan Rᵢ, cari nilai minimum
dan maksimum
Smin ← nilai minimum dari semua Si[i]
Smax ← nilai maksimum dari semua Si[i]

Rmin ← nilai minimum dari semua Ri[i]
Rmax ← nilai maksimum dari semua Ri[i]
```

Pada *Pseudocode* 4. 5 ini mendeskripsikan perhitungan utilitas (S) dan *regret measures* (R). Perhitungan *utility measures* yang didapat dari penjumlahan hasil normalisasi matriks tiap alternatif dan *regret measures* didapat dari nilai maksimal hasil normalisasi matriks tiap alternatif. Tahap akhir adalah menghitung nilai minimal dan maksimal nilai S dan nilai R.



Gambar 4. 14 Hasil *Utility Measures* & *Regret Measures*

Gambar 4. 14 merupakan hasil dari perhitungan *utility measures* dan *regret measures* yang nantinya digunakan untuk menghitung indeks VIKOR.

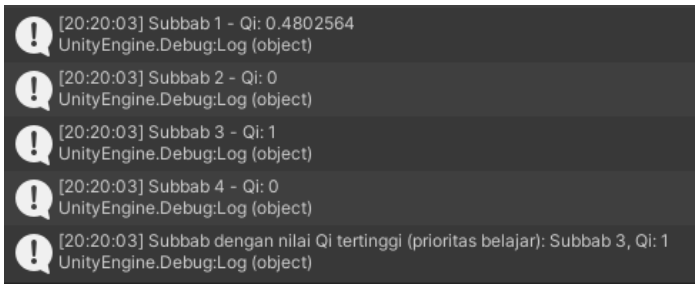
e. Indeks VIKOR (Q) dan Perangkingan

Pseudocode 4. 6 Indeks VIKOR (Q) & Perangkingan

```
Deklarasi v ← 0.5          // Faktor bobot kompromi
(biasanya 0.5)
Deklarasi Qi[4]            // Array untuk menyimpan nilai Q
untuk tiap alternatif
```

```
Untuk i dari 0 sampai 3 lakukan:
    Qi[i] ← v × ((Si[i] - Smin) ÷ (Smax - Smin)) +
            (1 - v) × ((Ri[i] - Rmin) ÷ (Rmax - Rmin))
Akhiri Untuk

// Menentukan alternatif dengan Qi tertinggi
maxIndex ← 0
maxQi ← Qi[0]

Untuk i dari 1 sampai 3 lakukan:
    Jika Qi[i] > maxQi maka
        maxQi ← Qi[i]
        maxIndex ← i
Akhiri Untuk

// maxIndex berisi indeks subbab dengan nilai Qi tertinggi
```

Pseudocode 4. 6 dimulai dengan penetapan nilai awal variabel berupa v sebagai faktor kompromi, dan inisialisasi *array* Qi untuk menyimpan hasil skor alternatif berdasarkan metode VIKOR. Langkah berikutnya adalah menghitung nilai Qi pada setiap alternatif menggunakan rumus VIKOR yang menggabungkan dua kriteria utama, yaitu tingkat kompromi (Si) dan nilai ketidakpuasan maksimal (Ri). Perhitungan ini dilakukan dalam sebuah perulangan for, di mana untuk tiap indeks i, sistem akan mengisi elemen ke-i dari *array* Qi dengan hasil seperti rumus 2.10.



Gambar 4. 15 Hasil Perhitungan Indeks VIKOR

Gambar 4. 15 merupakan hasil perhitungan indeks VIKOR dan pemilihan subbab yang perlu dipelajari lebih lanjut. Dikarenakan metode

VIKOR merupakan metode yang mencari nilai terbaik secara *ascending* (semakin kecil nilai Qi, semakin baik), maka subbab yang memiliki nilai Qi tertinggi justru menunjukkan alternatif yang paling tidak ideal, sehingga perlu menjadi prioritas pembelajaran.

4.2 Pengujian Validasi Ahli

Pengujian validasi ahli ini dilakukan sebanyak dua kali yaitu untuk validasi ahli materi yaitu guru SMP/MTs dan validasi ahli *game* yang berasal dari komunitas *Game Developer* Malang (GDM). Validasi ahli materi bertujuan untuk memastikan bahwa konten pembelajaran yang disampaikan dalam *game* "BioMorph" sesuai dengan kurikulum dan dapat dipahami dengan baik oleh siswa.

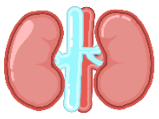
4.2.1 Validasi Ahli Materi

Validasi ahli materi dilakukan sebelum diterapkan didalam *game*. Hal ini dikarenakan materi pembelajaran berupa pertanyaan harus dipastikan kesesuainnya, kebenaran sesuai dengan kurikulum yang berlaku. Validasi ini dilakukan oleh guru pengampu mata pelajaran IPA kelas VIII di 3 sekolah yaitu MTsN 2 Tuban, MTsN 1 Pamekasan, dan SMPN 1 Pademawu. Dengan melakukan validasi di tahap awal, pengembang dapat menghindari penyajian informasi yang keliru atau tidak sesuai tingkat pemahaman siswa.

Validasi oleh ahli materi juga berfungsi untuk mengoreksi aspek-aspek dalam pertanyaan yang dirasa belum memenuhi kriteria pembelajaran menurut standar kurikulum yang berlaku. Validasi pertanyaan yang digunakan bisa dilihat

pada lampiran 1 dan bukti validasi bisa dilihat pada lampiran 3. berikut beberapa pertanyaan yang dikoreksi oleh guru sebagai ahli materi.

Tabel 4. 1 Pernyataan SUS yang dikoreksi

No	Pertanyaan Sebelum Dikoreksi	Sesudah dikoreksi
1.	Salah satu fungsi utama dari sistem ekskresi pada manusia adalah .... a. Menghasilkan hormon pengatur metabolisme b. Menyerap nutrisi dari makanan c. Mengeluarkan zat sisa metabolisme dari dalam tubuh d. Mengangkut oksigen ke seluruh tubuh	Tubuh manusia menghasilkan zat sisa dari proses metabolisme yang harus dikeluarkan agar tidak meracuni tubuh. Salah satu fungsi utama dari sistem ekskresi pada manusia adalah .... a. Menghasilkan hormon pengatur metabolisme b. Menyerap nutrisi dari makanan c. Mengeluarkan zat sisa metabolisme dari dalam tubuh d. Mengangkut oksigen ke seluruh tubuh
2.	Organ utama dalam sistem ekskresi yang berfungsi menyaring darah adalah .... a. Hati b. Paru-paru c. Ginjal d. Usus	Salah satu organ dalam tubuh manusia berfungsi menyaring darah untuk membuang zat sisa melalui urin. Organ utama dalam sistem ekskresi yang berfungsi menyaring darah adalah .... a. Hati b. Paru-paru c. Ginjal d. Usus
3	Proses pembentukan urin dimulai dari tahap .... a. Reabsorpsi b. Augmentasi c. Filtrasi d. Sekresi	 Proses pembentukan urin dimulai dari tahap .... a. Reabsorpsi b. Augmentasi c. Filtrasi d. Sekresi
4	Seseorang sedang berlari di siang hari dan tubuhnya berkeringat banyak. Apa proses ekskresi yang sedang terjadi melalui kulit? a. Pembuangan urea, garam, dan air untuk membantu mendinginkan tubuh b. Penyerapan cairan dari udara untuk mencegah dehidrasi	Seseorang sedang berlari di siang hari dan tubuhnya berkeringat banyak. Apa proses ekskresi yang sedang terjadi melalui kulit? a. Pembuangan urea, garam, dan air untuk membantu mendinginkan

	c. Penurunan produksi zat sisa karena aktivitas otot meningkat d. Penyerapan garam dari makanan untuk digunakan saat berkeringat	tubuh b. Penyerapan cairan dari udara untuk mencegah dehidrasi c. Penurunan produksi zat sisa karena aktivitas otot meningkat d. Penyerapan garam dari makanan untuk digunakan saat berkeringat
5	Apa yang menyebabkan seseorang bisa terkena batu ginjal? a. Kekurangan oksigen b. Makan terlalu banyak gula c. Kekurangan air dan terlalu banyak konsumsi garam d. Terlalu banyak tidur	Ginjal menyaring darah dan membuang zat sisa melalui urin. Jika tubuh kekurangan cairan, zat-zat sisa bisa menumpuk dan membentuk kristal. Apa yang menyebabkan seseorang bisa terkena batu ginjal? a. Kekurangan oksigen b. Makan terlalu banyak gula c. Kekurangan air dan terlalu banyak konsumsi garam d. Terlalu banyak tidur

Tabel 4. 1 ini memperlihatkan hasil revisi terhadap soal-soal pilihan ganda yang digunakan dalam *game* edukasi "BioMorph" pada materi sistem ekskresi. Revisi dilakukan berdasarkan masukan dari ahli materi dengan tujuan meningkatkan kualitas soal dari segi kejelasan redaksi, keterkaitan dengan konteks nyata, dan ketepatan materi sesuai jenjang SMP/MTs. Beberapa soal direvisi dengan menambahkan kalimat pengantar atau konteks situasi agar lebih aplikatif, memperbaiki struktur kalimat agar tidak membingungkan, serta menyelaraskan pilihan jawaban dengan indikator pembelajaran. Pada soal nomer 1 direvisi untuk menambahkan stimulus dalam pertanyaan, sedangkan pada nomer 4 direvisi untuk menambahkan elemen atau ilustrasi untuk mendukung maksut pertanyaan.

4.2.2 Validasi Ahli *Game*

Validasi ahli *game* dilakukan setelah *game* selesai dibuat dan diserahkan ke ahlinya. Responden pada validasi ahli *game* ini yaitu beberapa orang di komunitas *Game Developer* Malang (GDM). Validasi ini bertujuan untuk menilai kualitas

teknis *game* “BioMorph” secara keseluruhan, mulai dari tampilan antarmuka (*user interface*), alur permainan (*gameplay flow*), interaktivitas, hingga kenyamanan penggunaan. Masukan dari ahli *game* sangat penting untuk memastikan bahwa *game* tidak hanya berfungsi dengan baik, tetapi juga mampu memberikan pengalaman bermain yang menyenangkan, intuitif, dan sesuai dengan karakteristik pengguna sasaran, yaitu siswa SMP/MTs.

Proses validasi ini menggunakan media *Google Form* yang berisi instrumen penilaian berbentuk angket. Kuesioner disusun dengan skala likert 1 sampai 5 untuk menilai aspek-aspek tertentu seperti tampilan antarmuka, kemudahan navigasi, kejelasan instruksi, respons sistem, serta integrasi elemen edukatif dalam *game*. Pada Tabel 4. 2 berikut merupakan pertanyaan untuk validasi ahli *game* berdasarkan penelitian (Rahma & Fatimah, 2020) dan (Anggriani et al., 2022) yang disesuaikan dengan kebutuhan media *game* edukasi “BioMorph”.

Tabel 4. 2 Pertanyaan Validasi Ahli *Game*

No	Pertanyaan
1	Tujuan permainan dalam “BioMorph” jelas dan mudah dipahami oleh pemain
2	Alur permainan (*game*play) mengalir dengan baik dan tidak membingungkan
3	Ukuran teks, ikon, dan elemen visual cukup jelas dan terbaca.
4	Elemen hiburan dalam *game* cukup menarik untuk mempertahankan minat pemain
5	Aturan permainan, kontrol, dan interaksi dalam *game* disusun dengan baik dan berjalan secara konsisten.
6	*Game* memberikan pengalaman bermain yang menyenangkan dan edukatif
7	Sistem umpan balik dalam *game* dapat memotivasi pemain untuk terus belajar dan meningkatkan pemahamannya.
8	Transisi antar scene atau bagian dalam *game* dilakukan dengan halus dan tidak mengganggu.
9	Elemen suara dan efek audio mendukung suasana serta memperkuat pengalaman bermain.
10	Penggunaan karakter, latar, dan cerita mendukung narasi permainan secara utuh.
11	Sistem skor atau penilaian dalam *game* mendukung motivasi dan pemahaman pemain.
12	Tampilan grafis dalam *game* “BioMorph” menarik dan sesuai dengan tema edukasi.
13	Animasi dan visualisasi dalam *game* sesuai dengan materi IPA.
14	Informasi yang ditampilkan pada layar tidak membingungkan dan sesuai dengan konteks.
15	Instruksi atau petunjuk dalam *game* disajikan dengan bahasa yang jelas dan mudah dipahami.

Tabel 4. 2 tersebut berisi daftar 15 pertanyaan kuesioner validasi ahli yang digunakan untuk menilai kualitas *game* edukasi “BioMorph”. Setiap pertanyaan mewakili aspek penting seperti alur permainan, tampilan visual, sistem penilaian, audio, narasi, hingga kejelasan instruksi. Tujuan dari kuesioner ini adalah untuk mengevaluasi apakah *game* sudah layak, menarik, edukatif, dan mudah dipahami oleh pengguna, khususnya dalam konteks pembelajaran IPA.

Untuk menghitung nilai hasil validasi ahli *game* digunakanlah rumus yang akan memberi persentase tingkat kepuasan persentase skor rata-rata terhadap skor maksimum yang mungkin. Rumus untuk melakukan perhitungan vaiditas dari ahi *game* ini ada di rumus 2.1. Ahli yang mengisi kuesioner tersebut sebanyak 5 orang berikut data hasil isi kuesioner dari responden berikut.

Tabel 4. 3 Skor Hasil Kuesioner Validasi Ahli *Game*

Responden	**Pertanyaan**															**Total**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	
R-1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	75
R-2	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	60
R-3	4	3	5	3	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4	4	59
R-4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	45
R-5	4	5	4	4	4	5	4	2	2	4	5	2	3	4	4	56

Tabel 4. 3 menampilkan hasil rekapitulasi skor dari kuesioner validasi ahli yang diberikan kepada lima orang responden ahli untuk mengevaluasi kelayakan dan kualitas *game* edukasi “BioMorph”. Penilaian ini mencakup 15 butir pertanyaan yang dirancang untuk menilai berbagai aspek, seperti isi materi,

interaktivitas, tampilan media, navigasi, relevansi terhadap kurikulum, serta potensi penggunaan dalam proses pembelajaran.

Tabel 4. 4 Jumlah Skor Validasi Ahli

Responden	Jumlah Skor
R-1	75
R-2	60
R-3	59
R-4	45
R-5	56
TOTAL	**295**

Tabel 4. 4 menampilkan akumulasi jumlah skor yang diberikan oleh masing-masing responden ahli (R-1 hingga R-5) berdasarkan hasil penilaian terhadap 15 butir pertanyaan dalam kuesioner validasi pada Tabel 4. 2. Jumlah skor ini merupakan representasi keseluruhan evaluasi dari tiap ahli terhadap aspek kelayakan isi, tampilan media, fungsionalitas, interaktivitas, dan kesesuaian dengan tujuan pembelajaran yang diusung oleh *game* edukasi "BioMorph".

Untuk mendapatkan persentase hasil evaluasi dari para ahli dapat dihitung sebagai berikut.

$$Persentase\ indeks\ \% = \frac{295}{(5 \times 5 \times 15)} \times 100\%$$

$$= 78.6\%$$

Berdasarkan hasil evaluasi yang diberikan oleh ke 5 ahli *game*, menunjukkan bahwa *game* edukasi "BioMorph" dinilai layak. Skor yang diperoleh yaitu 78.6% dan masuk ke dalam kategori layak yang artinya sistem telah berhasil memenuhi aspek-aspek penting dalam pengembangan *game* edukasi, seperti

kejelasan tujuan, alur permainan, tampilan visual, interaktivitas, serta dukungan elemen audio-visual yang memperkuat pengalaman belajar.

Evaluasi ini menunjukkan bahwa “BioMorph” tidak hanya memiliki daya tarik sebagai media hiburan, tetapi juga mampu memberikan nilai edukatif yang sesuai dengan materi IPA yang disampaikan. Meskipun demikian, masih terdapat ruang untuk pengembangan lebih lanjut, seperti peningkatan pada aspek animasi atau sistem umpan balik agar pengalaman bermain semakin optimal dan mendukung pemahaman siswa secara maksimal.

