

INTEGRASI ARTIFICIAL INTELLIGENCE DALAM PRAKTIK PEMBUATAN KOMIK EDUKASI INTERAKTIF UNTUK PEMBELAJARAN IPA MATERI AIR DAN LINGKUNGAN

Ieke Wulan Ayu^{1*}, Syarif Fitriyanto², Iman Syahfitra Ramdhani³

¹ Fakultas Pertanian, Universitas Samawa, Sumbawa Besar, Indonesia

² Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Samawa, Sumbawa Besar, Indonesia

³ Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Sumbawa Besar, NTB, Indonesia

Penulis Korespondensi: iekewulanayu002@gmail.com

Article Info

Article History

Received: 01 Desember 2025

Revised: 11 Desember 2025

Published: 31 Desember 2025

Keywords

Artificial Intelligence;
Komik Edukasi Interaktif;
Air dan Lingkungan;
Media Pembelajaran;

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis integrasi AI dalam praktik pembuatan komik edukasi interaktif sebagai media pembelajaran IPA pada materi air dan lingkungan. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif. Penelitian dilaksanakan pada bulan September-November 2025 di Sumbawa Besar. Alat dan bahan yaitu laptop/HP dengan akses internet, platform AI, AI teks (untuk cerita dan dialog), AI gambar (untuk ilustrasi komik), Aplikasi penyusun komik/dokumen (Canva, PowerPoint, PDF editor), modul materi IPA: Air dan Lingkungan. Subjek penelitian adalah peserta didik yang mengikuti pembelajaran IPA, yang terlibat secara aktif dalam praktik pembuatan komik edukasi berbasis AI melalui pendekatan pembelajaran berbasis proyek. Teknik pengumpulan data meliputi observasi, penilaian produk komik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi AI mampu meningkatkan kualitas media pembelajaran yang dihasilkan, ditinjau dari aspek visual, kebahasaan, dan interaktivitas. Peserta didik menunjukkan keterlibatan dan motivasi belajar yang tinggi, serta peningkatan pemahaman konsep pada materi air dan lingkungan. Pemanfaatan AI dalam praktik pembuatan komik edukasi interaktif berpotensi menjadi strategi pembelajaran IPA yang efektif dan relevan untuk diterapkan dalam konteks pendidikan modern.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pendidikan telah memperkenalkan beragam inovasi yang mampu memperkaya pengalaman belajar peserta didik, dan salah satu yang paling menonjol pada era digital adalah pemanfaatan *Artificial Intelligence* (AI). AI merupakan cabang ilmu komputer yang memungkinkan sistem untuk melakukan tugas yang membutuhkan kemampuan kognitif manusia, seperti pengenalan pola, pemrosesan bahasa alami, dan generasi konten visual serta naratif. Integrasi AI dalam pendidikan telah terbukti dapat mendorong pembelajaran yang lebih interaktif, adaptif, dan personal, serta meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran (Fajriati *et al.*, 2024).

AI telah menjadi bagian integral inovasi pendidikan modern dengan kemampuan mempersonalisasi konten pembelajaran, menyediakan media interaktif, serta memfasilitasi pengalaman belajar yang adaptif dan berkualitas tinggi. Perkembangan teknologi dalam pendidikan mengalami percepatan signifikan dalam satu dekade terakhir, terutama dengan hadirnya Artificial Intelligence (AI) yang semakin banyak digunakan untuk mendukung proses pembelajaran. Penelitian terkini menunjukkan bahwa pemanfaatan AI dalam pembelajaran interaktif dapat secara signifikan meningkatkan literasi numerasi dan keterlibatan siswa dalam

proses pembelajaran, terutama ketika media pembelajaran dirancang dengan baik dan berbasis teknologi AI (Sape *et al.*, 2025).

