

Kajian Literatur Pemanfaatan Teknologi *Artificial Intelligence* Untuk Pemahaman dan Keterampilan Konsep Pelajaran Kimia

Monica Lisuwandi¹, Loedy Jalaludin Rumi^{2*}, Luki Yunita³

^{1,2,3}Pendidikan Kimia, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, Tangerang Selatan, Banten

Email Penulis korespondensi: luki.yunita@uinjkt.ac.id

Abstrak

Kemajuan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) telah membuka peluang baru di dunia pendidikan, termasuk dalam pembelajaran kimia. Kimia sebagai ilmu yang bersifat abstrak kerap kali menyebabkan kesulitan dalam pemahaman konsep bagi siswa. Riset ini bertujuan untuk mengkaji potensi dan implementasi AI dalam meningkatkan pemahaman konsep kimia, terutama melalui media interaktif, tutor pintar, dan analisis pembelajaran berbasis data. Metode yang digunakan adalah studi pustaka terhadap berbagai sumber primer dan sekunder yang relevan dalam lima tahun terakhir. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan AI, seperti aplikasi berbasis augmented reality, chatbot edukatif, serta sistem rekomendasi pembelajaran adaptif, dapat meningkatkan motivasi, pemahaman konseptual, dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran kimia. AI juga memungkinkan guru untuk memperoleh umpan balik yang lebih akurat terkait kesulitan belajar siswa. Dengan demikian, penerapan AI dalam pendidikan kimia berpotensi menjadi solusi inovatif untuk memperkuat pembelajaran abad ke-21 yang bersifat personalisasi, adaptif, dan berbasis teknologi.

Kata kunci: kecerdasan buatan, pemahaman konsep, pembelajaran kimia, teknologi pendidikan, AI dalam Pendidikan

1. Pendahuluan

Kecerdasan buatan atau Artificial Intelligence (AI) merupakan salah satu bagian ilmu komputer yang membuat agar mesin (komputer) dapat melakukan pekerjaan seperti dan sebaik yang dilakukan oleh manusia. Pada awal diciptakannya, komputer hanya difungsikan sebagai alat hitung saja. Namun seiring dengan perkembangan jaman, maka peran komputer semakin mendominasi kehidupan umat manusia. Komputer tidak lagi hanya digunakan sebagai alat hitung, lebih dari itu, komputer diharapkan untuk dapat diberdayakan untuk mengerjakan segala sesuatu yang bisa dikerjakan oleh manusia (Jaya, et al., 2018).

Kecerdasan buatan (AI), yang dimanifestasikan oleh mesin yang menunjukkan aspek kecerdasan manusia, semakin banyak digunakan dalam berbagai layanan dan saat ini menjadi sumber utama inovasi. Misalnya, robot untuk rumah, perawatan kesehatan, hotel, dan restoran telah mengotomatiskan banyak aspek kehidupan kita. Bot virtual mengubah layanan pelanggan menjadi layanan mandiri, aplikasi AI dan Big Data digunakan untuk menggantikan manajer

portofolio, dan robot sosial seperti Pepper digunakan untuk menggantikan penyambut manusia dalam layanan yang berhadapan langsung dengan pelanggan. Perkembangan ini membuat beberapa pihak menyatakan bahwa kita tengah memasuki Revolusi Industri keempat, di mana teknologi mengaburkan batas antara bidang fisik, digital, dan biologis (Afrizal, 2021). Kimia merupakan mata pelajaran yang diajarkan mulai dari Sekolah Menengah Atas. Menurut Ristiyan & Bahriah (2016), materi kimia di Sekolah Menengah Atas sederajat melibatkan hitungan, reaksi kimia, dan konsep abstrak. Siswa menganggap materi ini relatif baru sehingga sulit untuk dipahami. Hal itu merupakan salah satu kendala bagi dunia pendidikan untuk mewujudkan generasi yang siap menghadapi abad 21 karena peserta didik yang dihasilkan masih kurang memiliki keterampilan yang sesuai dengan abad 21. Dengan melihat kendala dalam pembelajaran kimia, tentunya pendidik dan pihak yang terlibat mencari berbagai cara untuk mengatasi kesulitan tersebut. Hadirnya teknologi dimanfaatkan kegunaannya untuk membantu dalam pembelajaran kimia. Salah satu peran teknologi dalam membantu dunia pendidikan yaitu pembelajaran kimia keterampilan abad 21.