4.3 Pengujian dengan *Confusion Matrix*

Pengujian ini diawali dengan membandingan hasil pemilihan subbab materi yang perlu dipelajari kembali dari system dan guru. Berikut pada Tabel 4. 5 merupakan tabel perbandingan hasil pemilihan system dan guru.

Tabel 4. 5 Perbandingan Pemilihan Subbab

Responden	Skor (C1)	Waktu (C2)	Tingkat Kesulitan (C3)	Hasil		Keterangan
				Sistem	Guru	
R-1	12	148	4	A3	A1	TIDAK VALID
	44	75	13			
	12	127	4			
	18	135	6			
R-2	44	44	13	A3	A3	VALID
	48	44	14			
	40	140	12			
	40	114	12			
R-3	30	148	9	A3	A3	VALID
	36	75	11			
	18	129	5			
	50	135	15			
R-4	28	75	8	A4	A4	VALID
	47	63	12			
	48	53	14			
	16	89	5			

R-5	28	9	8	A4	A4	VALID
	40	7	12			
	48	9	14			
	16	12	5			
R-6	32	296	4	A3	A3	VALID
	34	169	10			
	0	121	0			
	34	215	10			
R-7	28	134	5	A1	A1	VALID
	48	69	14			
	30	109	7			
	40	150	12			
R-8	44	16	13	A3	A3	VALID
	48	14	14			
	16	12	5			
	32	10	10			
R-9	18	151	6	A1	A1	VALID
	48	167	14			
	40	121	12			
	50	119	15			
R-10	8	163	3	A1	A1	VALID
	36	116	11			
	42	218	12			
	36	116	11			
R-11	8	89	3	A1	A1	VALID
	28	14	8			
	12	380	4			
	24	171	7			
R-12	40	168	12	A2	A2	VALID
	36	128	11			
	36	117	11			
	44	91	13			
R-13	44	76	13	A3	A3	VALID
	48	69	14			
	40	204	12			
	32	187	10			
R-14	36	37	11	A3	A3	VALID
	36	26	11			
	26	20	8			
	30	10	9			
R-15	18	134	6	A1	A1	VALID

	36	89	11			
	30	56	9			
	18	94	6			
R-16	30	250	9	A3	A3	VALID
	40	117	12			
	18	106	5			
	50	87	15			
R-17	34	72	10	A3	A3	VALID
	34	76	10			
	18	80	3			
	40	194	12			
R-18	12	8	4	A3	A3	VALID
	40	8	12			
	0	17	0			
	38	7	11			
R-19	28	75	8	A4	A4	VALID
	40	63	12			
	40	53	14			
	16	89	5			
R-20	16	287	5	A1	A1	VALID
	28	253	8			
	20	242	6			
	34	276	10			
R-21	8	194	3	A1	A1	VALID
	34	125	10			
	42	122	12			
	40	94	12			
R-22	18	34	8	A4	A4	VALID
	40	11	12			
	48	9	14			
	14	31	5			
R-23	34	14	10	A3	A3	VALID
	26	10	8			
	20	20	6			
	26	13	8			
R-24	30	110	9	A1	A3	TIDAK VALID
	36	158	11			
	30	181	9			
	40	216	12			
R-25	44	13	101	A4	A4	VALID
	48	14	73			

	40	12	214			
	32	10	186			
R-26	42	32	12	A3	A3	VALID
	48	37	14			
	32	69	9			
	36	54	11			
R-27	26	136	8	A1	A1	VALID
	48	102	14			
	34	145	10			
	34	120	11			
R-28	20	8	6	A4	A4	VALID
	34	9	10			
	28	11	8			
	8	12	3			
R-29	34	186	10	A3	A3	VALID
	48	138	13			
	18	95	5			
	26	104	8			
R-30	44	129	13	A3	A3	VALID
	48	105	14			
	34	184	10			
	36	120	11			
R-31	14	46	4	A4	A4	VALID
	28	21	8			
	38	4	11			
	0	12	0			
R-32	14	69	4	A1	A1	VALID
	28	39	8			
	38	76	11			
	24	61	7			
R-33	36	106	11	A3	A3	VALID
	50	52	15			
	30	70	9			
	40	92	12			
R-34	2	79	1	A1	A1	VALID
	6	64	2			
	50	110	15			
	32	112	10			
R-35	36	98	11	A3	A3	VALID
	34	62	10			
	10	83	3			

	38	65	11			
R-36	8	164	3	A3	A3	VALID
	36	98	11			
	2	58	1			
	18	100	6			
R-37	36	100	11	A3	A3	VALID
	36	96	11			
	26	172	8			
	36	72	11			
R-38	42	140	12	A3	A3	VALID
	34	167	10			
	2	103	1			
	16	114	5			
R-39	12	122	4	A1	A1	VALID
	36	58	11			
	14	123	4			
	36	100	11			
R-40	36	17	11	A1	A1	VALID
	50	11	15			
	44	9	13			
	50	10	15			
R-41	16	77	5	A3	A1	TIDAK VALID
	34	44	10			
	16	68	5			
	16	61	5			
R-42	22	226	7	A4	A4	VALID
	36	103	11			
	16	144	5			
	12	130	4			
R-43	10	54	3	A1	A3	TIDAK VALID
	18	169	6			
	0	60	0			
	32	72	10			
R-44	28	145	8	A3	A3	VALID
	42	76	12			
	16	155	5			
	32	68	10			
R-45	10	122	3	A1	A4	TIDAK VALID
	20	98	6			
	2	83	1			
	2	95	1			

R-46	44	80	13	A2	A2	VALID
	28	69	8			
	34	127	10			
	50	65	15			
R-47	28	46	8	A3	A3	VALID
	16	35	2			
	6	32	2			
	26	38	8			
R-48	44	80	13	A2	A2	VALID
	28	69	8			
	34	127	10			
	50	65	15			
R-49	6	83	2	A1	A1	VALID
	18	24	5			
	18	32	5			
	20	41	6			
R-50	6	83	2	A1	A1	VALID
	18	24	5			
	18	32	5			
	20	41	6			
R-51	2	66	1	A1	A1	VALID
	16	37	5			
	24	50	7			
	6	6	2			
R-52	34	90	10	A3	A4	TIDAK VALID
	36	88	11			
	16	68	5			
	16	71	5			
R-53	18	68	5	A3	A3	VALID
	48	78	14			
	6	58	2			
	32	73	10			
R-54	36	12	11	A1	A1	VALID
	50	13	15			
	44	19	13			
	50	15	15			
R-55	18	16	5	A1	A1	VALID
	32	18	9			
	44	19	13			
	30	44	9			
R-56	12	67	4	A1	A1	VALID

	36	94	11			
	24	181	7			
	36	91	11			
R-57	12	119	4	A1	A1	VALID
	36	57	11			
	14	126	4			
	36	100	11			
R-58	28	139	8	A1	A1	VALID
	28	73	8			
	28	133	7			
	50	58	15			
R-59	34	177	10	A3	A3	VALID
	34	112	10			
	0	171	0			
	16	96	5			
R-60	36	94	11	A4	A4	VALID
	34	63	10			
	44	63	13			
	18	55	6			

Tabel 4. 5 menunjukkan perbandingan hasil pemilihan subbab antara sistem dan guru. Contoh pada R-1 berdasarkan sistem, pilihan subbab yang direkomendasikan adalah A3. Namun, guru merekomendasikan baik A1 karena nilai pada alternatif A1 paling kecil dan menggunakan waktu yang lama. Ini menunjukkan adanya sedikit perbedaan atau variasi dalam rekomendasi antara sistem dan guru untuk responden ini. Maka dari itu pemilihan subbab antara guru dan sistem tidak bisa diinterpretasikan karena ada yang sama namun tidak satu pilihan. Sedangkan untuk R-59 ada keselarasan sempurna antara rekomendasi sistem dan guru, keduanya merekomendasikan subbab "A3". Keterangan "VALID" menunjukkan bahwa hasil ini dianggap sah atau sesuai.

Beberapa data dinyatakan tidak valid karena terdapat perbedaan hasil antara sistem dan guru. Hal ini terjadi karena guru cenderung menilai berdasarkan skor

akhir saja tanpa mempertimbangkan waktu pengerjaan dan tingkat kesulitan soal. Jika skor sama dibutuhkan waktu untuk menilai subbab mana yang pantas untuk dipilih. Sementara itu, sistem menggunakan metode VIKOR yang mempertimbangkan tiga kriteria secara bersamaan, yaitu skor, waktu, dan tingkat kesulitan. Penggunaan 3 kriteria pada sistem atau *game* yang digunakan ini karena dengan penilaian beberapa kriteria dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif dan relevan terhadap kebutuhan siswa dan tujuan pembelajaran (Machado et al., 2023). Akibatnya, meskipun nilai siswa berada dalam rentang yang sama menurut guru, sistem dapat menghasilkan subbab yang berbeda karena mempertimbangkan faktor lainnya secara lebih objektif dan menyeluruh.

Selanjutnya menghitung hasil *confusion matrix,* berdasarkan Tabel 4. 5. Berikut hasil *confusion matrix* yang didapat dari perbandingan hasil pemilihan sistem dan guru.

Tabel 4. 6 *Confusion Matrix*

		Label Prediksi (Sistem)			
Label Aktual (Guru/Ahli Materi)		**A1**	**A2**	**A3**	**A4**
	A1	20	0	2	0
	A2	0	3	0	0
	A3	2	0	22	0
	A4	1	0	1	9

Pada Tabel 4. 6 menunjukkan hasil *confusion matrix multi-class* antara prediksi sistem dan label aktual dari guru. Pada label A1, 20 data diklasifikasikan dengan benar, sementara 2 data salah diklasifikasikan sebagai A3. Label A2 berhasil diprediksi seluruhnya dengan benar (3 data). Untuk label A3, 22 data tepat, namun 2 data salah diklasifikasikan sebagai A1. Sedangkan label A4 memiliki 9 prediksi benar, dengan 1 kesalahan ke A1 dan 1 ke A3. Kesalahan paling dominan

terjadi antara label A1 dan A3, yang menunjukkan adanya kecenderungan sistem membingungkan kedua label tersebut, sehingga perlu perhatian khusus dalam evaluasi dan pengembangan model selanjutnya.

Selanjutnya menghitung akurasi, presisi, *recall*, dan F1-*score confusion matrix multi-class* sesuai dnegan rumus (3.2)-(3.3).

Berikut perhitungan akurasi, *precision*,dan *recall* pada alternatif pertama atau A1

$$Accuracy = \frac{20 + 35}{20 + 3 + 2 + 35} \times 100\% = 91{,}67\%$$

$$Precision = \frac{20}{20 + 3} \times 100\% = 86{,}96\%$$

$$Recall = \frac{20}{20 + 2} \times 100\% = 90{,}9\%$$

Sistem menunjukkan kinerja yang baik dalam memprediksi Alternatif 1 (A1), dengan nilai akurasi sebesar 91,67%, *precision* 86,96%, dan *recall* 90,9% artinya, sebagian besar data yang diprediksi sebagai A1 memang benar, dan sebagian besar data yang seharusnya A1 berhasil dikenali oleh sistem. Meskipun demikian, masih terdapat beberapa kesalahan klasifikasi, baik berupa data A1 yang salah dikenali sebagai kelas lain, maupun data dari kelas lain yang salah diprediksi sebagai A1.

$$Accuracy = \frac{3 + 57}{3 + 0 + 0 + 57} \times 100\% = 100\%$$

$$Precision = \frac{3}{3 + 0} \times 100\% = 100\%$$

$$Recall = \frac{3}{3 + 0} \times 100\% = 100\%\%$$

Sistem menunjukkan performa yang sangat optimal dalam mengklasifikasikan alternatif 2 (A2)**.** Dengan nilai akurasi sebesar 100%, sistem berhasil memprediksi semua data A2 dengan benar tanpa ada kesalahan. Nilai *precision* dan *recall* juga sama-sama mencapai 100%, yang berarti seluruh data yang diprediksi sebagai A2 memang benar, dan semua data yang seharusnya A2 berhasil dikenali oleh sistem. Tidak ditemukan *false positive* maupun *false negative,* sehingga klasifikasi A2 oleh sistem dapat dikatakan sempurna.

$$Accuracy = \frac{22 + 33}{22 + 3 + 2 + 33} \times 100\% = 91{,}67\%$$

$$Precision = \frac{22}{22 + 3} \times 100\% = 88\%$$

$$Recall = \frac{22}{22 + 2} \times 100\% = 91{,}67\%\%$$

Sistem memiliki kinerja yang sangat baik dalam memprediksi Alternatif 3 (A3), dengan akurasi sebesar 91,67%, *precision* 88%, dan *recall* 91,67%. Artinya, sebagian besar data yang diprediksi sebagai A3 memang benar, dan hampir semua data A3 berhasil dikenali oleh sistem. Namun, masih terdapat beberapa kesalahan klasifikasi berupa data dari kelas lain yang salah diprediksi sebagai A3 (*false positive*), serta sebagian kecil data A3 yang tidak terdeteksi dengan benar (*false negative*).

$$Accuracy = \frac{9 + 49}{9 + 0 + 2 + 49} \times 100\% = 85\%$$

$$Precision = \frac{9}{9 + 0} \times 100\% = 100\%$$

$$Recall = \frac{9}{9+2} \times 100\% = 81{,}8\%$$

Sistem menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam mengklasifikasikan alternatif 4 (A4), dengan akurasi sebesar 85%**,** *precision* 100%**,** dan *recall* 81,8%. Seluruh data yang diprediksi sebagai A4 terbukti benar (tanpa *false positive*), namun masih terdapat dua data A4 yang gagal dikenali dan diklasifikasikan sebagai kelas lain (*false negative*). Hal ini menunjukkan bahwa sistem sangat tepat saat memutuskan suatu data termasuk A4, namun masih belum sepenuhnya berhasil menangkap semua data yang seharusnya diklasifikasikan sebagai A4.

Akurasi keseluruhan data *confusion matrix* sebagai berikut.

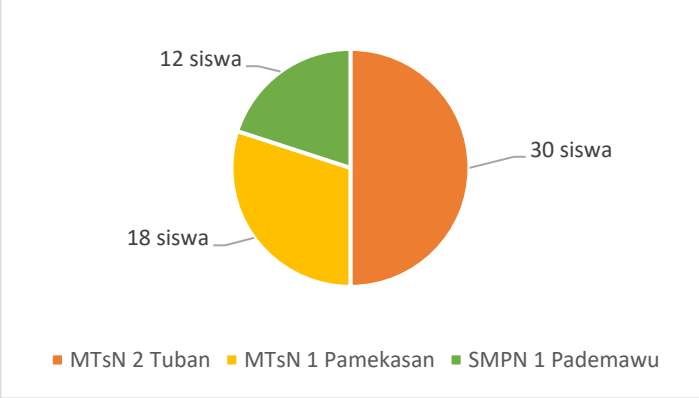
$$Accuracy = \frac{20+3+22+9}{60} \times 100\% = 90\%$$

Berdasarkan hasil uji *confusion* matrix antara hasil prediksi sistem dan label aktual dari guru atau ahli materi, diketahui bahwa dari total 60 data, sebanyak 54 data berhasil diprediksi dengan benar, menghasilkan akurasi total sebesar 90%. Analisis per kelas menunjukkan bahwa sistem memiliki performa klasifikasi yang sangat baik, terutama pada Alternatif 2 (A2) dengan akurasi, *precision*, dan *recall* masing-masing mencapai 100%. Alternatif 1 (A1) memiliki akurasi 91,67%, *precision* 86,96%, dan *recall* 90,9%, yang mengindikasikan performa cukup konsisten meskipun masih ada beberapa kesalahan klasifikasi. Untuk alternatif 3 (A3), diperoleh akurasi 91,67%, *precision* 88%, dan *recall* 91,67%, menunjukkan kemampuan sistem yang baik dalam mengenali kelas ini namun masih terdapat sedikit *false positive*. Sementara itu, Alternatif 4 (A4) mencatatkan *precision* sempurna sebesar 100%, tetapi *recall*-nya hanya 81,8%, dengan akurasi

keseluruhan 85%, menunjukkan bahwa meskipun prediksi A4 selalu tepat, masih ada data A4 yang tidak terdeteksi dengan benar. Secara keseluruhan, sistem sudah bekerja dengan sangat baik dalam klasifikasi semua alternatif, namun perbaikan tetap dibutuhkan terutama dalam meningkatkan *recall* pada kelas A4 dan presisi pada A1 dan A3.

