VALENTRA
(Journal of Economics, Management, Business, & Entrepreneurship)
Vol. Vol 1 (1), 2026
https://jurnal-valentra.lyrizpress.com/

ARTIFICIAL INTELLIGENCE DALAM MANAJEMEN KEUANGAN BERKELANJUTAN: ANALISIS BIBLIOMETRIK VOSVIEWER TENTANG SUSTAINABLE FINANCE, ESG, DAN RISK MANAGEMENT PERIODE 2021–2026

Riri Purnama Sari
STIE Widyaswara Indonesia, Solok Selatan
Korespondensi: saririri503@gmail.com

ARTIKEL INFO

Kata Kunci:
Artificial Intelligence; Sustainable Finance; ESG; Risk Management; Bibliometrik; VOSviewer

DOI:
http://dx.doi.org/xxx

Received:
11 Oktober 2026

Reviewed:
23 Oktober 2026

Accepted:
28 Oktober 2026

ABSTRAK

Pemanfaatan artificial intelligence (AI) dalam bidang keuangan berkembang semakin luas, terutama untuk mendukung pengelolaan risiko, keputusan investasi, sustainable finance, serta pengolahan informasi environmental, social, and governance (ESG). Penelitian ini memetakan arah perkembangan tema tersebut melalui analisis bibliometrik berbasis data Scopus dan visualisasi VOSviewer. Pencarian dibatasi pada tahun 2021–2026. Analisis menggunakan co-occurrence kata kunci dengan tiga tampilan utama, yaitu network visualization, overlay visualization, dan density visualization. Peta jaringan memperlihatkan artificial intelligence sebagai simpul paling sentral yang terhubung dengan sustainable finance, risk management, sustainability, natural language processing, green finance, ESG risk, climate finance, predictive analytics, dan digital transformation. Peta overlay mengindikasikan bahwa perhatian penelitian mutakhir bergerak ke green finance, corporate governance, ESG performance, serta penggunaan AI untuk keputusan risiko yang semakin berorientasi pada keberlanjutan. Peta density menunjukkan konsentrasi tertinggi pada artificial intelligence, sustainable finance, risk management, dan sustainability, sedangkan climate finance, ESG ratings, ESG risk, serta green investment masih berada pada wilayah yang relatif kurang padat. Secara keseluruhan, temuan memperlihatkan pergeseran kajian dari pembahasan AI yang bersifat umum menuju pemanfaatan yang lebih spesifik untuk risiko keuangan, investasi berkelanjutan, tata kelola, dan pengambilan keputusan berbasis ESG.

PENDAHULUAN

Digitalisasi fungsi keuangan mendorong penggunaan artificial intelligence untuk memperluas kemampuan analisis, mulai dari pemrosesan data keuangan, pemodelan risiko, investasi, hingga layanan keuangan berkelanjutan. Literatur menunjukkan bahwa AI semakin diposisikan sebagai infrastruktur analitik yang menghubungkan keputusan keuangan dengan isu ESG, perbankan berkelanjutan, teknologi finansial, dan pengelolaan risiko (Lim, 2024; Nefla & Jellouli, 2025; Manta et al., 2026; Kemala et al., 2026). Perkembangan tersebut membuat AI relevan bagi manajemen keuangan karena keputusan harus dibuat semakin cepat dengan sumber data yang lebih beragam dan kondisi pasar yang dinamis.

Sustainable finance memperluas keputusan keuangan dengan memasukkan dimensi lingkungan, sosial, dan tata kelola ke dalam penilaian investasi serta risiko. Bukti empiris menunjukkan bahwa kualitas pengungkapan keberlanjutan dan transformasi digital dapat berkaitan dengan nilai perusahaan, kinerja ESG, serta efisiensi inovasi hijau (Grishunin et al., 2022; D'Ecclesia et al., 2024; Wang et al., 2025; Mansour et al., 2026; Zhou et al., 2025). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa integrasi AI dan teknologi digital dalam akuntansi serta pengelolaan risiko dapat memperkuat kinerja ESG ketika didukung mekanisme tata kelola yang memadai (Nguyen et al., 2026).

Perkembangan yang cepat belum menghasilkan struktur pengetahuan yang sepenuhnya terpadu. Sebagian studi menekankan kemampuan machine learning untuk prediksi pasar ESG dan energi bersih, sebagian berfokus pada analisis sentimen ESG, sedangkan studi lain menyoroti kontroversi ESG dan greenwashing (Ghallabi et al., 2025; Sultana & Zeya, 2025; Lheureux, 2024; Huang et al., 2024). Keragaman fokus tersebut membuat pemetaan bibliometrik berguna untuk menunjukkan tema dominan, kedekatan antarkonsep, dan ruang kajian yang masih berkembang (Donthu et al., 2021).