Ada beberapa penelitian tentang dampak positif implementasi AI dalam pendidikan di antaranya, yaitu: (1) Penelitian oleh Slimi (2021) yang menunjukkan bahwa AI berperan efisien dalam meningkatkan kualitas pendidikan dan praktik pembelajaran; (2) Anuyahong et al. (2023) menemukan bahwa sistem berbasis AI dapat meningkatkan motivasi belajar siswa; (3) Lin (2022) menyatakan bahwa tutorial berbasis AI chatbot meningkatkan kesenangan dan mendukung emosi positif pengguna; (4) Selvina et al. (2023) menemukan bahwa penerapan AI pada materi sistem pernapasan di sekolah dasar mendapat tanggapan positif sebanyak 63,52% dan setuju 36,72%; dan (5) Yantika et al. (2023) menyatakan bahwa pengetahuan yang dikonstruksi ulang melalui pengalaman belajar mandiri dapat memenuhi kebutuhan spesifik individu meningkatkan efektivitas proses belajar. dengan fokus kajian. Akhirnya, terpilih. 10 artikel utama yang dianalisis lebih lanjut dalam penelitian ini.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *narrative literature review* dengan dukungan analisis bibliometrik deskriptif untuk mengkaji pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) dalam pembelajaran kimia. Analisis dilakukan guna mengidentifikasi tren penelitian, keterkaitan antartopik, serta perkembangan kajian AI dalam pendidikan kimia, khususnya yang berkaitan dengan teknologi generatif seperti ChatGPT.

Data literatur diperoleh melalui penelusuran artikel menggunakan aplikasi *Publish or Perish* pada rentang publikasi tahun 2021–2025 dengan kata kunci “Kecerdasan Buatan”, “AI and Chemistry”, dan “Pembelajaran Kimia”. Pencarian awal menghasilkan sekitar 600 artikel, yang kemudian diseleksi berdasarkan relevansi topik, kesesuaian isi, dan tujuan penelitian hingga diperoleh 10 artikel utama untuk dianalisis lebih lanjut.

Analisis bibliometrik dilakukan menggunakan perangkat lunak VOSviewer. Data yang telah diseleksi diekspor dalam format RIS dan dianalisis berdasarkan kemunculan bersama (*co-occurrence*) kata kunci. Visualisasi yang digunakan meliputi *Network Visualization* untuk menunjukkan hubungan antarkata kunci, *Overlay Visualization* untuk menggambarkan perkembangan topik berdasarkan tahun publikasi, dan *Density Visualization* untuk menunjukkan tingkat kepadatan kemunculan kata kunci. Interpretasi hasil dilakukan berdasarkan ukuran node yang menunjukkan frekuensi kemunculan kata kunci, kekuatan hubungan (*link strength*) antar kata kunci, distribusi warna pada visualisasi, serta klaster yang terbentuk pada peta bibliometrik.

3. Hasil dan Pembahasan

Artificial Intelligence (AI)

Hasil artikel berisi: hasil bersih tanpa proses analisis data, hasil pengujian hipotesis. Hasil dapat disajikan dengan tabel atau grafik, untuk memperjelas hasil secara verbal. Naskah tidak boleh lebih dari 4000 kata dan jumlah gabungan gambar dan tabel tidak boleh melebihi 8.

Perkembangan teknologi digital yang pesat telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai sektor, termasuk pendidikan. Salah satu inovasi terdepan yang semakin menarik perhatian adalah penggunaan Kecerdasan Buatan (AI) dalam proses pembelajaran. AI telah menunjukkan potensi besar dalam merevolusi cara kita memahami, merancang, dan menjalankan sistem pendidikan. Salah satu aspek yang menjadi fokus utama dalam pendidikan modern adalah personalisasi pembelajaran, yaitu pendekatan yang menyesuaikan proses pembelajaran dengan kebutuhan, kemampuan, dan preferensi masing-masing individu. Selama ini, model pendidikan tradisional sering kali bersifat seragam, di mana siswa diharapkan mengikuti jalur dan kecepatan yang sama dalam menerima materi pelajaran. Padahal, setiap siswa memiliki cara belajar yang berbeda-beda, baik dari segi kecepatan memahami materi, gaya belajar, maupun ketertarikan terhadap topik tertentu.

Ketidakmampuan sistem tradisional untuk mengakomodasi perbedaan ini sering kali menyebabkan siswa mengalami kesulitan belajar, kehilangan motivasi, atau bahkan tertinggal dari teman-temannya. Dalam konteks inilah AI hadir sebagai solusi potensial untuk meningkatkan pembelajaran personalisasi. Teknologi AI dapat memproses data siswa secara real-time, mengidentifikasi pola belajar individu, dan merekomendasikan materi atau metode yang sesuai dengan gaya belajar siswa. Dengan demikian, siswa dapat belajar sesuai dengan kebutuhan mereka, sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif dan efisien. Selain itu, AI juga dapat membantu pendidik dalam menyusun strategi pembelajaran yang lebih adaptif, memberikan umpan balik yang cepat dan spesifik, serta mengurangi beban administratif yang sering kali menghalangi pendidik untuk fokus pada pengajaran. Namun, meskipun potensi AI sangat menjanjikan, terdapat berbagai tantangan yang perlu diperhatikan, seperti masalah privasi data siswa, bias dalam algoritma AI, serta keterbatasan akses teknologi di beberapa daerah. Kecerdasan Buatan Dalam Pengajaran dan Pembelajaran Penulis mengambil ChatGPT sebagai contoh kecerdasan buatan (AI) yang sedang berkembang dan banyak digunakan dalam

konteks pendidikan. Hasil dari kajian ini menunjukkan bahwa ChatGPT sebagai bentuk AI memunculkan potensi besar dalam meningkatkan pembelajaran interaktif, khususnya melalui pendekatan berbasis pertanyaan. Artikel ini tidak hanya membahas fungsi teknis dari ChatGPT, tetapi juga mengajak pembaca untuk lebih kritis dalam mengevaluasi jenis pertanyaan yang kita ajukan terhadap teknologi ini, serta bagaimana interaksi dengan AI dapat mendukung pembelajaran yang bermakna.