4.4 Pengujian *Usability*

Pengujian *game* "BioMorph" telah dilakukan di beberapa SMP/MTs yaitu MTsN 2 Tuban, MTsN 1 Pamekasan, dan SMPN 1 Pademawu. Pengujian dilakukan kepada siswa kelas VIII dari ketiga sekolah tersebut dengan total 60 responden.



Gambar 4. 16 Distribusi Asal Sekolah Responden

Gambar 4. 16 menyajikan visualisasi mengenai asal sekolah 60 responden yang terlibat dalam pengujian *game* edukasi "BioMorph". Distribusi ini bertujuan untuk memberikan gambaran bahwa responden berasal dari berbagai latar belakang institusi yang berbeda wilayah dan karakteristiknya. Hal ini penting untuk menunjukkan bahwa hasil pengujian tidak hanya mewakili satu kelompok siswa

tertentu, tetapi cukup beragam sehingga dapat memperkuat validitas hasil pengujian usability dan penerapan metode VIKOR.

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui tingkat keterterimaan dan kemudahan penggunaan (*usability*) *game*, serta mengevaluasi kinerja penerapan metode VIKOR dalam memberikan pilihan subbab pembelajaran yang sesuai berdasarkan hasil dari siswa menjawab pertanyaan.

Gambar 4. 17 Pengujian *Game* "BioMorph" kepada Siswa kelas VIII

Pada Gambar 4. 17 menunjukkan kegiatan pengujian *game*, siswa diminta untuk menggunakan *game* “BioMorph” yang berisi soal-soal terkait materi sistem ekskresi. Jawaban siswa kemudian diolah menggunakan metode VIKOR untuk menentukan subbab mana yang paling perlu ditingkatkan pemahamannya. Pemilihan tersebut ditampilkan kepada siswa secara langsung melalui antarmuka *game* sebagai panduan belajar mandiri.

Setelah menggunakan *game*, siswa diminta untuk mengisi kuesioner *System Usability Scale* (SUS) untuk menilai kemudahan penggunaan dan kenyamanan interaksi dengan *game*. Pengujian *usability* kepada siswa dilakukan via *Google Form* dengan sistem *likert*. Pengujian ini merupakan metode yang cukup popular

untuk menilai *usability* atau kemudahan dalam penggunaan suatu sistem. Berikut pertanyaan SUS yang digunakan (Prabowo & Suprapto, 2021).

Tabel 4. 7 Pernyataan SUS

No	Pernyataan (Q)
1	Saya berpikir akan memainkan *game* "BioMorph" lagi
2	Saya merasa *game* "BioMorph" rumit untuk dimainkan
3	Saya merasa *game* "BioMorph" mudah untuk digunakan
4	Saya membutuhkan bantuan dari orang lain atau teknisi dalam memainkan *game* "BioMorph"
5	Saya merasa fitur-fitur *game* "BioMorph" berjalan sesuai fungsinya
6	Saya merasa ada banyak hal yang tidak konsisten (tidak serasi) pada *game* "BioMorph"
7	Saya merasa orang lain akan memahami cara menggunakan *game* "BioMorph" dengan cepat
8	Saya merasa *game* "BioMorph" membingungkan
9	Saya merasa tidak ada hambatan dalam memainkan *game* "BioMorph"
10	Saya perlu membiasakan diri terlebih dahulu sebelum memainkan *game* ini

Tabel 4. 7 berisi sepuluh pernyataan yang digunakan dalam pengisian kuesioner *System Usability Scale* (SUS) oleh responden setelah menggunakan *game* edukasi “BioMorph”. Kuesioner ini bertujuan untuk menilai aspek *usability* atau kemudahan penggunaan dari sistem yang diuji berdasarkan pengalaman pengguna secara langsung.

4.4.1 Perhitungan Skor *System Usability Scale* (SUS)

Tahap perhitungan akan dimulai setelah seluruh data pengguna terkumpul. Dalam perhitungan SUS (System *Usability* Scale) ada beberapa aturan untuk menghitung skornya. Adapun caranya sebagai berikut :

1. Skor pertanyaan bernomor ganjil akan didapat dari skor awal dikurangi 1
2. Skor pertanyaan genap akan didapat dari 5 dikurangi skor yang awal
3. Skor SUS didapat dari hasil penjumlahan skor setiap pertanyaan kemudian dikali 2,5.

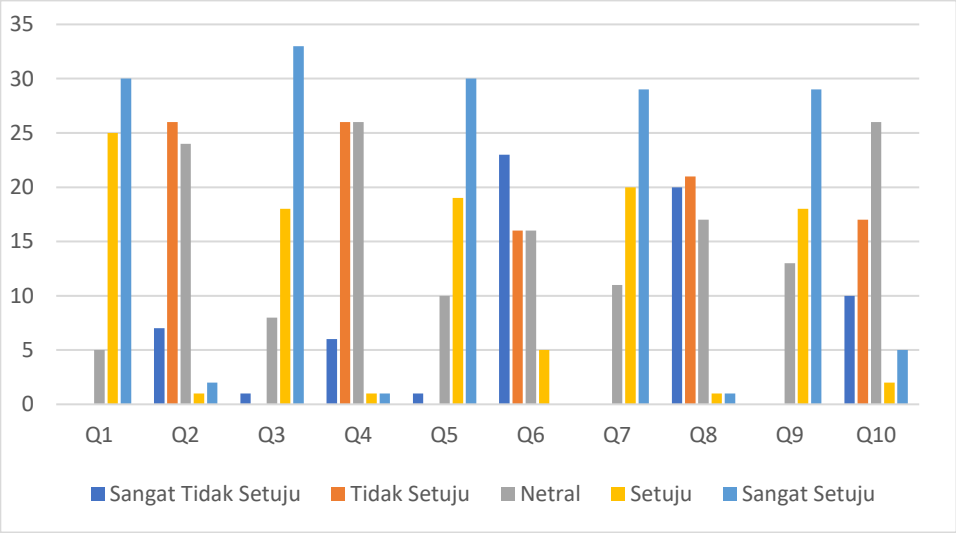
Aturan tersebut berlaku untuk setiap satu responden. Untuk perhitungan lebih dari 1 responden dicari skor rata-ratanya dengan membagi dengan jumlah responden dari data yang didapat.

Tahap pengujian *usability* telah dilakukan kepada total 60 responden siswa SMP/MTs yaitu dari MTsN 2 Tuban, MTsN 1 Pamekasan, dan SMPN 1 Pademawu yang menggunakan skala penilaian 1 sampai 5. Berikut distribusi jawaban dari pertanyaan SUS oleh 60 responden.

Tabel 4. 8 Distribusi Jawaban SUS

Pertanyaan	**Sangat Tidak Setuju**	**Tidak Setuju**	**Netral**	**Setuju**	**Sangat Setuju**
Q_1	0	0	5	24	31
Q_2	17	16	23	2	2
Q_3	0	1	4	20	35
Q_4	12	20	22	3	3
Q_5	0	0	7	21	32
Q_6	23	16	13	6	2
Q_7	1	1	6	23	29
Q_8	22	21	13	2	2
Q_9	1	0	12	16	31
Q_{10}	11	11	20	7	11

Tabel 4. 8 menunjukkan distribusi jawaban SUS dari 10 pertanyaan yang diisi oleh 60 responden. Data ini mencerminkan tingkat penerimaan dan kemudahan penggunaan *game* “BioMorph” berdasarkan persentase jawaban pada skala *likert* dari "Sangat Tidak Setuju" hingga "Sangat Setuju". Hasilnya menjadi dasar dalam menilai aspek *usability game*.



Gambar 4. 18 Distribusi Jawaban Pengguna

Gambar 4. 18 berikut merupakan diagram batang yang menunjukkan distribusi respon pengguna terhadap *usability testing.* Gambar 4. 18 memperlihatkan frekuensi jawaban responden terhadap setiap pernyataan dalam kuesioner SUS berdasarkan skala *likert* 1 sampai 5. Setiap batang menunjukkan seberapa banyak responden yang memilih skor tertentu (1–5) untuk masing-masing pernyataan.

Berikut merupakan hasil uji coba SUS *game* "BioMorph" yang telah dikumpulkan pada tabel berikut.

Tabel 4. 9 Skor SUS Awal

Responden	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6	Q_7	Q_8	Q_9	Q_{10}
R_1	5	3	5	3	5	3	5	3	5	5
R_2	5	5	5	3	5	1	5	1	5	5
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
R_{58}	4	1	5	3	5	1	5	1	5	5
R_{59}	5	2	5	3	5	1	5	1	3	4
R_{60}	5	3	3	2	5	1	5	2	3	3

Tabel 4. 9 menampilkan hasil skor SUS sebelum diolah dari 60 responden kelas VIII dari 3 sekolah yaitu dari MTsN 2 Tuban, MTsN 1 Pamekasan, dan SMPN 1 Pademawu. Setelah data mentah terkumpul, dilakukan pengolahan skor menggunakan aturan perhitungan SUS (*System Usability Scale*) yang telah ditentukan.

Tabel 4. 10 Skor SUS Setelah diterapkan Aturan 1 dan 2

Responden	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6	Q_7	Q_8	Q_9	Q_{10}	**Jml**
R_1	4	2	4	2	4	2	4	2	4	0	28
R_2	4	0	4	2	4	4	4	4	4	0	30
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
R_{58}	3	4	4	2	4	4	4	4	4	0	32
R_{59}	4	3	4	2	4	4	4	4	2	1	33
R_{60}	4	2	2	3	4	4	4	3	2	2	30

Pada Tabel 4. 10 merupakan skor SUS yang sudah melalui aturan 1 dan 2 yaitu skor pertanyaan bernomor ganjil akan didapat dari skor awal dikurangi dan skor pertanyaan genap akan didapat dari 5 dikurangi skor yang awal. Aturan ini diterapkan pada seluruh jawaban dari 60 responden.

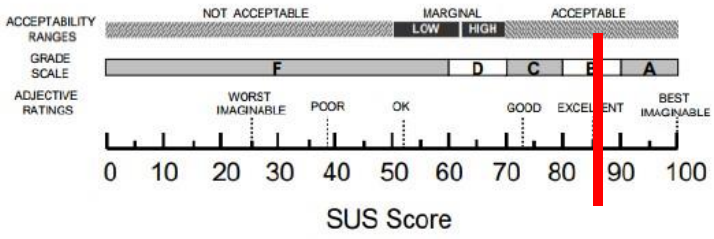
Tabel 4. 11 Hasil Skor SUS

Responden	**Jumlah**	**Skor x 2.5**
R_1	28	70
R_2	30	75
…	…	…
R_{58}	33	82.5
R_{59}	32	80
R_{60}	30	75
Total Skor SUS		**4520**
Hasil Akhir Skor SUS		**75.33**

Tabel 4. 11 menunjukkan penerapan aturan ketiga yaitu penjumlahan skor pertanyaan untuk masing-masing responden, kemudian hasil jumlah tersebut

dikalikan dengan faktor 2,5 agar skor berada dalam skala 0 sampai 100. Setelah penerapan dilakukan kepada data 60 responden, langkah selanjutnya adalah menjumlahkan semua hasil akhir responden, lalu menghitung nilai rata-rata skor SUS keseluruhan untuk mengetahui tingkat usability dari sistem yang diuji.

Hasil akhir yang didapatkan yaitu 75.33. Tabel hasil perhitungan SUS yang lebih lengkap bisa dilihat di lampiran 2. Hal ini menunjukkan pengalaman bermain *player* yang kurang memuaskan, dilihat dari skor terendah yang didapatkan pemain yaitu 60. Kesulitan atau ketidakpuasan terhadap tampilan serta fitur *game* mungkin menjadi salah satu alasan skor yang didapat cukup rendah. Akan tetapi hasil akhir 75,33 ini sudah bisa diterima dalam penilaian skor SUS dengan kategori *acceptable* dengan *grade scale* C.



Gambar 4. 19 Hasil Akhir Skor SUS *Game* "BioMorph"

Gambar 4. 19 menunjukkan bahwa skor 75,33 termasuk dalam kategori *acceptable*, skor 75,33 masih menunjukkan adanya ruang perbaikan dalam pengembangan *game* edukasi “BioMorph”. Skor ini berada di ambang batas menuju kategori *good*, sehingga dapat dijadikan sebagai motivasi untuk meningkatkan aspek-aspek yang dinilai kurang memuaskan oleh pengguna.

4.4.2 Uji Validitas dan Reliabilitas Data SUS

Uji validitas dilakukan menggunakan data SUS dari 60 responden. Pengujian ini menggunakan aplikasi IBM SPSS *Statistics*. Pengujian ini menggunakan aplikasi IBM SPSS *Statistics* dengan pendekatan korelasi item-total *corrected*. Suatu item dinyatakan valid apabila memiliki nilai korelasi lebih besar dari r tabel, yaitu sebesar 0,254 (untuk N = 60, taraf signifikansi 5%). Berikut hasil uji validitas dari 10 pertanyaan SUS yang diisi oleh 60 responden.

Tabel 4. 12 Hasil Uji Validitas

Pertanyaan	***Correlation***	**R Tabel**	**Keputusan**
Q1	0.538290609	0.254	Valid
Q2	0.301691687	0. 254	Valid
Q3	0.587982738	0. 254	Valid
Q4	0.510786871	0. 254	Valid
Q5	0.594189582	0. 254	Valid
Q6	0.598304789	0. 254	Valid
Q7	0.598304789	0. 254	Valid
Q8	0.386599436	0. 254	Valid
Q9	0.613895654	0. 254	Valid
Q10	0.475448926	0. 254	Valid

Tabel 4. 12 menunjukkan hasil uji validitas 10 pertanyaan SUS. Hasilnya didapatkan semua pertanyaan bersifat valid karena memiliki nilai korelasi lebih besar dari r tabel yaitu 0,254 pada taraf signifikasi 5%. Dengan demikian, instrumen SUS yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi syarat validitas dan dapat digunakan untuk analisis selanjutnya.

Selanjutnya uji reliabilitas, pengujian ini dilakukan untuk melihat konsistensi SUS sebagai alat ukur *usability*. Pengujian ini menggunakan *Cronbach's Alfa* yang dimana hasil *cronbach's alfa*nya harus lebih besar dari 0,6. Berikut hasil uji reliabilitas dari 10 pertanyaan SUS.

Tabel 4. 13 Hasil *Cronbach's Alfa*

Cronbach's Alfa	***N of Items***
0.675	10

Tabel 4. 13 menunjukkan nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,675 untuk 10 butir pertanyaan SUS. Karena nilai ini lebih besar dari 0,6, maka instrumen tersebut dianggap reliabel, artinya pertanyaan-pertanyaan dalam SUS konsisten dalam mengukur aspek yang sama dan dapat dipercaya hasilnya.