Konsep materi air dan lingkungan merupakan salah satu topik fundamental dalam IPA yang melibatkan pemahaman proses siklus air, pencemaran, konservasi sumber daya air, serta interaksi manusia lingkungan. Namun, berbagai studi menunjukkan bahwa pembelajaran IPA sering kali masih bersifat konvensional mengandalkan ceramah, buku teks, dan tugas tertulis yang kurang mengakomodasi ragam gaya belajar siswa serta kurang mampu memvisualisasikan proses ilmiah yang dinamis. Media pembelajaran inovatif seperti komik edukasi digital menjadi salah satu alternatif yang menjanjikan karena mampu menyederhanakan konsep yang abstrak melalui narasi visual dan ilustratif yang menarik bagi peserta didik. AI dapat digunakan untuk membuat konten pembelajaran yang adaptif, interaktif, dan personal sesuai kebutuhan belajar individu.

AI membuka peluang bagi pendidik yang tidak memiliki keahlian desain visual atau pemrograman untuk menghasilkan media pembelajaran berkualitas tinggi secara efisien. AI mampu menghasilkan gambar, teks, dan narasi secara otomatis yang terintegrasi ke dalam media pembelajaran digital seperti komik interaktif sebuah format yang memadukan elemen cerita, visual, dan keterlibatan pembaca. Media seperti ini ditemukan efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual dan sikap ilmiah siswa dalam pembelajaran IPA secara umum. Misalnya, penggunaan media komik digital telah terbukti mampu meningkatkan hasil belajar dan sikap ilmiah siswa secara signifikan di pembelajaran IPA dibandingkan media konvensional (Tristaningrat & Ariyana, 2024). Pendekatan berbasis teknologi seperti komik edukasi digital terbukti mampu menyederhanakan konsep kompleks melalui narasi visual, gambar berurutan, dan cerita yang kontekstual sehingga dapat meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran (Nurazreen *et al.*, 2025).

Namun, meskipun potensi media komik digital telah diteliti dalam konteks IPA umum dan mata pelajaran lain, penelitian tentang pemanfaatan AI secara khusus dalam pembuatan komik edukasi interaktif untuk materi air dan lingkungan masih sangat terbatas. Beberapa studi pengembangan komik digital telah dilakukan, misalnya dalam pembelajaran sosial atau materi siklus air tanpa integrasi AI. (Hasanah *et al.*, 2025). Penelitian oleh Ali dan Panduwinata (2025) menunjukkan bahwa penggunaan teknologi AI dalam media pembelajaran IPA mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa karena AI menyediakan visualisasi materi yang sebelumnya sulit digambarkan secara manual. Masalah utama dalam pembelajaran IPA materi air dan lingkungan adalah keterbatasan media yang dapat menghadirkan simulasi visualisasi proses alam yang dinamis, seperti siklus air, dampak pencemaran, dan interaksi berbagai komponen lingkungan. Pembelajaran yang hanya menggunakan buku teks sering kali kurang menarik bagi siswa, sehingga sulit membangkitkan motivasi belajar dan keterlibatan aktif siswa. Keadaan ini diperburuk oleh rendahnya tingkat literasi sains peserta didik karena media pembelajaran kurang memadai dalam mengakomodasi gaya belajar visual dan kinestetik siswa. Komik digital yang interaktif terutama yang dibantu AI dapat menjawab ini dengan

menggabungkan elemen cerita, ilustrasi visual, animasi sederhana, dan kemungkinan umpan balik adaptif sesuai respons pengguna. Kajian sistematis menunjukkan bahwa media komik dan e-komik efektif dalam meningkatkan motivasi belajar, minat membaca, serta hasil belajar kognitif siswa di berbagai materi IPA, termasuk materi sumber daya alam dan sistem organ tubuh, dengan tingkat kelayakan media mencapai 80–95% menurut validasi ahli pendidikan (Aryanti *et al.*, 2025).