ChatGPT menggunakan model bahasa besar (GPT-3) yang dirancang untuk merespons pertanyaan secara alami dan kontekstual. Hal pengguna, ini khususnya memungkinkan pelajar, untuk mengajukan pertanyaan dalam bahasa mereka sendiri dan mendapatkan jawaban yang disesuaikan, mendorong personalisasi dalam pembelajaran. Dengan struktur dialog yang berkelanjutan, ChatGPT tidak hanya memberikan jawaban, merangsang pertanyaan tetapi memperdalam eksplorasi konsep. Dalam pembahasannya, artikel juga lanjutan, ini mengaitkan kehadiran ChatGPT dengan teori pembelajaran interaktif, seperti *Conversation Theory* oleh Gordon Pask, serta pendekatan dari *Seymour Papert* dan Idit Harel yang menekankan tiga aspek penting dalam lingkungan belajar interaktif:

1. *Appropriability* (Kepemilikan Personal atas Pembelajaran).. ChatGPT mendukung siswa untuk membentuk makna berdasarkan gaya bahasa dan kebutuhan mereka sendiri, yang membuat pembelajaran lebih personal dan bermakna.
2. *Evocativeness* (Kemampuan untuk Menggugah Pikiran). Format tanya-jawab memungkinkan siswa berpikir kritis dan reflektif terhadap jawaban yang diterima. Ini memunculkan proses berpikir tingkat tinggi yang esensial dalam pembelajaran mendalam.
3. *Integration* (Penggabungan Pengetahuan Baru dan Lama). ChatGPT mendukung proses integrasi informasi melalui dialog yang mendorong klarifikasi dan elaborasi, sehingga siswa dapat mengaitkan informasi baru dengan pengetahuan yang sudah dimiliki.

Penerapan Kecerdasan Buatan (AI) dalam Pembelajaran Kimia

Hasil kajian menunjukkan bahwa pemanfaatan Artificial Intelligence (AI) dalam pembelajaran kimia memberikan dampak signifikan terhadap pendekatan pembelajaran di abad ke-21. Pendidikan saat ini tidak lagi hanya berfokus pada transfer pengetahuan, melainkan pada pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan kemampuan beradaptasi. Dalam konteks tersebut, AI berperan sebagai salah satu inovasi teknologi yang mendukung transformasi pendidikan secara menyeluruh.

Studi oleh Pongpalilu et al. (2023) menekankan bahwa pendidikan merupakan proses multidimensional yang kini diarahkan untuk mencetak individu yang mampu bersaing di tengah perubahan global. Sejalan dengan itu, Akbar et al. (2023) menambahkan bahwa guru dituntut untuk terus berinovasi dalam menyampaikan materi pembelajaran, termasuk melalui pemanfaatan teknologi. Kemajuan teknologi seperti AI, big data, dan *Internet of Things* (IoT) telah memperluas peluang penerapan teknologi dalam pendidikan, khususnya dalam bidang kimia (Ariani et al., 2023).

Dalam bidang kimia, AI telah membuka jalan baru dalam memahami konsep-konsep penting seperti struktur molekul, reaktivitas senyawa, hingga perancangan material baru. Algoritma machine learning dan neural networks digunakan untuk menganalisis data kimia membantu siswa dan guru dalam dalam jumlah besar, mengidentifikasi pola tersembunyi, dan memprediksi sifat kimia berdasarkan struktur molekul. Penerapan AI dalam pembelajaran kimia dapat dikategorikan dalam beberapa aspek utama:

1. Prediksi sifat molekul. AI memungkinkan prediksi sifat-sifat kimia suatu senyawa berdasarkan struktur molekul yang dimasukkan. Hal ini sangat berguna dalam pengembangan obat, rekayasa material, dan studi kimia lanjutan. Teknologi ini memungkinkan peserta didik memahami keterkaitan antara struktur molekul dan sifat kimia dengan cara yang lebih praktis dan berbasis data.
2. Pemodelan Struktur Molekul. Dengan bantuan AI, pemodelan struktur molekul menjadi lebih cepat dan akurat. Ini tidak hanya mempersingkat waktu penelitian, tetapi juga meningkatkan efisiensi proses pengembangan bahan kimia baru. Dalam pembelajaran, hal ini memberikan pengalaman visual dan interaktif bagi siswa untuk mengeksplorasi dunia molekuler.
3. Analisis Data Kompleks. Pembelajaran kimia seringkali melibatkan data eksperimen yang kompleks. AI membantu siswa dan guru dalam menganalisis dan menginterpretasikan data secara *real-time*. Dengan begitu, pembelajaran menjadi lebih bermakna dan berbasis pemecahan masalah. Selain aspek teknis, penerapan AI juga mendorong peserta didik untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21, seperti kolaborasi digital, literasi data, dan pemecahan masalah berbasis teknologi. Transformasi ini menunjukkan bahwa AI bukan hanya alat bantu, tetapi juga agen perubahan dalam proses pembelajaran kimia yang lebih inovatif dan adaptif terhadap kebutuhan zaman.