4.4.3 Analisa Aspek *Usability*

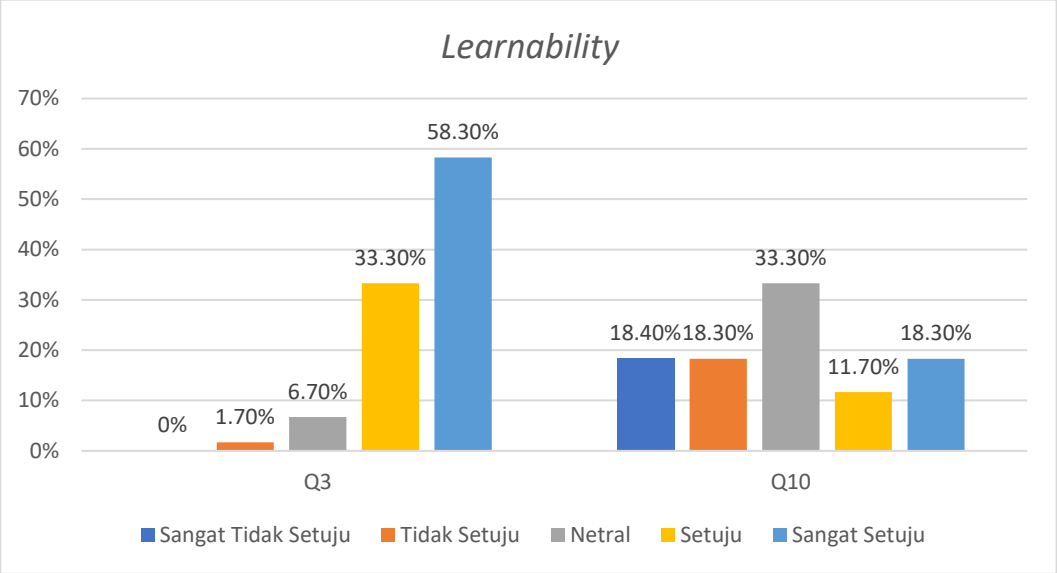
Seperti yang sudah dijeaskan pada studi pustaka, aspek *usability* merupakan dasar dalam penilaian. Sementara itu, untuk aspek *usability* untuk pertanyaan SUS diatas ada 5 yaitu *learnbility, satisfaction, efficiency, memorability dan error handling*. Berikut adalah pembagian aspek usability sesuai pertanyaan serta distribusi jawaban per-aspek *usability* (Akmal, 2024).

Tabel 4. 14 Aspek *Usability*

Aspek *Usability*	**Deskripsi**	**Kode Pertanyaan**
Learnability	Seberapa mudah pengguna memahami dan mulai menggunakan *game*	Q3, Q10
Efficiency	Seberapa efisien pengguna menyelesaikan tugas dalam *game*	Q5,Q7
Error Handling	Seberapa sering pengguna mengalami kebingungan atau *error* saat menggunakan *game*	Q4,Q6
Satisfaction	Tingkat kepuasan pengguna dan apakah mereka akan merekomendasikan *game* ini	Q1,Q9
Memorability	Seberapa mudah pengguna mengingat kembali cara menggunakan *game* setelah tidak mengaksesnya dalam jangka waktu tertentu.	Q2,Q8

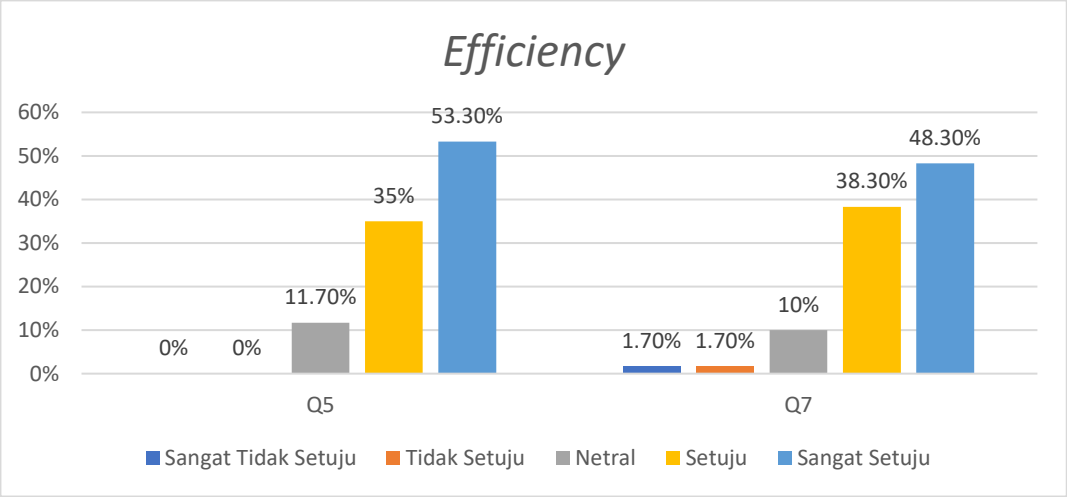
Pada Tabel 4. 14 merupakan pengelompokkan pertanyaan SUS sesuai aspek usability-nya. Pembagian aspek usability ada lima, yaitu *learnability, efficiency, error handling, satisfaction,* dan *memorability*. Aspek-aspek tersebut digunakan

untuk mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan sistem dari sudut pandang pengguna secara lebih spesifik.



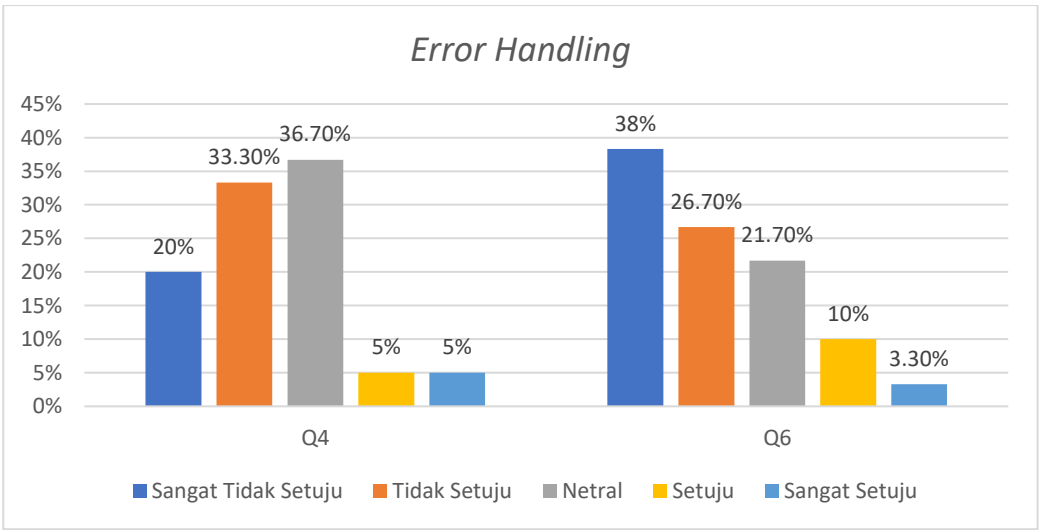
Gambar 4. 20 Distribusi Jawaban Aspek *Learnability*

Gambar 4. 20 Berdasarkan grafik kategori *learnability*, mayoritas responden merasa bahwa *game* "BioMorph" mudah dipahami. Pada pernyataan Q3, sebanyak 58% responden sangat tidak setuju bahwa *game* ini memberikan informasi berguna terkait pencegahan banjir, yang mengindikasikan kurangnya keterkaitan materi. Sementara pada Q10, jawaban tersebar cukup merata, dengan 35% responden setuju bahwa mereka perlu membiasakan diri terlebih dahulu, namun sebagian lainnya menyatakan tidak setuju. Secara umum, aspek kemudahan belajar masih perlu ditingkatkan, terutama pada kejelasan tujuan edukatif *game*.



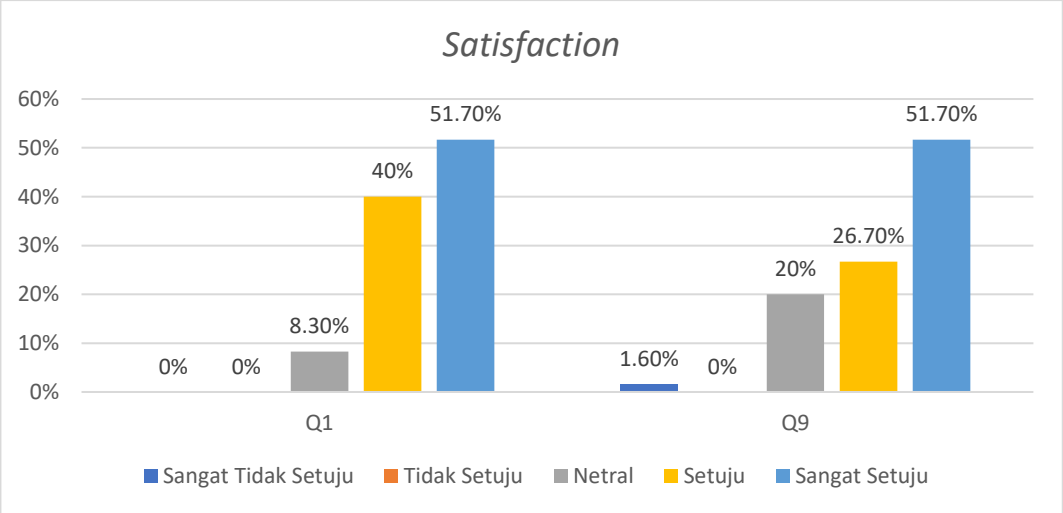
Gambar 4. 21 Distribusi Jawaban Aspek *Efficiency*

Gambar 4. 21 kategori *efficiency* menunjukkan, mayoritas responden menunjukkan persepsi yang sangat positif terhadap kinerja *game* "BioMorph". Pada Q5, sebanyak 53,3% responden sangat setuju dan 35% setuju bahwa fitur dalam *game* berjalan sesuai fungsinya. Begitu pula pada Q7, 48,3% sangat setuju dan 38,3% setuju bahwa orang lain dapat dengan cepat memahami cara menggunakan *game* ini. Hal ini menunjukkan bahwa *game* "BioMorph" dinilai efisien, mudah digunakan, dan mendukung proses belajar dengan baik.



Gambar 4. 22 Distribusi Jawaban Aspek *Error Handling*

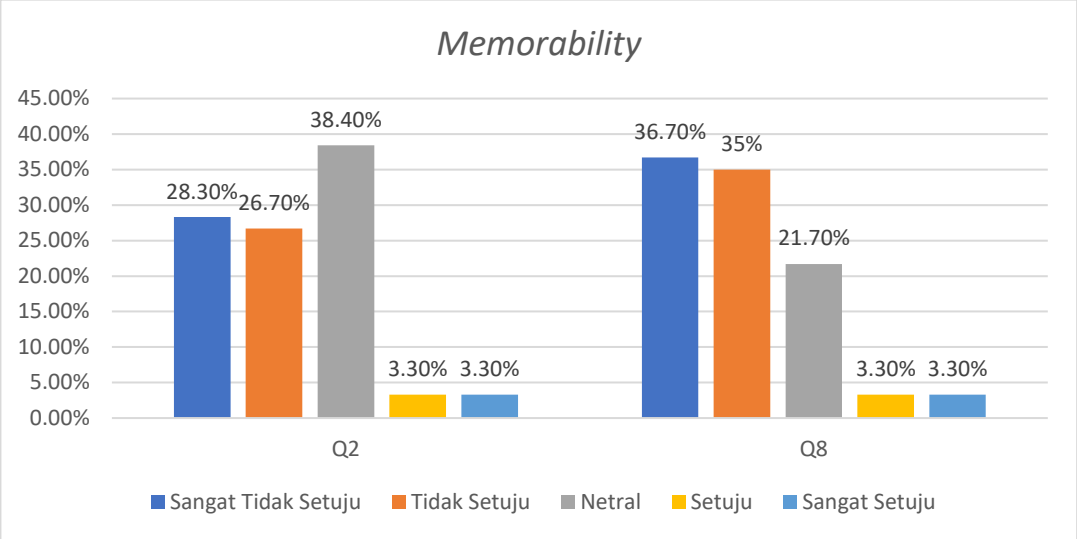
Berdasarkan Gambar 4. 22 kategori *error handling*, mayoritas responden merasa bahwa *game* "BioMorph" cukup mudah digunakan dan konsisten. Pada Q4, sebagian besar responden bersikap netral atau tidak setuju bahwa mereka membutuhkan bantuan teknis. Pada Q6, sebagian besar responden sangat tidak setuju atau tidak setuju bahwa terdapat banyak ketidakkonsistenan dalam *game*, menunjukkan bahwa fitur dalam *game* dianggap cukup stabil dan mudah dipahami.



Gambar 4. 23 Distribusi Jawaban Aspek *Satisfaction*

Berdasarkan Gambar 4. 23 kategori *satisfaction*, mayoritas responden menunjukkan tanggapan positif terhadap *game* edukasi "BioMorph". Pada pernyataan Q1, sebanyak 51,7% responden sangat setuju bahwa mereka akan memainkan *game* ini lagi, meskipun 40% lainnya menyatakan tidak setuju, menunjukkan adanya perbedaan persepsi. Sementara itu, pada pernyataan Q9, sebanyak 51,7% responden juga sangat setuju bahwa mereka tidak mengalami hambatan saat memainkan *game*, disusul 20% setuju dan hanya 1,6% yang sangat tidak setuju. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa *game* "BioMorph"

memberikan pengalaman bermain yang cukup memuaskan bagi sebagian besar pengguna.



Gambar 4. 24 Distribusi Jawaban Aspek *Memorability*

Berdasarkan Gambar 4. 24 Berdasarkan grafik kategori *memorability*, persepsi responden terhadap kemudahan mengingat penggunaan *game* "BioMorph" masih cenderung bervariasi dan cukup negatif. Pada Q2, 38,4% responden memilih netral, sementara 28,3% sangat tidak setuju dan 26,7% tidak setuju bahwa bagian *game* mudah dipahami. Begitu pula pada Q8, 36,7% sangat tidak setuju dan 35% tidak setuju bahwa *game* tidak membingungkan, menunjukkan masih banyak pengguna merasa kesulitan dalam memahami atau mengingat alur penggunaan *game*. Hal ini mengindikasikan bahwa aspek memorabilitas pada "BioMorph" masih perlu ditingkatkan.

4.5 Integrasi Islam

Pengembangan media pembelajaran seperti *game* ini tidak hanya bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa secara akademis, meainkan bisa juga

mencerminkan nilai-nilai keislaman dalam proses pembelajaran dan pengembangan teknologi. Penelitian ini menggunakan 3 konsep integrasi muamalah yaitu *muamalah ma'a Allah, muamalah ma'a An-nas, dan muamalah, ma'a Al-Alam*.

a. Muamalah Ma'a Allah

Muamalah ma'a Allah artinya hubungan manusia dengan Allah. Dalam Islam, hubungan manusia dengan Allah bersifat vertikal dan diwujudkan melalui ibadah dan ketaatan. Dalam Islam, menuntut ilmu adalah bentuk ibadah yang mendekatkan diri kepada Allah SWT. Dengan menyusun dan menyajikan materi pembelajaran yang benar, terstruktur, dan sesuai kurikulum dalam *game* "BioMorph", pengembang dan pengguna *game* sedang mengamalkan perintah Allah untuk terus belajar dan menggunakan akal. Usaha ini mencerminkan ketaatan dan tanggung jawab hamba terhadap Allah, sebagaimana dalam QS. Adz-Dzariyat: 56 berikut.

وَمَا خَلَقْتُ الْجِنَّ وَالْاِنْسَ اِلَّا لِيَعْبُدُوْنِ ﴿٥٦﴾

"Tidaklah Aku menciptakan Jin dan Manusia kecuali untuk beribadah kepada-Ku" (QS. Adz-Dzariyat: 56)

Ayat ini menegaskan bahwa tujuan utama penciptaan manusia adalah untuk beribadah kepada Allah SWT. Dalam Tafsir Al-Misbah Quraish Shihab menyatakan bahwa ibadah mencakup seluruh aspek kehidupan yang membawa manusia semakin dekat kepada Allah. Termasuk dalam hal ini adalah mencari ilmu dan memanfaatkannya untuk kebaikan bersama.

Dalam Islam, menuntut ilmu yang bermanfaat termasuk bagian dari ibadah yang sangat dianjurkan, karena dengan ilmu, manusia dapat mengenal ciptaan

Allah, memahami tugas sebagai khalifah di bumi, dan mengambil keputusan yang bermanfaat bagi diri sendiri dan masyarakat. Dengan demikian, setiap proses dalam pengembangan dan pemanfaatan *game* "BioMorph" mulai dari desain materi, validasi isi, hingga penggunaannya di sekolah merupakan manifestasi dari hubungan manusia dengan Allah (*Muamalah Ma'a Allah*), di mana teknologi digunakan sebagai media ibadah dan sarana mendekatkan diri kepada-Nya.