Integrasi AI dalam pembuatan media pembelajaran seperti komik edukasi interaktif menawarkan peluang inovatif untuk mengatasi keterbatasan media tradisional. AI dapat membantu menghasilkan ilustrasi visual, memformulasikan dialog cerita, dan bahkan merancang jalur interaksi yang responsif terhadap pilihan pembaca. Dalam berbagai penelitian tentang AI dalam pembelajaran digital, ditemukan bahwa AI dapat memfasilitasi penyampaian konten pembelajaran yang lebih personal dan responsif terhadap kebutuhan individu siswa, serta meningkatkan keterlibatan aktif mereka dalam proses belajar (Fajriati *et al.*, 2024). Penelitian menggunakan AI dalam pembelajaran interaktif telah menunjukkan bahwa siswa menjadi lebih aktif, mandiri, dan terlibat dalam proses pembelajaran, hal ini terbukti meningkatkan kemampuan literasi dan keterampilan berpikir kritis siswa (Sape *et al.*, 2025). Studi lain juga menunjukkan bahwa penggunaan AI untuk personalisasi pembelajaran dapat membantu memenuhi kebutuhan individual siswa secara lebih efektif, yang sangat penting dalam konteks pembelajaran IPA yang kompleks. Selain potensi pedagogisnya, pemanfaatan AI untuk pembuatan komik edukasi interaktif juga relevan secara praktis di era digital saat ini, di mana akses terhadap teknologi semakin meluas. Di banyak sekolah, siswa telah akrab dengan perangkat digital, sehingga media pembelajaran yang berbasis teknologi dapat meningkatkan relevansi pembelajaran dengan dunia kehidupan nyata siswa. Penelitian menunjukkan bahwa AI dapat mengotomasi pembuatan media pembelajaran, menyediakan rekomendasi konten, dan menyesuaikan materi berdasarkan respons siswa sehingga pembelajaran menjadi lebih individual dan adaptif. Ini sejalan dengan hasil kajian literatur yang menemukan bahwa penggunaan AI dalam pembelajaran berbasis peserta didik mampu meningkatkan keterlibatan dengan pendekatan interaktif dan personalisasi materi.

Penelitian ini diharapkan dapat mengevaluasi tidak hanya aspek teknis dari pembuatan komik AI, tetapi juga dampaknya terhadap hasil belajar, motivasi, dan keterlibatan siswa dalam memahami materi yang bersifat proses ilmiah dan lingkungan. Dengan demikian, penelitian tentang pemanfaatan AI untuk pembuatan komik edukasi interaktif dalam pembelajaran IPA materi air dan lingkungan sangat penting untuk memberikan alternatif media pembelajaran yang inovatif, serta memberikan rekomendasi berbasis bukti bagi pendidik dan pembuat kebijakan pendidikan dalam memanfaatkan teknologi AI secara efektif. Tujuan penelitian adalah untuk mengembangkan komik edukasi interaktif berbantuan AI pada materi air dan lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang dipadukan dengan kuantitatif sederhana. Pendekatan kualitatif digunakan untuk menggambarkan proses praktik pembuatan komik, kreativitas peserta didik, serta pengalaman belajar selama pemanfaatan AI. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk melihat perubahan pemahaman konsep IPA sebelum dan sesudah praktik melalui pengukuran hasil belajar. Kegiatan penelitian dilaksanakan dalam bentuk praktik berbasis proyek (*Project-Based Learning*), di mana peserta didik secara aktif terlibat dalam seluruh tahapan pembuatan komik edukasi interaktif. Penelitian dilaksanakan pada bulan September-November 2025 di Sumbawa Besar. Alat dan bahan yaitu laptop/HP dengan akses internet, platform AI, AI teks (untuk cerita dan dialog), AI gambar (untuk ilustrasi komik), Aplikasi penyusun komik/dokumen (Canva, PowerPoint, PDF editor), modul materi IPA: Air dan Lingkungan.