Keuntungan AI dalam Pembelajaran

Dalam pembahasan ini, penulis mengambil ChatGPT sebagai contoh kecerdasan buatan (AI) generatif yang memiliki potensi besar dalam mendukung proses pengajaran dan pembelajaran. Berdasarkan berbagai studi, ChatGPT terbukti mampu memberikan manfaat nyata dalam beberapa aspek pendidikan modern.

Pertama, ChatGPT dapat dimanfaatkan sebagai bimbingan pribadi (*personalized tutoring*). Sebuah studi oleh Chen dkk. (2020) menunjukkan bahwa agen percakapan berbasis model generatif seperti ChatGPT mampu memberikan penjelasan yang disesuaikan dengan kebutuhan dan kesalahan konsep siswa, serta menyesuaikan jawaban berdasarkan tingkat pemahaman mereka. Hal ini menunjukkan bahwa ChatGPT berperan dalam meningkatkan hasil belajar melalui pendekatan personal.

Kedua, dalam hal efisiensi tenaga pengajar, ChatGPT berpotensi digunakan dalam penilaian esai otomatis (*automated essay grading*). Penelitian oleh Kim dkk. (2019) mengungkapkan bahwa ChatGPT yang telah dilatih menggunakan dataset esai yang dinilai manusia, dapat memberikan hasil penilaian yang mendekati hasil penilaian manusia, dengan

korelasi sebesar 0,86. Ini sangat membantu guru dalam menghemat waktu, sekaligus memberikan umpan balik yang bermakna bagi siswa.

Ketiga, ChatGPT juga dapat memfasilitasi aksesibilitas materi pendidikan melalui penerjemahan otomatis. Studi oleh Johnson dkk. (2016) menyatakan bahwa model generatif seperti ChatGPT mampu menerjemahkan materi pelajaran ke berbagai bahasa dengan tingkat akurasi tinggi. Hal ini memungkinkan pemerataan pendidikan lintas bahasa dan budaya.

Keempat, akses ChatGPT mendukung terciptanya Penggunaan pembelajaran interaktif. ChatGPT sebagai agen percakapan memungkinkan siswa untuk belajar secara dialogis, yang sangat berguna terutama dalam pembelajaran bahasa. Studi oleh Peng dkk. (2019) membuktikan bahwa penggunaan ChatGPT dapat meningkatkan kemampuan bahasa Inggris siswa sebagai bahasa kedua melalui tanya jawab yang responsif dan relevan.

Kelima, ChatGPT juga memiliki kemampuan dalam pembelajaran adaptif (*adaptive learning*). Berdasarkan studi Chiang dkk. (2021), sistem berbasis ChatGPT dapat menyesuaikan tingkat kesulitan materi dengan kemampuan siswa, terutama dalam pembelajaran pemrograman. Hal ini menjadikan proses belajar lebih efektif karena disesuaikan dengan perkembangan siswa secara individual.

Secara keseluruhan, hasil temuan ini menunjukkan bahwa pemanfaatan ChatGPT dalam lingkungan pendidikan membawa dampak positif yang signifikan. Dengan fitur personalisasi, adaptasi, interaktivitas, dan kemampuan multibahasa, berpotensi menjadi alat ChatGPT bantu yang mendukung pembelajaran abad ke-21. Namun demikian, pemanfaatan ini tetap harus dibarengi dengan pengawasan etis dan pedagogis yang disalahgunakan.

Keuntungan AI dalam Pembelajaran Kimia

Kajian menunjukkan bahwa penerapan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) dalam pembelajaran kimia memberikan dampak signifikan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran dan riset. Salah satu manfaat utama dari AI adalah kemampuannya dalam memprediksi sifat molekul dengan akurasi tinggi hanya berdasarkan struktur molekulnya. Hal ini dibuktikan oleh penelitian Goh et al. (2017) yang mengembangkan Chemception, sebuah jaringan saraf tiruan yang mampu menyamai atau bahkan melampaui model QSAR/QSPR tradisional dalam memprediksi sifat molekul. Temuan ini menunjukkan bahwa kemajuan teknologi telah mempermudah proses pembelajaran konsep-konsep kimia kompleks.

Selain itu, AI juga berperan dalam pemodelan struktur molekul secara lebih cepat dan efisien. Penelitian oleh Segler dan Waller (2017) menunjukkan bahwa pendekatan neural-symbolic machine learning efektif dalam memprediksi jalur retrosintesis dalam kimia organik, yang merupakan langkah penting dalam merancang reaksi sintesis dari senyawa kompleks menuju senyawa yang lebih sederhana.

AI juga memberikan kontribusi besar dalam analisis big data kimia. Platform MoleculeNet yang dikembangkan oleh Wu et al. (2018) menjadi tolok ukur evaluasi metode machine learning dalam konteks kimia, yang sangat bermanfaat dalam membandingkan berbagai algoritma dalam memprediksi sifat molekul.