b. Muamalah Ma'a An-Nas

Muamalah ma'a An-Nas artinya hubungan baik sesama manusia. Dalam Islam hubungan antar manusia sangat dijunjung tinggi, mencakup kerja sama, saling menghargai, dan memberi manfaat kepada sesama. Dalam konteks penelitian ini dikaitkan dengan adanya kolaborasi antar sesama untuk mewujudkan media pembelajaran yang bermanfaat. Al-Qu'an surah Al-Hujurat 10 menjelaskan sebagai berikut

اِنَّمَا الْمُؤْمِنُوْنَ اِخْوَةٌ فَاَصْلِحُوْا بَيْنَ اَخَوَيْكُمْ وَاتَّقُوا اللّٰهَ لَعَلَّكُمْ تُرْحَمُوْنَ ۝١٠

"Sesungguhnya orang-orang mukmin itu bersaudara, karena itu damaikanlah kedua saudaramu (yang bertikai) dan bertakwalah kepada Allah agar kamu dirahmati." (QS. Al-Hujurat : 10)

Dalam ayat ini, Allah menerangkan bahwa sesungguhnya orang-orang mukmin semuanya bersaudara seperti hubungan persaudaraan antara nasab, karena sama-sama menganut unsur keimanan yang sama dan kekal dalam surga. Diterangkan dalam Tafsir Al-Azhar oleh Buya Hamka apabila seseorang sudah sama-sama tumbuh iman dalam hatinya, maka tidak mungkin mereka akan bermusuhan kecuali karena satu dan lain hal, seperti salah paham atau salah terima.

Dengan mengusung prinsip *muamalah ma'a An-nas*, *game* "BioMorph" tidak hanya berperan sebagai media pembelajaran, tetapi juga sebagai jembatan untuk membangun hubungan yang lebih harmonis antar manusia dalam dunia pendidikan. Melalui kolaborasi dan kerja sama yang terjalin baik antara pengembang, guru, maupun siswa. *Game* ini menciptakan ruang untuk saling berbagi ilmu, mendukung satu sama lain, dan menghargai pendapat masing-masing.

c. Muamalah Ma'a Al-Alam

Muamalah Ma'a Al-Alam artinya interaksi manusia dengan alam seperti cara menjaga lingkungan atau sumber daya alam. Dalam konteks penelitian ini, pembelajaran mengenai sistem ekskresi yang erat kaitannya dengan proses pembuangan zat sisa dari tubuh. Pemahaman tentang sistem ini tidak hanya penting untuk kesehatan individu, tetapi juga berdampak pada kesadaran menjaga lingkungan, seperti bagaimana manusia membuang limbah dengan benar agar tidak mencemari air, tanah, dan udara. Hal ini sesuai dengan firman Allah pada surah Ar-Rum 41 sebagai berikut :

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِى الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ اَيْدِى النَّاسِ لِيُذِيْقَهُمْ بَعْضَ الَّذِيْ عَمِلُوْا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُوْنَ ﴿٤١﴾

"Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan perbuatan tangan manusia. (Melalui hal itu) Allah membuat mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka agar mereka kembali (ke jalan yang benar)."(QS. Ar-Rum (30) : 41).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa kerusakan yang terjadi di alam merupakan akibat dari ulah manusia sendiri. Menurut tafsir Jalalain, kerusakan seperti bencana, kelaparan, dan kekeringan adalah bentuk peringatan dari Allah agar manusia menyadari kesalahannya dan kembali ke jalan yang benar.

Dengan demikian, pembelajaran sistem ekskresi yang dikaitkan dengan *Muamalah Ma'a Al-Alam* dapat menjadi pengingat bagi siswa bahwa menjaga kesehatan tubuh dan lingkungan merupakan bagian dari tanggung jawab sebagai khalifah di bumi. Pendidikan sains yang terintegrasi dengan nilai-nilai keislaman seperti ini diharapkan mampu membentuk karakter peserta didik yang tidak hanya cerdas secara intelektual, tetapi juga memiliki kepedulian sosial dan lingkungan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dapat diketahui bahwa pemilihan subbab materi ssitem ekskresi secara otomatis menggunakan metode VIKOR berhasil diimplementasikan dalam *game* "BioMorph". *Game* BioMorph menggabungkan elemen *maze* 2D, kuis tentang sistem ekskresi, dan interaksi dengan musuh NPC, yang terbukti mampu meningkatkan keterlibatan siswa. Dari 60 data yang diuji, terdapat 90% kesesuaian antara hasil sistem dan guru, yang menunjukkan bahwa sistem dengan metode VIKOR memiliki tingkat kecocokan yang tinggi dalam mengidentifikasi materi yang perlu dipelajari kembali.

Tingkat kemudahan penggunaan *game* diukur menggunakan metode System Usability Scale (SUS) melalui kuesioner kepada 60 siswa dari MTsN 2 Tuban, MTsN 1 Pamekasan, dan SMPN 1 Pademawu. Hasilnya menunjukkan skor SUS sebesar 75,33, yang termasuk dalam kategori "*acceptable*", artinya *game* dinilai cukup mudah digunakan dan dipahami oleh siswa.

Dari sisi kelayakan isi dan teknis, hasil validasi ahli materi menunjukkan bahwa soal-soal dalam *game* telah sesuai dengan kurikulum setelah dilakukan revisi. Sementara itu, validasi oleh lima ahli *game* menghasilkan nilai 78,6%, yang menandakan bahwa *game* BioMorph secara umum dinilai layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran interaktif.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa *game* edukasi “BioMorph” tidak hanya layak secara konten dan teknis, tetapi juga efektif dalam memberikan rekomendasi materi yang perlu dipelajari kembali, serta mudah digunakan oleh siswa.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini, berdasarkan pengujian yang telah dilaksanakan, tentu saja masih ditemukan beberapa kekurangan yang memerlukan perbaikan lebih lanjut. Untuk penelitian berikutnya, peneliti memiliki beberapa saran yang dapat dipertimbangkan sebagai berikut:

1. Penambahan informasi tentang NPC musuh ataupun NPC guru
2. Penambahan id pemain pada awal permainan
3. Menggunakan pemeringkatan subbab materi dari yang pertama hingga terakhir supaya siswa bisa mengetahui kemampuannya.

DAFTAR PUSTAKA

Ai Tuti Kusmiati, Shinta Purnamasari, & Andinisa Rahmaniar. (2024). Analisis Pengaruh Penerapan Game dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Mipa*, *14*(2), 498–510. https://doi.org/10.37630/jpm.v14i2.1595

Aiman, U., Dantes, N., & Suma, K. (2019). *Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah terhadap Literasi Sains dan Berpikir Kritis Siswa*. https://doi.org/10.5281/ZENODO.3551978

Akmal, A. R. (2024). *Sistem pendukung keputusan untuk memilih senjata pada game turn-based "Pedjoeang" menggunakan metode Fuzzy-TOPSIS*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

Anggraini, A., & Suyatno, D. F. (2024). *Pengujian Usability Dan User Experience Aplikasi Threads Mengunakan System Usability Scale (SUS) Dan User Experience Questionnaire (UEQ)*. *05*(03), 278–289.

Anggriani, S. P., Jufri, A. W., Syukur, A., & Setiadi, D. (2022). Pengembangan Materi Ajar Berbasis Video Kreatif Biologi pada Materi Sistem Ekskresi untuk Siswa Kelas XI SMA. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, *7*(1), 123–129. https://doi.org/10.29303/jipp.v7i1.430

Annisa, N. (2024). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Calon Desainer dengan Kombinasi Metode Rank Orde Centroid (ROC) dan Vikor. *Jurnal Kajian Ilmiah Teknologi Informasi Dan Komputer*, *1*(2), 48–56. https://doi.org/10.62866/jutik.v1i2.84

Antwo, N. R. (n.d.). *Penerapan Metode VIKOR dalam Rekomendasi Pemilihan Susu Gym Terbaik*. http://files/240/1446-4092-1-PB.pdf

Arif, Y. M., & Nurhayati, H. (2022). Learning Material Selection for Metaverse-Based Mathematics Pedagogy Media Using Multi-Criteria Recommender System. *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, *15*(6), 541–551. https://doi.org/10.22266/ijies2022.1231.48

Dwi Septiani, B., & Okmarisa, H. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Menggunakan Construct 2 Dengan Pendekatan Scaffolding Pada Materi Laju Reaksi. *Journal of Research and Education Chemistry*, *5*(1), 12. https://doi.org/10.25299/jrec.2023.vol5(1).12548

Dwiyama, F. (2021). *Pemasaran Pendidikan Menuju Era Revolusi Industri 5.0*. *11*(1). http://files/195/2117-5693-1-SM.pdf

Eko Bayu Gumilar, & Kristina Gita Permatasari. (2022). Pemanfaatan Aplikasi Game Edukasi IPA (GEMPA) dalam Pembelajaran IPA Pada Mahasiswa Prodi PGMI. *Jurnal Pendidikan Mipa*, *12*(2), 177–184. https://doi.org/10.37630/jpm.v12i2.570

Fidiantara, F., Kusmiyati, K., & Merta, I. W. (2020). Pengaruh Penggunaan Bahan

Ajar IPA Materi Sistem Ekskresi Berbasis Inkuiri Terhadap Peningkatan Literasi Sains. *Jurnal Pijar Mipa*, *15*(1), 88–92. https://doi.org/10.29303/jpm.v15i1.1406

Firdaus, Y. A. (2020). *Pengembangan Media Game Edukasi "Petualanagn Si Isaac" Berbasis Android pada Materi Gaya Kelas IV Sekolah Dasar*. *08*. http://files/218/34009-Article Text-41876-1-10-20200607.pdf

Hamria Hamka, H. H. (2022). Game Edukasi Untuk Pembelajaran IPA SMP Kelas VIII Berbasis Android. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, *9*(1), 274–288. https://doi.org/10.35957/jatisi.v9i1.1491

Hanif, K. H., Yudhana, A., & Fadlil, A. (2020). *Analisis Penilaian Guru Memakai Metode Visekriterijumsko Kompromisno Rangiranje (VIKOR)*. *6*(1). http://files/233/1099-2701-1-PB.pdf

Haryono, D., Sofyan, A., & Rafiudin, R. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Web Pada Mata Pelajaran Biologi Kelas XI. *J-Instech*, *3*(2), 8. https://doi.org/10.20527/j-instech.v3i2.8687

Hidayat, T. N. (2024). *Anjuran pemilihan sepatu untuk karakter yang fleksibel pada game Endless Runner Lari Nusantara menggunakan metode VIKOR berfundamen gapaian pemain*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

Hidayatulloh, S., Praherdhiono, H., & Wedi, A. (2020). Pengaruh Game Pembelajaran Terhadap Peningkatan Hasil Belajar Pemahaman Ilmu Pengetahuan Alam. *JKTP: Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, *3*(2), 199–206. https://doi.org/10.17977/um038v3i22020p199

Irdiaga, I., Wijoyo, S. H., & Perdanakusuma, A. R. (2020). Evaluasi usability pada aplikasi permatamobile x dengan menggunakan metode usability testing dan system usability scale(SUS). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, *4*(10), 7708–7716.

Kapan 0.05, kapan 0.01? | STATISTIKA On The Web. (n.d.). Retrieved June 15, 2025, from https://statistikaontheweb.wordpress.com/2012/10/21/kapan-0-05-kapan-0-01/

Karami, A. F., Nurhayati, H., & Arif, Y. M. (2024). Design and Evaluation of Maliki V-Lab: A Metaverse-Based Virtual Laboratory for Computer Assembly Learning in Higher Education. *International Journal of Information and Education Technology*, *14*(6), 814–821. https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.6.2106

Komalasari, D., & Ulfa, M. (2020). Pengujian Usability Heuristic Terhadap Perangkat Lunak Pembelajaran Matematika. *MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, *19*(2), 257–265. https://doi.org/10.30812/matrik.v19i2.687

Kosim, M. A., Aji, S. R., & Darwis, M. (2022). Pengujian Usability Aplikasi

Pedulilindungi Dengan Metode System Usability Scale (Sus). *Jurnal Sistem Informasi Dan Sains Teknologi*, *4*(2), 1–7. https://doi.org/10.31326/sistek.v4i2.1326

Legiawan, M. K., & Agustina, D. (2021). Penerapan Teknologi Augmented Reality Sistem Eksresi Manusia sebagai Media Pembelajaran Berbasis Android (Studi Kasus Ma Tanwiriyyah Cianjur). *Media Jurnal Informatika*, *13*(1), 17–25.

Linasari, R., & Arif, S. (2022). Pengaruh Kemandirian Belajar Terhadap Minat Belajar IPA Siswa Kelas VIII SMP. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, *2*(2), 186–194. https://doi.org/10.21154/jtii.v2i2.874

Machado, R. H. C., Conceição, S. V., Pelissari, R., Amor, S. Ben, & Resende, T. L. (2023). A Multiple Criteria Framework to Assess Learning Methodologies. *Thinking Skills and Creativity*, *48*, 101290. https://doi.org/10.1016/J.TSC.2023.101290

Magdalena, I., Nurul Annisa, M., Ragin, G., & Ishaq, A. R. (2021). Analisis Penggunaan Teknik Pre-Test Dan Post-Test Pada Mata Pelajaran Matematika Dalam Keberhasilan Evaluasi Pembelajaran Di Sdn Bojong 04. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, *3*(2), 150–165. https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/nusantara

Mahlopi, M. (2022). Supervisi Pendidikan Era Teknologi 5.0. *ADIBA: Journal of Education*, *2*(1), 133–141.

Masluchah, D. (2024). *Pemilihan materi ajar tata surya pada media edukasi berbasis augmented reality untuk siswa kelas VII menggunakan metode topsis*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.

Mawinar, F. S., Gunawan, R. D., & Priandika, A. T. (2023). Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pegawai Honorer Terbaik Menggunakan Metode Visekriterijumsko Kompromisno Rangiranje. *Journal of Data Science and Information System (DIMIS)*, *1*(4), 182–191. https://doi.org/10.58602/dimis.v1i4.81

Miftah, M., & Lamasitudju, C. a. (2022). Penerapan Qugamee (Quiz dan Game Edukasi) Interaktif pada Pembelajaran IPA-Fisika Menjadi Lebih Menyenangkan dengan Menggunakan Wordwall. *Jurnal Kreatif Online (JKO)*, *10*(1), 75–84. http://jurnal.fkip.untad.ac.id/index.php/jko

Moskalets, V. (2022). Denotate of the Scientific and Psychological Term “Game.” *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University*, *8*(2), 108–115. https://doi.org/10.15330/jpnu.8.2.108-115

Mubarok, A., Suherman, H. D., Ramdhani, Y., & Topiq, S. (2019). Sistem Pendukung Keputusan Kelayakan Pemberian Kredit Dengan Metode TOPSIS. *Jurnal Informatika*, *6*(1), 37–46. https://doi.org/10.31311/ji.v6i1.4739

Najuah, Sidiq, R., & Simamora, R. S. (2022). *Game Edukasi: Strategi dan Evaluasi Belajar Sesuai Abad 21*.

Pailina, A., & Agustini, E. P. (2023). Evaluasi Usability Aplikasi BSB Mobile Menggunakan System Usability Scale. *Jurnal Teknologi Informatika Dan Komputer*, *9*(2), 1259–1267. https://doi.org/10.37012/jtik.v9i2.1815

Partovi, T., & Razavi, M. R. (2019). The effect of game-based learning on academic achievement motivation of elementary school students. *Learning and Motivation*, *68*, 101592.