Tahapan penelitian diawali dengan persiapan, yang meliputi penyusunan perangkat pembelajaran, penyiapan materi air dan lingkungan, serta penyusunan instrumen penelitian. Pada tahap ini, peserta didik diberikan pengantar mengenai konsep dasar air dan lingkungan, serta etika dan cara pemanfaatan AI dalam pembelajaran. Tahap pelaksanaan praktik. Peserta didik diarahkan untuk menentukan tema komik yang berkaitan dengan isu air dan lingkungan, seperti siklus air, pencemaran air, atau konservasi sumber daya air. Selanjutnya, peserta didik menyusun alur cerita (storyboard), menentukan tokoh dan latar, serta merancang pesan edukatif yang ingin disampaikan. Pada tahap ini, AI dimanfaatkan sebagai alat bantu untuk menyusun narasi cerita, mengembangkan dialog, dan menghasilkan ilustrasi visual komik sesuai dengan konsep IPA.



Gambar 1. Komik Edukasi Interaktif Digital Perjalanan Air

Setelah ilustrasi dan teks diperoleh, peserta didik mengintegrasikannya ke dalam bentuk komik digital. Unsur interaktif kemudian ditambahkan, seperti pertanyaan reflektif, kuis singkat, atau pilihan tindakan yang berkaitan dengan pelestarian air dan lingkungan. Selama proses praktik, peneliti melakukan observasi untuk mencatat keterlibatan peserta didik, kerja sama, serta kemampuan memecahkan masalah. Tahap pengumpulan data dilakukan melalui beberapa teknik, yaitu observasi aktivitas peserta didik selama praktik. Selain itu, dilakukan refleksi bersama untuk menggali pengalaman belajar dan kendala yang dihadapi peserta didik. Tahap analisis data dilakukan secara kualitatif. Data kualitatif dari hasil observasi dan refleksi dianalisis secara

deskriptif untuk menggambarkan proses praktik pembuatan komik dan pemanfaatan AI. Hasil penilaian produk komik dianalisis untuk menentukan tingkat kemampuan peserta didik dalam menghasilkan komik edukasi interaktif yang sesuai dengan kaidah ilmiah.

Sebagai tahap akhir, dilakukan evaluasi praktik, yang bertujuan menilai keberhasilan kegiatan pembelajaran berbasis praktik ini. Evaluasi mencakup aspek kualitas produk komik, peningkatan pemahaman konsep air dan lingkungan, serta sikap dan respons peserta didik terhadap pemanfaatan AI dalam pembelajaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi Artificial Intelligence (AI) dalam praktik pembuatan komik edukasi interaktif pada materi air dan lingkungan dapat dilaksanakan dengan baik oleh peserta didik. Proses pembuatan komik dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu perencanaan cerita, penyusunan alur narasi, pembuatan ilustrasi visual, pengembangan dialog, serta penambahan elemen interaktif. Pada setiap tahapan tersebut, AI dimanfaatkan sebagai alat bantu untuk menghasilkan ilustrasi, menyusun dialog berbasis konsep ilmiah, dan mengembangkan variasi skenario pembelajaran. Peserta didik mampu menggunakan AI untuk mengembangkan tokoh, latar, dan alur cerita yang relevan dengan konsep IPA, seperti siklus air, pencemaran air, konservasi lingkungan, dan dampak aktivitas manusia terhadap sumber daya air. Komik yang dihasilkan menampilkan visualisasi yang lebih menarik dan kontekstual dibandingkan media pembelajaran konvensional. Selain itu, elemen interaktif berupa pertanyaan reflektif, pilihan jalur cerita, dan kuis sederhana yang disisipkan dalam komik meningkatkan keterlibatan siswa selama proses pembelajaran. Menguatkan efektivitas komik interaktif dalam meningkatkan pemahaman konsep IPA dan keterlibatan siswa (Putra & Widodo, 2022).