Manfaat lainnya adalah dalam prediksi reaktivitas dan aplikasi kimia, seperti pengembangan obat, material baru, dan katalis yang lebih efektif. Penelitian oleh Ramsundar et al. (2017) menunjukkan bahwa pendekatan multitask deep learning efektif untuk memprediksi berbagai sifat farmasi dari senyawa kimia, mempercepat proses penemuan obat.

Lebih jauh lagi, AI juga memungkinkan pengurangan eksperimen berulang melalui desain otomatis molekul berdasarkan representasi data kontinu, seperti yang ditunjukkan dalam penelitian oleh Gómez et al. (2016). Hal ini tidak hanya menghemat waktu dan sumber daya, tetapi juga meningkatkan efisiensi dalam riset kimia.

Tak kalah penting, AI mendorong inovasi dalam riset kimia, mempercepat penemuan material baru dan memberikan pemahaman lebih dalam terhadap sifat molekul. Butler et al. (2018) menegaskan bahwa machine learning telah menjadi alat penting dalam merancang dan menganalisis sifat material dan molekul.

Di samping itu, AI juga membantu dalam optimalisasi proses kimia, yang berdampak langsung pada efisiensi produksi dan peningkatan kualitas hasil kimia. Hal ini menjadi peluang besar untuk mengintegrasikan AI ke dalam sistem pendidikan kimia agar siswa dapat belajar secara lebih personal, interaktif, dan aplikatif.

Kelemahan AI dalam pembelajaran

Salah satu kelemahan utama adalah kurangnya interaksi manusia. ChatGPT tidak mampu menggantikan kehadiran emosional dan relasi interpersonal yang diberikan oleh guru atau tutor manusia. Studi oleh D'Mello dkk. (2014) menunjukkan bahwa kehadiran emosi dalam interaksi pembelajaran berperan penting dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Ini menandakan bahwa pendekatan yang terlalu mengandalkan AI dapat menyebabkan penurunan kualitas hubungan sosial dalam lingkungan pendidikan.

Selain itu, AI seperti ChatGPT tidak memiliki pemahaman konsep yang sejati. AI bekerja berdasarkan pola statistik dari data pelatihan, bukan berdasarkan pemahaman makna. Hal ini mengakibatkan sistem kadang memberikan jawaban yang terdengar benar, tetapi sebenarnya tidak sesuai dengan kebutuhan atau miskonsepsi spesifik siswa (Wang dkk., 2020).

Kekhawatiran lain adalah bias dalam data pelatihan. ChatGPT bisa menghasilkan jawaban yang bias jika data yang digunakan untuk melatihnya juga mengandung bias. Hal ini berpotensi menyebabkan ketidakadilan dalam penilaian atau rekomendasi pembelajaran, terutama jika digunakan untuk menilai hasil karya siswa dari latar belakang yang berbeda (Bolukbasi dkk., 2016).

Kreativitas siswa juga bisa terhambat jika mereka terlalu bergantung pada respons dari AI. Model generatif cenderung mengulang pola yang telah dipelajarinya, bukan menciptakan ide-ide baru yang orisinal (Ziegler dkk., 2019). Selain itu, kualitas output AI sangat tergantung pada data pelatihannya, yang jika kurang relevan atau tidak lengkap, akan mengurangi akurasi dan kegunaan AI (Kocaguneli dkk., 2019).

Tak kalah penting, AI seperti ChatGPT masih memiliki keterbatasan dalam memahami konteks dan situasi secara menyeluruh, sehingga bisa saja memberikan tanggapan yang tidak

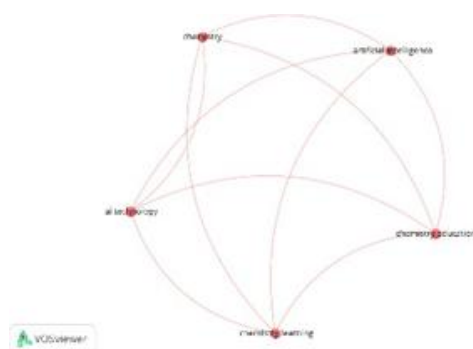
tepat atau membingungkan (Gao dkk., 2019). Di samping itu, kemampuan personalisasi pengajaran juga masih terbatas. ChatGPT mungkin dapat menjawab pertanyaan, tetapi belum tentu mampu memahami keunikan gaya belajar masing-masing siswa secara mendalam (Ribeiro & Vala, 2020).

Terakhir, aspek privasi dan keamanan data juga menjadi perhatian penting. Data siswa yang digunakan untuk interaksi dengan AI harus dijaga dengan ketat agar tidak disalahgunakan.

Secara keseluruhan, meskipun ChatGPT dan AI generatif lain memiliki potensi besar dalam mendukung proses pembelajaran, penggunaannya harus tetap disertai dengan peran aktif pendidik manusia, serta kebijakan yang bijak dan etis. Kolaborasi antara kecerdasan buatan dan pengajar manusia sangat penting agar proses pendidikan tetap berpusat pada kebutuhan siswa secara holistik.