Prabowo, M., & Suprapto, A. (2021). Usability Testing pada Sistem Informasi Akademik IAIN Salatiga Mengunakan Metode System Usability Scale. *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, *6*(1), 38–49. https://doi.org/10.14421/jiska.2021.61-05

Pratama, L. D., Lestari, W., & Bahauddin, A. (2019). Game Edukasi: Apakah membuat belajar lebih menarik? *At- Ta'lim : Jurnal Pendidikan*, *5*(1), 39–50. https://doi.org/10.36835/attalim.v5i1.64

Purnomo, I. I. (2020). Aplikasi Game Edukasi Lingkungan Agen P Vs Sampah Berbasis Android Mengunakan Construct 2. *Technologia: Jurnal Ilmiah*, *11*(2), 86. https://doi.org/10.31602/tji.v11i2.2784

Rahma, R., & Fatimah, F. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Computer Assisted Instruction (Cai) Pada Materi Hukum Newton. *JEMAS: Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains* , *1*(1), 14–18. http://www.journal.umuslim.ac.id/index.php/jemas/article/view/46

Rohmawati, I. (2019). Pengembangan Game Edukasi Tentang Budaya Nusantara "Tanara" Menggunakan Unity 3D Berbasis Android. *Jurnal SITECH : Sistem Informasi Dan Teknologi*, *2*(2), 173–184. https://doi.org/10.24176/sitech.v2i2.3907

Santoso, T. N. B. (2021). Pengembangan Media Game Edukasi Sebagai Sistem Informasi Alternatif Ice Breaking Pembelajaran Di Masa Pandemi. *Ecodunamika*, *4*(1).

Sappile, B. I., Mahmudah, L., Gugat, R. M. D., Farlina, B. F., Shofi, A., Mubarok, & Mardikawati, B. (2024). Dampak penggunaan pembelajaran berbasis game terhadap motivasi dan prestasi belajar. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, *7*(1), 714–727.

Sebayang, S., & Rajagukguk, T. (2019). Pengaruh Pendidikan, Pelatihan dan Motivasi Kerja terhadap Kinerja Guru di SD dan SMP Swasta Budi Murni 3 M edan. *Jurnal Ilmu Manajemen METHONOMIX*, *2*(2), 105–114.

Seran, F., Kelen, Y. P. K., & Nababan, D. (2023). Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Jurusan Menggunakan Metode Weighted Product. *Jurnal Tekno Kompak*, *17*(1), 147. https://doi.org/10.33365/jtk.v17i1.2154

Simorangkir, A., & Napitupulu, M. A. (2020). Analisis Kesulitan Belajar Siswa Pada Materi Sistem Ekskresi Manusia. *Jurnal Pelita Pendidikan*, *8*(1), 1–11. https://doi.org/10.24114/jpp.v8i1.11247

Sukma, F. A., & Utami, A. W. (2022). *Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Supplier Menggunakan Metode VIKOR Berbasis Website*. *03*(04). http://files/238/49953-Article Text-96483-1-10-20221101.pdf

Theresia Nona Elci, Yohanes Bare, & Oktavius Yoseph Tuta Mago. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Biologi Berbasis Android Menggunakan Model Pembelajaran Problem Based Learning Pada Materi Sistem Ekskresi Di Kelas VIII SMP. *Jurnal Pendidikan Mipa*, *11*(2), 54–62. https://doi.org/10.37630/jpm.v11i2.484

Usman, M. L. L., & Gustalika, M. A. (2022). Pengujian Validitas dan Reliabilitas System Usability Scale (SUS) Untuk Perangkat Smartphone. *Jurnal Ecotipe (Electronic, Control, Telecommunication, Information, and Power Engineering)*, *9*(1), 19–24. https://doi.org/10.33019/jurnalecotipe.v9i1.2805

Wahdania Suherman, muh. Rapi, ummul H. (2023). Pengaruh Media Pembelajaran Pop Up Book Terhadap Minat Belajar. *Jurnal Evaluasi Dan Pembelajaran*, *5*(1), 46–55.

Welda, W., Putra, D. M. D. U., & Dirgayusari, A. M. (2020). Usability Testing Website Dengan Menggunakan Metode System Usability Scale (Sus)s. *International Journal of Natural Science and Engineering*, *4*(3), 152–161. https://doi.org/10.23887/ijnse.v4i2.28864

Wismanto, A., Ulumuddin, A., & Siroj, M. B. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran E-Learning Berbasis Moodle pada Pembelajaran Menulis Berita. *Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra Indonesia*, *11*(1), 17–24. https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jpbsi/article/view/49784

Wizura, K. A., Wahyudi, J., & Jumadi, J. (2022). Implementasi Metode Vlse Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (Vikor) Untuk Rekomendasi Pemilihan Jurusan Pada SMA Negeri 6 Bengkulu Tengah. *Jurnal Teknik Informatika UNIKA Santo Thomas*, *07*, 122–132. https://doi.org/10.54367/jtiust.v7i1.1997

Xiao, L., Hau, K. T., & Wang, M. D. (2024). Revisiting the Usage of Alpha in Scale Evaluation: Effects of Scale Length and Sample Size. *Educational Measurement: Issues and Practice*, *43*(2), 74–81. https://doi.org/10.1111/emip.12604

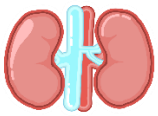
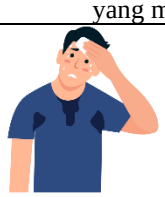
LAMPIRAN

Lampiran 1

Tabel Pertanyaan *Game* "BioMorph" Bab Sistem Ekskresi

Sub-bab 1 : Fungsi dan Peranan Sistem Ekskresi			
No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Tubuh manusia menghasilkan zat sisa dari proses metabolisme yang harus dikeluarkan agar tidak meracuni tubuh. Salah satu fungsi utama dari sistem ekskresi pada manusia adalah .... a. Menghasilkan hormon pengatur metabolisme b. Menyerap nutrisi dari makanan c. Mengeluarkan zat sisa metabolisme dari dalam tubuh d. Mengangkut oksigen ke seluruh tubuh	C	Level 1
2.	Mengapa sistem ekskresi sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia? a. Karena berperan dalam mengatur tekanan darah dan kadar hormon b. Karena membuang zat sisa yang beracun dari dalam tubuh c. Karena membantu sistem pencernaan dalam penyerapan zat makanan d. Karena menyimpan energi untuk aktivitas tubuh	B	Level 2
3.	Seorang siswa mengalami gangguan pada ginjalnya sehingga tidak dapat menyaring darah dengan baik. Apa dampak yang mungkin terjadi pada tubuhnya? a. Meningkatnya produksi sel darah merah b. Penumpukan zat sisa metabolisme dalam darah c. Meningkatnya kadar insulin dalam tubuh d. Menurunnya suhu tubuh secara drastis	B	Level 3
4.	Seseorang mengalami penumpukan zat sisa metabolisme nitrogen di dalam darah. Berdasarkan fungsi ekskresi, hal tersebut kemungkinan besar terjadi karena .... a. Hati tidak memproduksi empedu secara cukup b. Paru-paru tidak mampu mengeluarkan karbon dioksida dengan baik c. Kulit tidak dapat mengeluarkan garam mineral melalui keringat d. Ginjal tidak berfungsi optimal dalam menyaring zat sisa nitrogen	D	Level 4

5.	Mana dari kebiasaan berikut ini yang paling mendukung fungsi dan peranan sistem ekskresi dalam tubuh? a. Mengonsumsi makanan tinggi protein dan garam untuk menambah energi b. Rajin minum air putih dan tidak menahan buang air kecil c. Olahraga intens tanpa asupan air agar tubuh cepat mengeluarkan racun d. Menghindari sayuran karena mengandung banyak air	B	Level 5
Sub-bab 2 : Struktur dan Organ Sistem Ekskresi			
No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Salah satu organ dalam tubuh manusia berfungsi menyaring darah untuk membuang zat sisa melalui urin. Organ utama dalam sistem ekskresi yang berfungsi menyaring darah adalah .... a. Hati b. Paru-paru c. Ginjal d. Usus	C	Level 1
2.	Apa hubungan antara paru-paru dan sistem ekskresi? a. Paru-paru menyaring darah dari zat racun b. Paru-paru mengeluarkan karbondioksida sebagai sisa metabolisme c. Paru-paru menghasilkan hormon ekskretori d. Paru-paru membantu pencernaan	B	Level 2
3.	Bagian tubuh yang akan berkeringat lebih banyak ketika seseorang berada di tempat panas adalah .... a. Ginjal b. Paru-paru c. Kulit d. Hati	C	Level 3
4.	Jika seseorang mengalami kerusakan pada kulit sehingga tidak bisa berkeringat, apa dampaknya bagi tubuh? a. Tubuh akan menjadi sangat kering b. Tekanan darah akan meningkat c. Suhu tubuh sulit dikendalikan d. Karbon dioksida tidak bisa keluar	C	Level 4
5.	Manakah dari pilihan berikut yang menunjukkan upaya menjaga kesehatan organ ekskresi? a. Mengonsumsi makanan asin secara berlebihan b. Sering menahan buang air kecil c. Rajin minum air putih dan menjaga kebersihan tubuh	C	Level 5

	d. Kurang tidur dan tidak berolahraga		
Sub-bab 3 : Proses Kerja Sistem Ekskresi			
No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	 Proses pembentukan urin dimulai dari tahap .... a. Reabsorpsi b. Augmentasi c. Filtrasi d. Sekresi	C	Level 1
2.	Mengapa proses reabsorpsi dalam pembentukan urin sangat penting? a. Karena menyaring zat sisa dari darah ke dalam kapsul Bowman b. Karena mengembalikan zat-zat penting seperti glukosa dan air ke darah c. Karena mengalirkan urin dari ginjal ke kandung kemih d. Karena membentuk urin primer dari darah yang masuk ke nefron	B	Level 2
3.	 Seseorang sedang berlari di siang hari dan tubuhnya berkeringat banyak. Apa proses ekskresi yang sedang terjadi melalui kulit? a. Pembuangan urea, garam, dan air untuk membantu mendinginkan tubuh b. Penyerapan cairan dari udara untuk mencegah dehidrasi c. Penurunan produksi zat sisa karena aktivitas otot meningkat d. Penyerapan garam dari makanan untuk digunakan saat berkeringat	A	Level 3
4.	Urutan proses pembentukan urin yang benar adalah .... a. Reabsorpsi → Filtrasi → Augmentasi b. Filtrasi → Reabsorpsi → Augmentasi c. Augmentasi → Reabsorpsi → Filtrasi d. Filtrasi → Augmentasi → Reabsorpsi	B	Level 4
5.	Mana dari aktivitas berikut yang paling efektif membantu paru-paru dalam menjalankan fungsi ekskresinya? a. Menghindari makanan tinggi lemak b. Rajin minum air putih 2 liter per hari c. Berolahraga secara rutin di udara sega d. Tidur cukup minimal 8 jam sehari	C	Level 5

Sub-bab 4 : Gangguan Sistem Ekskresi			
No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Penyakit yang terjadi karena adanya batu di saluran ginjal disebut .... a. Uremia b. Gagal Ginjal c. Asma d. Batu ginjal	D	Level 1
2.	Ginjal menyaring darah dan membuang zat sisa melalui urin. Jika tubuh kekurangan cairan, zat-zat sisa bisa menumpuk dan membentuk kristal. Apa yang menyebabkan seseorang bisa terkena batu ginjal? a. Kekurangan oksigen b. Makan terlalu banyak gula c. Kekurangan air dan terlalu banyak konsumsi garam d. Terlalu banyak tidur	C	Level 2
3.	Jika seseorang mengalami gejala seperti sakit saat buang air kecil dan urin berdarah, kemungkinan besar orang tersebut mengalami .... a. Pneumonia b. Batu Ginjal c. Infeksi saluran kemih d. Radang Ginjal	C	Level 3
4.	Sakit pinggang, urin keruh, sering buang air kecil Gangguan yang sesuai dengan gejala di atas adalah .... a. Batu ginjal b. Gagal Ginjal c. Diabetes Insipidus d. Uremia	A	Level 4
5.	Seorang siswa terbiasa jarang minum air dan sering mengonsumsi makanan asin. Apa dampak jangka panjang terhadap sistem ekskresinya? a. Penurunan kerja hati karena kelebihan garam b. Meningkatnya pembentukan batu ginjal akibat kurang cairan c. Paru-paru terganggu karena kandungan garam tinggi dalam darah d. Peningkatan volume darah karena air ditahan oleh tubuh	B	Level 5

Lampiran 2

Tabel Skor SUS Responden

Responden	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
1	5	3	5	3	5	3	5	3	5	5
2	5	5	5	3	5	1	5	1	5	5
3	5	1	5	2	3	4	4	1	5	1
4	4	1	5	3	5	4	5	2	5	5
5	5	1	5	1	5	1	5	1	5	5
6	5	2	5	2	4	3	4	2	4	3
7	5	2	5	3	5	1	5	3	5	1
8	3	2	3	1	3	1	3	1	3	2
9	4	3	5	3	4	2	5	2	5	2
10	5	2	4	2	5	2	4	2	4	2
11	5	2	4	2	5	3	5	3	5	2
12	4	2	5	2	3	1	5	1	5	1
13	4	3	3	3	5	1	4	1	4	3
14	5	3	4	3	4	1	3	1	3	2
15	4	3	3	3	4	2	3	2	3	3
16	5	2	5	2	5	2	5	2	5	1
17	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3
18	4	2	4	2	5	3	5	3	5	3
19	5	3	5	3	3	1	3	1	3	3
20	5	3	5	3	3	1	5	1	5	3
21	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3
22	5	2	4	2	4	2	5	2	5	2
23	5	2	5	2	4	2	5	2	5	2
24	4	3	5	3	4	3	4	3	4	3
25	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2
26	4	2	5	2	4	1	4	1	4	3
27	4	2	5	2	5	2	5	2	5	2
28	5	3	5	3	5	1	3	1	3	3
29	4	3	4	3	5	3	4	3	4	2
30	5	3	5	3	5	3	5	3	5	3
31	4	5	4	5	5	1	5	1	5	3
32	5	3	4	3	4	3	4	3	4	3
33	3	2	5	2	5	1	4	1	4	3
34	3	3	5	3	4	2	3	2	3	1
35	4	3	5	3	4	1	5	1	5	3
36	4	2	5	2	5	1	4	3	4	3

37	4	2	4	2	4	2	4	2	4	1
38	4	2	4	2	4	2	4	3	4	3
39	4	1	5	1	4	1	4	3	4	2
40	5	2	5	2	5	2	5	2	5	3
41	5	2	5	2	5	4	5	1	5	2
42	5	3	4	3	5	3	3	3	3	2
43	3	2	3	2	4	1	4	1	4	3
44	5	4	5	3	3	3	3	2	5	3
45	4	3	4	3	4	3	4	2	4	3
46	4	2	3	2	3	1	5	2	3	3
47	4	1	3	1	5	2	3	1	4	2
48	5	2	3	2	3	3	4	3	4	1
49	4	2	1	2	1	2	3	2	3	2
50	4	3	4	1	3	2	5	1	5	2
51	4	3	4	2	3	2	3	2	3	1
52	4	1	4	3	4	1	5	3	5	2
53	5	2	5	3	5	4	5	2	5	3
54	5	3	5	1	5	3	4	5	5	1
55	5	3	5	2	5	1	4	2	5	3
56	5	2	4	4	4	4	5	4	4	4
57	3	3	4	2	5	3	4	3	3	1
58	4	1	5	3	5	1	5	1	5	5
59	5	2	5	3	5	1	5	1	3	4
60	5	3	3	2	5	1	5	2	3	3

Tabel Skor Hasil SUS

Responden	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Jumlah	x 2.5
1	4	2	4	2	4	2	4	2	4	0	28	70
2	4	0	4	2	4	4	4	4	4	0	30	75
3	4	4	4	3	2	1	3	4	4	4	33	82.5
4	3	4	4	2	4	1	4	3	4	0	29	72.5
5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	36	90
6	4	3	4	3	3	2	3	3	3	2	30	75
7	4	3	4	2	4	4	4	2	4	4	35	87.5
8	2	3	2	4	2	2	4	4	2	3	28	70
9	3	3	4	2	3	3	3	3	4	3	31	77.5
10	4	3	3	3	4	1	4	3	3	3	31	77.5
11	4	2	3	3	4	4	4	2	4	1	31	77.5
12	3	2	4	3	2	4	3	4	4	4	33	82.5
13	3	2	1	2	4	4	3	4	3	2	28	70

14	4	2	3	2	3	4	3	4	2	3	30	75
15	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	24	60
16	4	0	4	3	4	2	4	3	4	4	32	80
17	4	3	4	0	4	2	4	2	4	2	29	72.5
18	3	2	3	1	4	2	4	2	4	0	25	62.5
19	4	2	4	2	2	3	4	4	2	0	27	67.5
20	4	4	4	2	2	2	4	4	4	0	30	75
21	4	2	4	2	4	0	2	2	4	0	24	60
22	4	4	3	3	3	3	4	3	4	1	32	80
23	4	3	4	3	3	3	4	3	4	3	34	85
24	3	2	4	2	3	4	3	2	3	2	28	70
25	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	29	72.5
26	3	4	4	4	3	4	3	4	3	2	34	85
27	3	3	4	3	4	3	3	3	4	1	31	77.5
28	4	3	4	2	4	4	0	4	2	2	29	72.5
29	3	4	3	2	4	3	3	0	3	3	28	70
30	4	1	4	2	4	2	2	2	4	2	27	67.5
31	3	3	3	0	4	4	4	4	4	2	31	77.5
32	4	2	3	2	3	3	3	2	3	2	27	67.5
33	2	1	4	3	4	4	4	4	3	0	29	72.5
34	2	4	4	2	3	3	2	3	2	4	29	72.5
35	3	4	4	4	3	4	2	4	4	0	32	80
36	3	4	4	0	4	4	4	4	0	2	29	72.5
37	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	32	80
38	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	28	70
39	3	3	4	4	3	2	4	2	3	1	29	72.5
40	4	4	4	3	4	2	4	3	4	4	36	90
41	4	2	4	3	4	1	4	4	4	4	34	85
42	4	2	3	2	4	2	3	2	2	3	27	67.5
43	2	4	4	1	3	4	3	4	3	2	30	75
44	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	38	95
45	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	32	80
46	4	4	4	4	2	4	4	3	4	2	35	87.5
47	3	2	2	4	4	3	3	4	4	3	32	80
48	4	4	3	3	4	4	4	2	3	2	33	82.5
49	3	2	3	3	3	3	3	3	2	2	27	67.5
50	3	2	3	4	3	0	1	1	4	3	24	60
51	3	2	3	2	2	3	2	3	2	2	24	60
52	3	2	3	4	3	4	3	4	4	3	33	82.5
53	4	3	4	2	4	1	4	3	4	2	31	77.5
54	4	2	4	4	4	2	3	0	4	4	31	77.5

55	4	2	4	3	4	4	3	3	4	2	33	82.5
56	4	3	3	1	3	1	4	1	3	1	24	60
57	2	2	3	3	4	2	3	2	2	4	27	67.5
58	3	4	4	2	4	4	4	4	4	0	33	82.5
59	4	3	4	2	4	4	4	4	2	1	32	80
60	4	2	2	3	4	4	4	3	2	2	30	75
Jumlah skor SUS												4520
Skor Rata-Rata SUS												75.333

Lampiran 3

Bukti Validasi Ahli

LEMBAR PERSETUJUAN VALIDASI AHLI MATERI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Shofiyah, S.Pd., Gr.