Berdasarkan hasil penilaian kualitas media, komik edukasi interaktif berbasis AI menunjukkan kategori baik hingga sangat baik pada aspek kelayakan isi, kebahasaan, visual, dan interaktivitas. Materi air dan lingkungan yang disajikan dalam bentuk cerita visual dinilai sesuai dengan kompetensi pembelajaran IPA dan mudah dipahami oleh peserta didik. Visualisasi yang dihasilkan AI mampu merepresentasikan konsep abstrak seperti siklus hidrologi dan proses pencemaran air secara lebih konkret. Komik memungkinkan peserta didik untuk berperan aktif dalam pembelajaran melalui pengambilan keputusan dalam alur cerita dan menjawab pertanyaan yang terintegrasi dalam narasi. Hal ini menunjukkan bahwa AI tidak hanya berfungsi sebagai alat produksi visual, tetapi juga mendukung terciptanya media pembelajaran yang mendorong partisipasi aktif siswa. Hasil observasi menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik memberikan respon positif terhadap penggunaan komik edukasi interaktif berbasis AI. Peserta didik menyatakan bahwa pembelajaran menjadi lebih menarik, menyenangkan, dan mudah dipahami. Mereka merasa lebih termotivasi untuk mempelajari materi air dan lingkungan karena disajikan dalam bentuk cerita yang dekat dengan kehidupan sehari-hari. Sutrisno & Suyanto (2024) mendukung penggunaan storytelling visual dalam pembelajaran materi air, lingkungan, konservasi, dan dampak aktivitas manusia.

Hasil analisis pemahaman konsep menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta didik terhadap materi air dan lingkungan setelah menggunakan komik edukasi interaktif berbasis AI. Peserta didik lebih mampu menjelaskan hubungan antara aktivitas manusia dan dampaknya terhadap kualitas air serta pentingnya menjaga keseimbangan lingkungan. Penyajian materi melalui narasi visual dan interaktif membantu siswa mengaitkan konsep teoritis dengan konteks nyata. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi AI dalam pembuatan komik edukasi interaktif berperan signifikan dalam menciptakan media pembelajaran IPA yang inovatif. AI mempermudah peserta didik dalam menghasilkan ilustrasi dan narasi tanpa mengurangi esensi konsep ilmiah yang dipelajari. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa AI dapat meningkatkan efisiensi dan kreativitas dalam pengembangan media pembelajaran digital serta mendukung pembelajaran yang berpusat pada peserta didik. Relevan dengan penggunaan AI untuk mendukung kreativitas peserta didik dalam menyusun narasi, dialog, dan visual pembelajaran (Ibáñez & Delgado-Kloos, 2022).

Dalam konteks pembelajaran IPA, AI membantu memvisualisasikan konsep abstrak sehingga lebih mudah dipahami. Konsep air dan lingkungan yang bersifat dinamis dan sistemik dapat disajikan secara visual dan naratif, sehingga mendukung pembentukan pemahaman konseptual yang lebih mendalam.

Komik edukasi interaktif sebagai media pembelajaran kontekstual. Cerita yang disusun berbasis permasalahan lingkungan nyata, seperti pencemaran sungai atau krisis air bersih, membantu peserta didik memahami relevansi materi IPA dengan kehidupan sehari-hari. Integrasi elemen interaktif memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi konsekuensi dari setiap pilihan dalam cerita, sehingga mendorong kemampuan berpikir kritis dan reflektif. Temuan ini mendukung pandangan bahwa media pembelajaran berbasis cerita visual dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan belajar siswa. Ketika dikombinasikan dengan AI, komik edukasi tidak hanya menjadi alat penyampaian informasi, tetapi juga wahana eksplorasi pengetahuan yang aktif dan bermakna.

Peningkatan keterlibatan peserta didik dalam penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan AI dalam pembelajaran berkontribusi terhadap penguatan literasi digital. Peserta didik belajar menggunakan teknologi secara produktif dan bertanggung jawab, bukan sekadar sebagai pengguna pasif. Praktik pembuatan komik berbasis AI melatih keterampilan abad ke-21, seperti kreativitas, kolaborasi, pemecahan masalah, dan pemanfaatan teknologi digital. Namun demikian, hasil penelitian juga menunjukkan pentingnya peran guru dalam memberikan arahan pedagogis agar penggunaan AI tetap berfokus pada tujuan pembelajaran. AI berfungsi sebagai alat bantu, bukan pengganti peran guru maupun proses berpikir kritis peserta didik. Integrasi AI dalam praktik pembuatan komik edukasi interaktif memberikan implikasi positif bagi pembelajaran IPA, khususnya pada materi air dan lingkungan. Media ini dapat menjadi alternatif pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan pemahaman konsep, kepedulian lingkungan, serta sikap ilmiah peserta didik. Selain itu, pendekatan ini dapat mendukung pembelajaran yang lebih inklusif karena memungkinkan diferensiasi gaya belajar melalui kombinasi teks, visual,