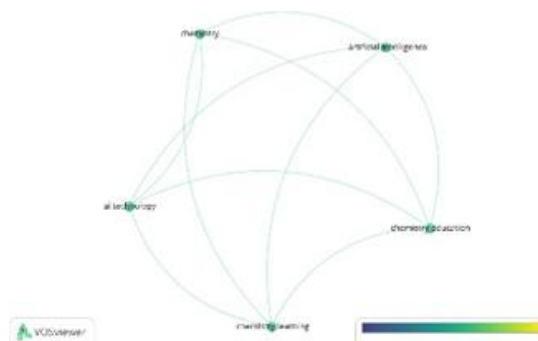
Pemetaan Bibliometrik Integrasi Kecerdasan Buatan dalam Pembelajaran Kimia

Dalam upaya memahami tren dan arah penelitian terkait penerapan kecerdasan buatan (AI) dalam pembelajaran kimia, dilakukan analisis bibliometrik menggunakan perangkat lunak VOS viewer. Visualisasi yang dihasilkan terdiri dari tiga tampilan utama, yaitu *Density Visualization*, *Network Visualization*, dan *Overlay Visualization*. Setiap visualisasi memberikan gambaran yang saling melengkapi mengenai keterkaitan, intensitas, dan kemunculan topik-topik yang dominan dalam kumpulan literatur, sebagai contoh dalam 1 artikel dalam *Application Of Artificial Intelligence (AI) In Learning Chemistry* dari Akbar dan Djakariah



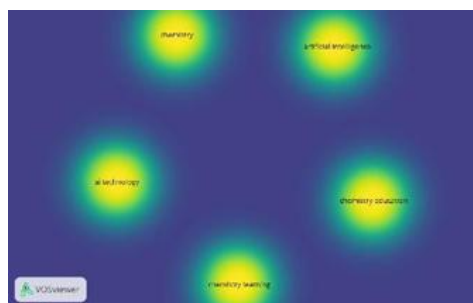
Gambar 1. Overlay Visualization

Gambar pertama menunjukkan *Overlay Visualization*, yang memperlihatkan dimensi waktu kemunculan istilah berdasarkan rata-rata tahun publikasi. Warna merah menunjukkan topik yang relatif baru atau sedang tren, sementara warna biru menunjukkan topik yang lebih lama. Dalam visualisasi ini, istilah seperti “*ai technology*”, “*artificial intelligence*”, dan “*chemistry learning*” muncul dalam warna merah, menandakan bahwa topik-topik tersebut merupakan tema penelitian yang berkembang dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan AI dalam konteks pembelajaran kimia sedang menjadi fokus perhatian dan potensi penelitian yang signifikan ke depannya.



Gambar 2. Network Visualization

Gambar kedua menampilkan *Network Visualization*, yang menunjukkan hubungan (keterkaitan) antar istilah berdasarkan kemunculan bersama (*co-occurrence*) dalam literatur. Terlihat bahwa terdapat jaringan kuat yang menghubungkan antara “*artificial intelligence*”, “*ai technology*”, “*chemistry*”, “*chemistry education*”, dan “*chemistry learning*”. Ini menandakan bahwa kajian mengenai AI, khususnya dalam bentuk teknologi AI seperti ChatGPT, memiliki keterkaitan yang erat dengan konteks pembelajaran dan pendidikan kimia. Keterhubungan ini menegaskan bahwa penerapan AI bukan hanya berkaitan dengan aspek teknologi, tetapi juga memiliki peran signifikan dalam inovasi pembelajaran kimia



Gambar 3. Density Visualization

Gambar ketiga menampilkan *Density Visualization*, yang merepresentasikan tingkat kepadatan (frekuensi kemunculan) istilah dalam literatur yang dianalisis. Warna kuning cerah menunjukkan istilah yang paling sering muncul, Gambar *Density Visualization* memperlihatkan bahwa hampir seluruh istilah muncul dengan warna kuning cerah. Ini menandakan bahwa sebagian besar kata kunci yang teridentifikasi dalam penelitian memiliki frekuensi kemunculan yang tinggi dan relatif merata, terlihat bahwa istilah seperti “*chemistry*”, “*artificial intelligence*”, “*ai technology*”, “*chemistry education*”, dan “*chemistry learning*” merupakan istilah yang paling menonjol, menandakan bahwa kelima topik ini merupakan tema dominan dalam penelitian terkait.

Hasil visualisasi bibliometrik menunjukkan bahwa penerapan AI dalam pembelajaran kimia, termasuk melalui platform seperti ChatGPT, merupakan topik yang semakin relevan dan berkembang dalam beberapa tahun terakhir. Jaringan keterkaitan yang kuat antara istilah inti menunjukkan bahwa ada integrasi kuat antara pendekatan teknologi dan pedagogik. Visualisasi *overlay* juga menandakan bahwa tema ini merupakan peluang riset baru, sehingga penting untuk terus dieksplorasi baik secara teoritis maupun praktis.