Pengampu Mata Pelajaran : IPA Terpadu

Instansi : MTs Negeri 2 Tuban

Menyatakan bahwa saya telah melakukan telaah dan validasi terhadap:

1. Pembagian Sub-bab materi sistem ekskresi dalam *game* "BioMorph"
   a. Fungsi dan peranan sistem ekskresi
   b. Struktur dan organ sistem ekskresi
   c. Proses kerja sistem ekskresi
   d. Gangguan sistem ekskresi
2. Instrumen Soal
   - Materi : IPA Kelas VIII
   - Topik : Sistem ekskresi
   - Jumlah Soal : 20
   - Soal : Pilihan Ganda

Sub-bab 1 : Fungsi dan Peranan Sistem Ekskresi

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Salah satu fungsi utama dari sistem ekskresi pada manusia adalah .... a. Menghasilkan hormon pengatur metabolisme b. Menyerap nutrisi dari makanan c. Mengeluarkan zat sisa metabolisme dari dalam tubuh d. Mengangkut oksigen ke seluruh tubuh	C	C1
2.	Mengapa sistem ekskresi sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia? a. Karena berperan dalam mengatur tekanan darah dan kadar hormon b. Karena membuang zat sisa yang beracun dari dalam tubuh c. Karena membantu sistem pencernaan dalam penyerapan zat makanan d. Karena menyimpan energi untuk	B	C2

Saran:
- Terdapat beberapa sistem organ pada manusia, diantaranya sistem ekskresi.

	aktivitas tubuh		
3.	Seorang siswa mengalami gangguan pada ginjalnya sehingga tidak dapat menyaring darah dengan baik. Apa dampak yang mungkin terjadi pada tubuhnya? a. Meningkatnya produksi sel darah merah b. Penumpukan zat sisa metabolisme dalam darah c. Meningkatnya kadar insulin dalam tubuh d. Menurunnya suhu tubuh secara drastis	B	C3
4.	Seseorang mengalami penumpukan zat *sisa* metabolisme nitrogen di dalam darah. Berdasarkan fungsi ekskresi, hal tersebut kemungkinan besar terjadi karena .... a. Hati tidak memproduksi empedu secara cukup b. Paru-paru tidak mampu mengeluarkan karbon dioksida dengan baik c. Kulit tidak dapat mengeluarkan garam mineral melalui keringat d. Ginjal tidak berfungsi optimal dalam menyaring zat sisa nitrogen	D	C4
5.	Mana dari kebiasaan berikut ini yang paling mendukung fungsi dan peranan sistem ekskresi dalam tubuh? a. Mengonsumsi makanan tinggi protein dan garam untuk menambah energi b. Rajin minum air putih dan tidak menahan buang air kecil c. Olahraga intens tanpa asupan air agar tubuh cepat mengeluarkan racun d. Menghindari sayuran karena mengandung banyak air	B	C5

Sub-bab 2 : Struktur dan Organ Sistem Ekskresi

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Organ utama dalam sistem ekskresi yang berfungsi menyaring darah adalah .... a. Hati b. Paru-paru c. Ginjal d. Usus	C	C1
2.	Apa hubungan antara paru-paru dan sistem ekskresi? a. Paru-paru menyaring darah dari zat racun b. Paru-paru mengeluarkan karbondioksida sebagai sisa metabolisme c. Paru-paru menghasilkan hormon ekskretori d. Paru-paru membantu pencernaan	B	C2
3.	Bagian tubuh yang akan berkeringat lebih banyak ketika seseorang berada di tempat panas adalah .... a. Ginjal b. Paru-paru c. Kulit d. Hati	C	C3
4.	Jika seseorang mengalami kerusakan pada kulit sehingga tidak bisa berkeringat, apa dampaknya bagi tubuh? a. Tubuh akan menjadi sangat kering b. Tekanan darah akan meningkat c. Suhu tubuh sulit dikendalikan d. Karbon dioksida tidak bisa keluar	C	C4

5.	Manakah dari pilihan berikut yang menunjukkan upaya menjaga kesehatan organ ekskresi? a. Mengonsumsi makanan asin secara berlebihan b. Sering menahan buang air kecil c. Rajin minum air putih dan menjaga kebersihan tubuh d. Kurang tidur dan tidak berolahraga	C	C5

Sub-bab 3 : Proses Kerja Sistem Ekskresi

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Proses pembentukan urin dimulai dari tahap .... a. Reabsorpsi b. Augmentasi c. Filtrasi d. Sekresi	C	C1
2.	Mengapa proses reabsorpsi dalam pembentukan urin sangat penting? a. Karena menyaring zat sisa dari darah ke dalam kapsul Bowman b. Karena mengembalikan zat-zat penting seperti glukosa dan air ke darah c. Karena mengalirkan urin dari ginjal ke kandung kemih d. Karena membentuk urin primer dari darah yang masuk ke nefron	B	C2
3.	Seseorang sedang berlari di siang hari dan tubuhnya berkeringat banyak. Apa proses ekskresi yang sedang terjadi melalui kulit? a. Pembuangan urea, garam, dan air untuk membantu mendinginkan tubuh b. Penyerapan cairan dari udara untuk mencegah dehidrasi	A	C3

+ Gambar ginjal

+ Ilustrasi/gambar orang yang berkeringat lagi

	c. Penurunan produksi zat sisa karena aktivitas otot meningkat d. Penyerapan garam dari makanan untuk digunakan saat berkeringat		
4.	Urutan proses pembentukan urin yang benar adalah .... a. Reabsorpsi → Filtrasi → Augmentasi b. Filtrasi → Reabsorpsi → Augmentasi c. Augmentasi → Reabsorpsi → Filtrasi d. Filtrasi → Augmentasi → Reabsorpsi	B	C4
5.	Mana dari aktivitas berikut yang paling efektif membantu paru-paru dalam menjalankan fungsi ekskresinya? a. Menghindari makanan tinggi lemak b. Rajin minum air putih 2 liter per hari c. Berolahraga secara rutin di udara sega d. Tidur cukup minimal 8 jam sehari	C	C5

Sub-bab 4 : Gangguan Sistem Ekskresi

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Penyakit yang terjadi karena adanya batu di saluran ginjal disebut .... a. Uremia b. Gagal Ginjal c. Asma d. Batu ginjal	D	C1
2.	Apa yang menyebabkan seseorang bisa terkena batu ginjal? a. Kekurangan oksigen b. Makan terlalu banyak gula	C	C2

+ Shmuka

	c. Kekurangan air dan terlalu banyak konsumsi garam d. Terlalu banyak tidur		
3.	Jika seseorang mengalami gejala seperti sakit saat buang air kecil dan urin berdarah, kemungkinan besar orang tersebut mengalami .... a. Pneumonia b. Batu Ginjal c. Infeksi saluran kemih d. Radang Ginjal	C	C3
4.	Sakit pinggang, urin keruh, sering buang air kecil Gangguan yang sesuai dengan gejala di atas adalah .... a. Batu ginjal b. Gagal Ginjal c. Diabetes Insipidus d. Uremia	A	C4
5.	Seorang siswa terbiasa jarang minum air dan sering mengonsumsi makanan asin. Apa dampak jangka panjang terhadap sistem ekskresinya? a. Penurunan kerja hati karena kelebihan garam b. Meningkatnya pembentukan batu ginjal akibat kurang cairan c. Paru-paru terganggu karena kandungan garam tinggi dalam darah d. Peningkatan volume darah karena air ditahan oleh tubuh	B	C5

3. Kriteria Penilaian:
   Terdapat 3 kriteria penilaian yaitu nilai, tingkat kesulitan, dan waktu

a. Nilai

Tipe soal	Nilai
Pengetahuan	2
Pemahaman	6
Penerapan	10
Analisis	14
Evaluasi	18
Total	50

b. Tingkat kesulitan
Berdasarkan level kognitif

Tipe soal	Nilai
Pengetahuan (C1)	1
Pemahaman (C2)	2
Penerapan (C3)	3
Analisis (C4)	4
Evaluasi (C5)	5
Total	15

c. Waktu
Dinilai berdasarkan waktu pemain *menjawab pertanyaan*

Kriteria tersebut akan diterapkan kedalam metode VIKOR sebagai berikut.

No.	kode	Nama Sub-Kriteria	Bobot
1.	C1 (Nilai)	41 – 50	1
2.		31 – 40	2
3.		21 – 30	3
4.		11 – 20	4
5.		1 – 10	5
6.	C2 (Tingkat kesulitan)	13 – 15 poin	1
7.		10 – 12 poin	2
8.		7 – 9 poin	3
9.		4 – 6 poin	4
10.		1 – 3 poin	5

No.	kode	Nama Sub-Kriteria	Bobot
11.	C3 (Waktu)	1 – 69 detik	1
12.		70 – 138 detik	2
13.		139 – 207 detik	3
14.		208 – 276 detik	4
15.		277 – 345 detik	5

Dengan ini, saya menyatakan bahwa instrumen soal, kriteria penilaian, dan pembagian sub-bab dalam *game* BioMorph telah sesuai dan layak digunakan untuk keperluan penelitian.

Demikian lembar persetujuan ini dibuat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Tuban, 16 April 2025

Validator Ahli Materi,
Guru Mata Pelajaran IPA

(Nur Shofiyah, S.Pd., Gr.)
NIP. 199106232023212042

LEMBAR PERSETUJUAN VALIDASI AHLI MATERI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fauzatul Jannah, S.Pd

Pengampu Mata Pelajaran : 197202131997032004

Instansi : MTsN 1 Pamekasan

Menyatakan bahwa saya telah melakukan telaah dan validasi terhadap:

1. Pembagian Sub-bab materi sistem ekskresi dalam *game* "BioMorph"
   a. Fungsi dan peranan sistem ekskresi
   b. Struktur dan organ sistem ekskresi
   c. Proses kerja sistem ekskresi
   d. Gangguan sistem ekskresi
2. Instrumen Soal
   - Materi : IPA Kelas VIII
   - Topik : Sistem ekskresi
   - Jumlah Soal : 20
   - Soal : Pilihan Ganda

Sub-bab 1 : Fungsi dan Peranan Sistem Ekskresi

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Salah satu fungsi utama dari sistem ekskresi pada manusia adalah .... a. Menghasilkan hormon pengatur metabolisme b. Menyerap nutrisi dari makanan c. Mengeluarkan zat sisa metabolisme dari dalam tubuh d. Mengangkut oksigen ke seluruh tubuh	C	C1
2.	Mengapa sistem ekskresi sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia? a. Karena berperan dalam mengatur tekanan darah dan kadar hormon b. Karena membuang zat sisa yang beracun dari dalam tubuh c. Karena membantu sistem pencernaan dalam penyerapan zat makanan	B	C2

	d. Karena menyimpan energi untuk aktivitas tubuh		
3.	Seorang siswa mengalami gangguan pada ginjalnya sehingga tidak dapat menyaring darah dengan baik. Apa dampak yang mungkin terjadi pada tubuhnya? a. Meningkatnya produksi sel darah merah b. Penumpukan zat sisa metabolisme dalam darah c. Meningkatnya kadar insulin dalam tubuh d. Menurunnya suhu tubuh secara drastis	B	C3
4.	Seseorang mengalami penumpukan zat sisa metabolisme nitrogen di dalam darah. Berdasarkan fungsi ekskresi, hal tersebut kemungkinan besar terjadi karena .... a. Hati tidak memproduksi empedu secara cukup b. Paru-paru tidak mampu mengeluarkan karbon dioksida dengan baik c. Kulit tidak dapat mengeluarkan garam mineral melalui keringat d. Ginjal tidak berfungsi optimal dalam menyaring zat sisa nitrogen	D	C4
5.	Mana dari kebiasaan berikut ini yang paling mendukung fungsi dan peranan sistem ekskresi dalam tubuh? a. Mengonsumsi makanan tinggi protein dan garam untuk menambah energi b. Rajin minum air putih dan tidak menahan buang air kecil c. Olahraga intens tanpa asupan air agar tubuh cepat mengeluarkan racun d. Menghindari sayuran karena mengandung banyak air	B	C5

Sub-bab 2 : Struktur dan Organ Sistem Ekskresi

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Organ utama dalam sistem ekskresi yang berfungsi menyaring darah adalah .... a. Hati b. Paru-paru c. Ginjal d. Usus	C	C1
2.	Apa hubungan antara paru-paru dan sistem ekskresi? a. Paru-paru menyaring darah dari zat racun b. Paru-paru mengeluarkan karbondioksida sebagai sisa metabolisme c. Paru-paru menghasilkan hormon ekskretori d. Paru-paru membantu pencernaan	B	C2
3.	Bagian tubuh yang akan berkeringat lebih banyak ketika seseorang berada di tempat panas adalah .... a. Ginjal b. Paru-paru c. Kulit d. Hati	C	C3
4.	Jika seseorang mengalami kerusakan pada kulit sehingga tidak bisa berkeringat, apa dampaknya bagi tubuh? a. Tubuh akan menjadi sangat kering b. Tekanan darah akan meningkat c. Suhu tubuh sulit dikendalikan d. Karbon dioksida tidak bisa keluar	C	C4

5.	Manakah dari pilihan berikut yang menunjukkan upaya menjaga kesehatan organ ekskresi? a. Mengonsumsi makanan asin secara berlebihan b. Sering menahan buang air kecil c. Rajin minum air putih dan menjaga kebersihan tubuh d. Kurang tidur dan tidak berolahraga	C	C5

Sub-bab 3 : Proses Kerja Sistem Ekskresi

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Proses pembentukan urin dimulai dari tahap .... a. Reabsorpsi b. Augmentasi c. Filtrasi d. Sekresi	C	C1
2.	Mengapa proses reabsorpsi dalam pembentukan urin sangat penting? a. Karena menyaring zat sisa dari darah ke dalam kapsul Bowman b. Karena mengembalikan zat-zat penting seperti glukosa dan air ke darah c. Karena mengalirkan urin dari ginjal ke kandung kemih d. Karena membentuk urin primer dari darah yang masuk ke nefron	B	C2
3.	Seseorang sedang berlari di siang hari dan tubuhnya berkeringat banyak. Apa proses ekskresi yang sedang terjadi melalui kulit? a. Pembuangan urea, garam, dan air untuk membantu mendinginkan tubuh b. Penyerapan cairan dari udara untuk	A	C3

	mencegah dehidrasi c. Penurunan produksi zat sisa karena aktivitas otot meningkat d. Penyerapan garam dari makanan untuk digunakan saat berkeringat		
4.	Urutan proses pembentukan urin yang benar adalah .... a. Reabsorpsi → Filtrasi → Augmentasi b. Filtrasi → Reabsorpsi → Augmentasi c. Augmentasi → Reabsorpsi → Filtrasi d. Filtrasi → Augmentasi → Reabsorpsi	B	C4
5.	Mana dari aktivitas berikut yang paling efektif membantu paru-paru dalam menjalankan fungsi ekskresinya? a. Menghindari makanan tinggi lemak b. Rajin minum air putih 2 liter per hari c. Berolahraga secara rutin di udara sega d. Tidur cukup minimal 8 jam sehari	C	C5

Sub-bab 4 : Gangguan Sistem Ekskresi

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Penyakit yang terjadi karena adanya batu di saluran ginjal disebut .... a. Uremia b. Gagal Ginjal c. Asma d. Batu ginjal	D	C1
2.	Apa yang menyebabkan seseorang bisa terkena batu ginjal? a. Kekurangan oksigen	C	C2

	b. Makan terlalu banyak gula c. Kekurangan air dan terlalu banyak konsumsi garam d. Terlalu banyak tidur		
3.	Jika seseorang mengalami gejala seperti sakit saat buang air kecil dan urin berdarah, kemungkinan besar orang tersebut mengalami .... a. Pneumonia b. Batu Ginjal c. Infeksi saluran kemih d. Radang Ginjal	C	C3
4.	Sakit pinggang, urin keruh, sering buang air kecil Gangguan yang sesuai dengan gejala di atas adalah .... a. Batu ginjal b. Gagal Ginjal c. Diabetes Insipidus d. Uremia	A	C4
5.	Seorang siswa terbiasa jarang minum air dan sering mengonsumsi makanan asin. Apa dampak jangka panjang terhadap sistem ekskresinya? a. Penurunan kerja hati karena kelebihan garam b. Meningkatnya pembentukan batu ginjal akibat kurang cairan c. Paru-paru terganggu karena kandungan garam tinggi dalam darah d. Peningkatan volume darah karena air ditahan oleh tubuh	B	C5

3. Kriteria Penilaian:
   Terdapat 3 kriteria penilaian yaitu nilai, tingkat kesulitan, dan waktu

a. Nilai

Tipe soal	Nilai
Pengetahuan	2
Pemahaman	6
Penerapan	10
Analisis	14
Evaluasi	18
Total	50

b. Tingkat kesulitan
Berdasarkan level kognitif

Tipe soal	Nilai
Pengetahuan (C1)	1
Pemahaman (C2)	2
Penerapan (C3)	3
Analisis (C4)	4
Evaluasi (C5)	5
Total	15

c. Waktu
Dinilai berdasarkan waktu pemain menjawab pertanyaan

Kriteria tersebut akan diterapkan kedalam metode VIKOR sebagai berikut.