dan interaksi. Secara keseluruhan, hasil dan pembahasan penelitian ini menegaskan bahwa integrasi AI dalam pembuatan komik edukasi interaktif merupakan strategi pembelajaran yang relevan, inovatif, dan potensial untuk dikembangkan lebih lanjut dalam pembelajaran IPA di sekolah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa integrasi Artificial Intelligence (AI) dalam praktik pembuatan komik edukasi interaktif merupakan inovasi pembelajaran yang efektif dalam pembelajaran IPA pada materi air dan lingkungan. AI berperan sebagai alat bantu yang memfasilitasi peserta didik dalam mengembangkan narasi, visualisasi, dan elemen interaktif komik secara lebih kreatif, efisien, dan kontekstual. Integrasi AI dalam pembelajaran mendorong pengembangan literasi digital dan keterampilan abad ke-21, seperti kreativitas, pemecahan masalah, dan kolaborasi. Peserta didik tidak hanya berperan sebagai penerima informasi, tetapi juga sebagai kreator media pembelajaran yang aktif dan bertanggung jawab. Pemanfaatan AI dalam praktik pembuatan komik edukasi interaktif memiliki potensi besar untuk mendukung pembelajaran IPA yang inovatif, bermakna, dan berorientasi pada peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Christyowati, Y. I., Rufi'i, R., & Rohman, U. (2024). Media pembelajaran e-comic berbantuan Artificial Intelligence (AI) pada materi sistem pernapasan manusia. *Journal of Education Action Research*.
- Fajriati, A., Wisroni, W., & Handrianto, C. (2024). Pemanfaatan teknologi Artificial Intelligence (AI) dalam pembelajaran berbasis peserta didik di era digital. *Wahana Pedagogika: Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*.
- Hasanah, J. U., Irianto, D. M., & Aljamaliah, S. N. M. (2023). Pengembangan Media Komik Digital Pada Mata Pelajaran Ipa Materi Siklus Air Kelas V Sekolah Dasar. *JGK (Jurnal Guru Kita)*, 7(4), 670–680. <https://doi.org/10.24114/jgk.v7i4.48858>
- Ibáñez, M. B., & Delgado-Kloos, C. (2022). Augmented intelligence in education: Supporting creativity and learning processes. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 3, 100070. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100070>.
- Nurazreen, M. G., Suriani, A. B., Lilia Ellany, M., Aliya, N., Azzam, M. B., Adli, M., & Muhammad, D. (2025). Learning Using Comics and Artificial Intelligence in Physics Subjects : A Review. *EDUCATUM Journal of Science, Mathematics and Technology*, 12(1), 134-145. <https://doi.org/10.37134/ejsmt.vol12.1.13.2025>
- Putra, A. R., & Widodo, A. (2022). Pengembangan komik digital interaktif untuk meningkatkan pemahaman konsep IPA siswa. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(3), 389–401. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i3.35217>

- Sape, H., Ridwan, M., & Fuad, M. (2025). Pengaruh penggunaan Artificial Intelligence (AI) dalam pembelajaran interaktif untuk meningkatkan literasi numerasi mahasiswa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 5(1), 17–23.
- Sutrisno, H., & Suyanto, S. (2024). Environmental science learning through digital storytelling: Enhancing students' environmental awareness. *Journal of Science Education and Technology*, 33(1), 87–99. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10045-9>
- Tristaningrat, A. N., & Ariyana, I. K. S. (2024). The effectiveness of digital comics in improving science learning outcomes and scientific attitudes of fourth-grade elementary students. *Journal of Education Technology*.