Enam dari sepuluh artikel yang dianalisis dalam penelitian ini menunjukkan keterkaitan tematik yang kuat antara penerapan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) dan pembelajaran kimia, sebagai contoh dianalisis dalam penelitian ini menunjukkan keterkaitan tematik yang kuat antara penerapan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) dan pengembangan pembelajaran kimia. Masing-masing artikel memberikan sudut pandang dan kontribusi yang saling melengkapi dalam menjelaskan potensi dan praktik penggunaan AI, khususnya dalam konteks pendidikan sains.

Artikel dari West et al. (2023) secara khusus mengkaji penggunaan ChatGPT dalam penulisan laporan praktikum kimia, menunjukkan bahwa AI dapat membantu mahasiswa memahami struktur penulisan ilmiah dan meningkatkan kualitas laporan laboratorium. Penelitian ini sangat kontekstual karena berfokus langsung pada praktik pembelajaran kimia. Sementara itu, Valdivia et al. (2024) menekankan pada integrasi AI dalam pendekatan *problem-based learning* (PBL) dan bagaimana hal ini berkontribusi terhadap perkembangan kognitif dan afektif siswa kimia. Temuan mereka memperkuat gagasan bahwa AI tidak hanya alat bantu teknis, melainkan juga bisa memperdalam proses berpikir dan motivasi belajar siswa.

Akbar dan Djakariah (2024), serta Widodo et al. (2024) memberikan landasan yang lebih umum mengenai peran AI dalam pembelajaran sains, termasuk kimia. Mereka menyoroti potensi AI dalam menciptakan pembelajaran yang personal, adaptif, dan kontekstual, membuka ruang bagi inovasi kurikulum dan strategi pengajaran di kelas-kelas kimia modern.

Adapun Anu (2023) dan Rospigliosi (2023) lebih fokus pada dampak dan pertanyaan kritis mengenai penggunaan generative AI seperti ChatGPT dalam pendidikan secara luas. Meski tidak spesifik pada kimia, kedua artikel ini relevan karena menyediakan kerangka konseptual dan etis yang penting untuk memahami bagaimana ChatGPT dimaknai oleh pendidik dan siswa, termasuk dalam konteks pembelajaran kimia.

Dengan demikian, keenam jurnal tersebut membentuk jaringan naratif yang saling mendukung: dari aspek praktik pembelajaran kimia dengan AI, dampak kognitif dan afektifnya, hingga kajian filosofis dan etis yang mengiringi pemanfaatan ChatGPT dan AI dalam pendidikan sains. Ini menunjukkan bahwa penggunaan AI dalam pendidikan kimia bukan hanya tren teknologi, tetapi juga bagian dari transformasi pedagogis yang lebih luas.

4. Simpulan

Berdasarkan kajian literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan teknologi Artificial Intelligence (AI), memiliki potensi besar dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan konsep pelajaran kimia melalui pembelajaran yang interaktif, personal, dan adaptif. AI mampu memberikan bimbingan yang disesuaikan dengan kebutuhan siswa, mendukung pembelajaran mandiri, serta memperluas akses terhadap sumber belajar. Meskipun demikian, penerapan AI juga memiliki sejumlah keterbatasan seperti kurangnya interaksi

manusiawi, bias data, dan keterbatasan dalam memahami konteks serta kreativitas, sehingga penggunaannya perlu diimbangi dengan pendampingan guru agar proses pembelajaran tetap bermakna dan berkualitas dan visualisasi tersebut, berdasarkan dapat ketiga disimpulkan bahwa Terdapat kecenderungan peningkatan minat penelitian terhadap penerapan AI, khususnya dalam konteks pembelajaran kimia, Istilah seperti “artificial intelligence” dan “ai technology” secara aktif dikaji dalam hubungannya dengan “chemistry education” dan “chemistry learning”, Topik ini masih relatif baru dan berpeluang besar untuk terus dikembangkan, terutama dalam konteks inovasi pembelajaran berbasis teknologi seperti penggunaan ChatGPT.

Daftar Pustaka

- Afrizal, Z. (2021). Kecerdasan Buatan Dalam Hal Otomatisasi Layanan. *Jurnal Ilmu Komputer (JIK)*, IV(02).
- Akbar, J. S., & Djakariah, D. (2023). Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis Android Menggunakan Pendekatan Inkuiri Menguatkan Untuk Technological Pedagogical And Content Knowledge (TPACK) Calon Guru. *Oxygenius Journal Of Chemistry Education*, 5(1), 46–53. <https://doi.org/10.37033/ojce.v5i1.549>
- Akbar, J. S., & Djakariah, D. (2024). Application Of Artificial Intelligence (AI) In Learning Chemistry. *Journal Of Education And Social Science*, 1(2). <https://jurnal.devitara.or.id/index.php/pendidikan/article/view/20>
- Aldiwinarta, F. H. (2024). Media Pembelajaran Berbasis AI Chatbot Pada Materi Termokimia Di SMA: Apakah Dibutuhkan?. *Jurnal Pendidikan Kimia Universitas Negeri Semarang*. <https://doi.org/10.15294/jipk.v18i1.49044>
- Anu, D. B. (2023). Education In The Era Of Generative Artificial Intelligence (AI): Understanding The Potential Benefits Of ChatGPT In Promoting Teaching And Learning. *Journal Of AI*, 7(1), 52–62. <https://doi.org/10.61969/jai.1337500>
- Ariani, M., Zulhawati, Z., Haryani, H., Zani, B. N., Husnita, L., Firmansyah, M. B., ... Hamsiah, A. (2023). *Penerapan Media Pembelajaran Era Digital*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Butler, K. T., Davies, D. W., Cartwright, H., Isayev, O., & Walsh, A. (2018). Machine Learning For Molecular And Materials Science. *Nature*, 559(7715), 547–555. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0337-2>
- Chen, Y., Chen, Y., & Heffernan, N. (2020). *Personalized Math Tutoring With A Conversational Agent*.
- D'Mello, S., Craig, S., Witherspoon, A., & Graesser, A. (2014). Affective And Learning-Related Dynamics During Interactions With An Intelligent Tutoring System. *International Journal Of Human-Computer Studies*, 72(6), 415–435.