No.	kode	Nama Sub-Kriteria	Bobot
1.	C1 (Nilai)	41 – 50	1
2.		31 – 40	2
3.		21 – 30	3
4.		11 – 20	4
5.		1 – 10	5
6.	C2 (Tingkat kesulitan)	13 – 15 poin	1
7.		10 – 12 poin	2
8.		7 – 9 poin	3
9.		4 – 6 poin	4
10.		1 – 3 poin	5

No.	kode	Nama Sub-Kriteria	Bobot
11.	C3 (Waktu)	1 – 69 detik	1
12.		70 – 138 detik	2
13.		139 – 207 detik	3
14.		208 – 276 detik	4
15.		277 – 345 detik	5

Dengan ini, saya menyatakan bahwa instrumen soal, kriteria penilaian, dan pembagian sub-bab dalam *game* BioMorph telah sesuai dan layak digunakan untuk keperluan penelitian.

Demikian lembar persetujuan ini dibuat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pamekasan, Mei 2025

Validator Ahli Materi,
Guru Mata Pelajaran IPA

Fauzatul Jannah, S.Pd
NIP: 197202131997032004

LEMBAR PERSETUJUAN VALIDASI AHLI MATERI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Moh. Junaidi, SP.

Pengampu Mata Pelajaran : 196910172021211001

Instansi : SMP Negeri 1 Pademawu

Menyatakan bahwa saya telah melakukan telaah dan validasi terhadap:

1. Pembagian Sub-bab materi sistem ekskresi dalam *game* "BioMorph"
   a. Fungsi dan peranan sistem ekskresi
   b. Struktur dan organ sistem ekskresi
   c. Proses kerja sistem ekskresi
   d. Gangguan sistem ekskresi
2. Instrumen Soal
   - Materi : IPA Kelas VIII
   - Topik : Sistem ekskresi
   - Jumlah Soal : 20
   - Soal : Pilihan Ganda

Sub-bab 1 : Fungsi dan Peranan Sistem Ekskresi

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Salah satu fungsi utama dari sistem ekskresi pada manusia adalah .... a. Menghasilkan hormon pengatur metabolisme b. Menyerap nutrisi dari makanan c. Mengeluarkan zat sisa metabolisme dari dalam tubuh d. Mengangkut oksigen ke seluruh tubuh	C	C1
2.	Mengapa sistem ekskresi sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia? a. Karena berperan dalam mengatur tekanan darah dan kadar hormon b. Karena membuang zat sisa yang beracun dari dalam tubuh c. Karena membantu sistem pencernaan dalam penyerapan zat makanan	B	C2

	d. Karena menyimpan energi untuk aktivitas tubuh		
3.	Seorang siswa mengalami gangguan pada ginjalnya sehingga tidak dapat menyaring darah dengan baik. Apa dampak yang mungkin terjadi pada tubuhnya? a. Meningkatnya produksi sel darah merah b. Penumpukan zat sisa metabolisme dalam darah c. Meningkatnya kadar insulin dalam tubuh d. Menurunnya suhu tubuh secara drastis	B	C3
4.	Seseorang mengalami penumpukan zat sisa metabolisme nitrogen di dalam darah. Berdasarkan fungsi ekskresi, hal tersebut kemungkinan besar terjadi karena .... a. Hati tidak memproduksi empedu secara cukup b. Paru-paru tidak mampu mengeluarkan karbon dioksida dengan baik c. Kulit tidak dapat mengeluarkan garam mineral melalui keringat d. Ginjal tidak berfungsi optimal dalam menyaring zat sisa nitrogen	D	C4
5.	Mana dari kebiasaan berikut ini yang paling mendukung fungsi dan peranan sistem ekskresi dalam tubuh? a. Mengonsumsi makanan tinggi protein dan garam untuk menambah energi b. Rajin minum air putih dan tidak menahan buang air kecil c. Olahraga intens tanpa asupan air agar tubuh cepat mengeluarkan racun d. Menghindari sayuran karena mengandung banyak air	B	C5

Sub-bab 2 : Struktur dan Organ Sistem Ekskresi

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Organ utama dalam sistem ekskresi yang berfungsi menyaring darah adalah .... a. Hati b. Paru-paru c. Ginjal d. Usus	C	C1
2.	Apa hubungan antara paru-paru dan sistem ekskresi? a. Paru-paru menyaring darah dari zat racun b. Paru-paru mengeluarkan karbondioksida sebagai sisa metabolisme c. Paru-paru menghasilkan hormon ekskretori d. Paru-paru membantu pencernaan	B	C2
3.	Bagian tubuh yang akan berkeringat lebih banyak ketika seseorang berada di tempat panas adalah .... a. Ginjal b. Paru-paru c. Kulit d. Hati	C	C3
4.	Jika seseorang mengalami kerusakan pada kulit sehingga tidak bisa berkeringat, apa dampaknya bagi tubuh? a. Tubuh akan menjadi sangat kering b. Tekanan darah akan meningkat c. Suhu tubuh sulit dikendalikan d. Karbon dioksida tidak bisa keluar	C	C4

5.	Manakah dari pilihan berikut yang menunjukkan upaya menjaga kesehatan organ ekskresi? a. Mengonsumsi makanan asin secara berlebihan b. Sering menahan buang air kecil c. Rajin minum air putih dan menjaga kebersihan tubuh d. Kurang tidur dan tidak berolahraga	C	C5

Sub-bab 3 : Proses Kerja Sistem Ekskresi

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Proses pembentukan urin dimulai dari tahap .... a. Reabsorpsi b. Augmentasi c. Filtrasi d. Sekresi	C	C1
2.	Mengapa proses reabsorpsi dalam pembentukan urin sangat penting? a. Karena menyaring zat sisa dari darah ke dalam kapsul Bowman b. Karena mengembalikan zat-zat penting seperti glukosa dan air ke darah c. Karena mengalirkan urin dari ginjal ke kandung kemih d. Karena membentuk urin primer dari darah yang masuk ke nefron	B	C2
3.	Seseorang sedang berlari di siang hari dan tubuhnya berkeringat banyak. Apa proses ekskresi yang sedang terjadi melalui kulit? a. Pembuangan urea, garam, dan air untuk membantu mendinginkan tubuh b. Penyerapan cairan dari udara untuk	A	C3

	mencegah dehidrasi c. Penurunan produksi zat sisa karena aktivitas otot meningkat d. Penyerapan garam dari makanan untuk digunakan saat berkeringat		
4.	Urutan proses pembentukan urin yang benar adalah .... a. Reabsorpsi → Filtrasi → Augmentasi b. Filtrasi → Reabsorpsi → Augmentasi c. Augmentasi → Reabsorpsi → Filtrasi d. Filtrasi → Augmentasi → Reabsorpsi	B	C4
5.	Mana dari aktivitas berikut yang paling efektif membantu paru-paru dalam menjalankan fungsi ekskresinya? a. Menghindari makanan tinggi lemak b. Rajin minum air putih 2 liter per hari c. Berolahraga secara rutin di udara sega d. Tidur cukup minimal 8 jam sehari	C	C5

Sub-bab 4 : Gangguan Sistem Ekskresi

No.	Soal	Kunci Jawaban	Level Kognitif
1.	Penyakit yang terjadi karena adanya batu di saluran ginjal disebut .... a. Uremia b. Gagal Ginjal c. Asma d. Batu ginjal	D	C1
2.	Apa yang menyebabkan seseorang bisa terkena batu ginjal? a. Kekurangan oksigen	C	C2

	b. Makan terlalu banyak gula c. Kekurangan air dan terlalu banyak konsumsi garam d. Terlalu banyak tidur		
3.	Jika seseorang mengalami gejala seperti sakit saat buang air kecil dan urin berdarah, kemungkinan besar orang tersebut mengalami .... a. Pneumonia b. Batu Ginjal c. Infeksi saluran kemih d. Radang Ginjal	C	C3
4.	Sakit pinggang, urin keruh, sering buang air kecil Gangguan yang sesuai dengan gejala di atas adalah .... a. Batu ginjal b. Gagal Ginjal c. Diabetes Insipidus d. Uremia	A	C4
5.	Seorang siswa terbiasa jarang minum air dan sering mengonsumsi makanan asin. Apa dampak jangka panjang terhadap sistem ekskresinya? a. Penurunan kerja hati karena kelebihan garam b. Meningkatnya pembentukan batu ginjal akibat kurang cairan c. Paru-paru terganggu karena kandungan garam tinggi dalam darah d. Peningkatan volume darah karena air ditahan oleh tubuh	B	C5

3. Kriteria Penilaian:
   Terdapat 3 kriteria penilaian yaitu nilai, tingkat kesulitan, dan waktu

a. Nilai

Tipe soal	Nilai
Pengetahuan	2
Pemahaman	6
Penerapan	10
Analisis	14
Evaluasi	18
Total	50

b. Tingkat kesulitan
Berdasarkan level kognitif

Tipe soal	Nilai
Pengetahuan (C1)	1
Pemahaman (C2)	2
Penerapan (C3)	3
Analisis (C4)	4
Evaluasi (C5)	5
Total	15

c. Waktu
Dinilai berdasarkan waktu pemain menjawab pertanyaan

Kriteria tersebut akan diterapkan kedalam metode VIKOR sebagai berikut.

No.	kode	Nama Sub-Kriteria	Bobot
1.	C1 (Nilai)	41 – 50	1
2.		31 – 40	2
3.		21 – 30	3
4.		11 – 20	4
5.		1 – 10	5
6.	C2 (Tingkat kesulitan)	13 – 15 poin	1
7.		10 – 12 poin	2
8.		7 – 9 poin	3
9.		4 – 6 poin	4
10.		1 – 3 poin	5

No.	kode	Nama Sub-Kriteria	Bobot
11.	C3 (Waktu)	1 – 69 detik	1
12.		70 – 138 detik	2
13.		139 – 207 detik	3
14.		208 – 276 detik	4
15.		277 – 345 detik	5

Dengan ini, saya menyatakan bahwa instrumen soal, kriteria penilaian, dan pembagian sub-bab dalam *game* BioMorph telah sesuai dan layak digunakan untuk keperluan penelitian.

Demikian lembar persetujuan ini dibuat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pamekasan, Mei 2025

Validator Ahli Materi,
Guru Mata Pelajaran IPA

Moh. Junaidi, SP.
NIP : 196910172021211001

Lampiran 4

Lampiran 5

Tabel Nilai-nilai r Product Moment

N	Taraf Signifikansi		N	Taraf Signifikansi	
	5 %	1 %		5 %	1 %
3	0,997	0,999	38	0,320	0,413
4	0,950	0,990	39	0,316	0,408
5	0,878	0,959	40	0,312	0,403
6	0,811	0,917	41	0,308	0,398
7	0,754	0,874	42	0,304	0,393
8	0,707	0,834	43	0,301	0,389
9	0,666	0,798	44	0,297	0,384
10	0,632	0,765	45	0,294	0,380
11	0,602	0,735	46	0,291	0,376
12	0,576	0,708	47	0,288	0,372
13	0,553	0,684	48	0,284	0,368
14	0,532	0,661	49	0,281	0,364
15	0,514	0,641	50	0,279	0,361
16	0,497	0,623	55	0,266	0,345
17	0,482	0,606	60	0,254	0,330
18	0,468	0,590	65	0,244	0,317
19	0,456	0,575	70	0,235	0,306
20	0,444	0,561	75	0,227	0,296
21	0,433	0,549	80	0,220	0,286
22	0,423	0,537	85	0,213	0,278
23	0,413	0,526	90	0,207	0,270
24	0,404	0,515	95	0,202	0,263
25	0,396	0,505	100	0,195	0,256
26	0,388	0,496	125	0,176	0,230
27	0,381	0,487	150	0,159	0,210
28	0,374	0,478	175	0,148	0,194
29	0,367	0,470	200	0,138	0,181
30	0,361	0,463	300	0,113	0,148
31	0,355	0,456	400	0,098	0,128
32	0,349	0,449	500	0,088	0,115
33	0,344	0,442	600	0,080	0,105
34	0,339	0,436	700	0,074	0,097
35	0,334	0,430	800	0,070	0,091
36	0,329	0,424	900	0,065	0,086
37	0,325	0,418	1000	0,062	0,081