- Goh, G. B., Siegel, C., Vishnu, A., & Hodas, N. O. (2017). Chemception: A Deep Neural Network With Minimal Chemistry Knowledge Matches The Performance Of Expert-Developed QSAR/QSPR Models. <https://arxiv.org/abs/1706.06689>
- Gómez-Bombarelli, R., Wei, J. N., Duvenaud, D., Hernández-Lobato, J. M., Sánchez-Lengeling, B., Sheberla, D., ... Aspuru-Guzik, A. (2018). Automatic Chemical Design Using A Data-Driven Continuous Representation Of Molecules. *ACS Central Science*, 4(2), 268–276. <https://doi.org/10.1021/acscentsci.7b00572>
- Harel, I., & Papert, S. (1990). Software Design As A Learning Environment. *Interactive Learning Environments*, 1(1), 1–32.
- Jaya, H., et al. (2018). *Kecerdasan Buatan*. Fakultas MIPA Universitas Negeri Makassar.
- Johnson, M., Schuster, M., Le, Q., Krikun, M., Wu, Y., Chen, Z., ... Chen, Y. (2016). Google's Neural Machine Translation System: Bridging The Gap Between Human And Machine Translation. <https://arxiv.org/abs/1609.08144>
- Kim, S., Park, J., & Lee, H. (2019). Automated Essay Scoring Using A Deep Learning Model. *Educational Journal Of Technology Development And Exchange*, 2(1), 1–17.
- Pongpalilu, et al. (2023). *Perkembangan Peserta Didik: Teori & Konsep Perkembangan Peserta Didik Era Society 5.0*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Prastika, N. D., et al. (2024). Kajian Literatur Pemanfaatan Teknologi Artificial Intelligence Untuk Meningkatkan Keterampilan Abad 21 Siswa Dalam Pembelajaran Kimia. *Jambura Journal Of Educational Chemistry*. <https://doi.org/10.37905/jjec.v6i1.23644>
- Ramsundar, B., Liu, B., Wu, Z., Verras, A., Tudor, M., Sheridan, R. P., ... Pande, V. (2017). Is Multitask Deep Learning Practical For Pharma?. *Journal Of Chemical Information And Modeling*, 57(8), 2068–2076. <https://doi.org/10.1021/acs.jcim.7b00146>
- Ristiyani, E., & Bahriah, E. S. (2016). Analisis Kesulitan Belajar Kimia Siswa Di Sman X Kota Tangerang Selatan. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran IPA*, 2(1), 18. <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/JPPi/article/view/431>
- Rospigliosi, P. A. (2023). Artificial Intelligence In Teaching And Learning: What Questions Should We Ask Of ChatGPT?. *Interactive Learning Environments*, 31(1), 1–3. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2180191>
- Segler, M. H., & Waller, M. P. (2017). Neural-Symbolic Machine Learning For Retrosynthesis And Reaction Prediction. *Chemistry - A European Journal*, 23(25), 5966–5971.
- Valdivia, A. E. O., Osorio, C. M., Velasco-Bejarano, B., & Vargas-Rodríguez, Y. M. (2024). Evaluating Cognitive And Affective Development In Chemistry Students Using AI-Supported Problem-Based Learning. *American Journal Of Educational Research*, 12(11), 447–454.

- West, J. K., Smith, C. J., Meston, S. M., Palmquist, R. E., & Dickson, J. M. (2023). An Analysis Of AI-Generated Laboratory Reports Across The Chemistry Curriculum And Student Perceptions Of ChatGPT. *Journal Of Chemical Education*, 100(10), 4351–4359. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00581>
- Widodo, Y. B., Sibuea, S., & Narji, M. (2024). Kecerdasan Buatan Dalam Pendidikan: Meningkatkan Pembelajaran Personalisasi. *Jurnal Thamrin*, 10(2). <https://doi.org/10.37012/jtik.v10i2.2324>
- Wu, Z., Ramsundar, B., Feinberg, E. N., Gomes, J., Geniesse, C., Pappu, A. S., ... Pande, V. (2018). Moleculenet: A Benchmark For Molecular Machine Learning. *Chemical Science*, 9(2), 513–530. <https://doi.org/10.1039/C7SC02664A>