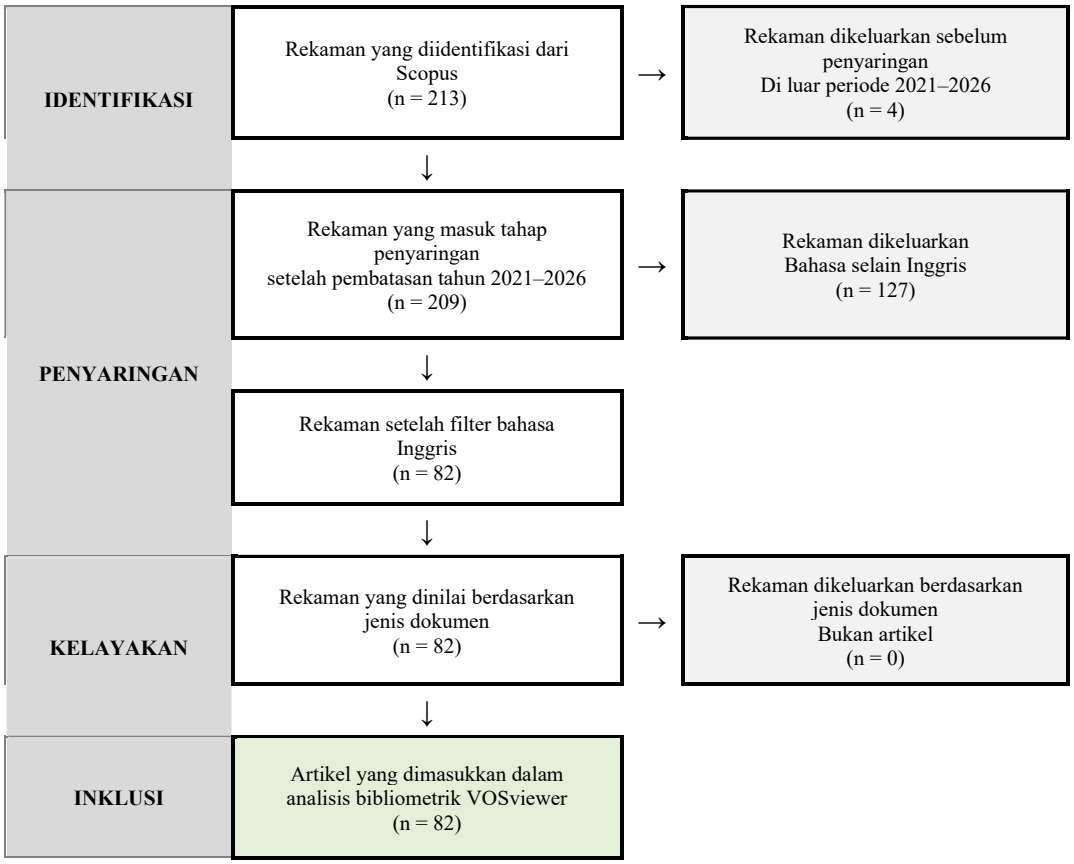
Analisis bibliometrik menggunakan metadata publikasi untuk menggambarkan perkembangan, keterhubungan, dan struktur intelektual suatu bidang secara sistematis (Donthu et al., 2021). Pada VOSviewer, pemetaan co-occurrence dapat digunakan untuk melihat kedekatan kata kunci dan membentuk jaringan konsep berdasarkan pola kemunculan bersama (van Eck & Waltman, 2010). Pendekatan ini sesuai untuk studi yang bertujuan menyajikan struktur tema dan kecenderungan penelitian tanpa menguji hubungan kausal antarvariabel.

Kajian pada persilangan AI, ESG, dan sustainable finance juga berkembang ke isu ketahanan, guncangan ekonomi, investasi hijau, dan strategi aset. Risiko perubahan iklim dan keterlibatan investasi ESG telah dikaitkan dengan nilai perusahaan, sedangkan keterhubungan AI, teknologi bersih, dan sustainable finance semakin dianalisis pada kondisi pasar normal maupun ekstrem (Bagh et al., 2024; Hadhri et al., 2025). Studi lain menghubungkan AI dan sustainable finance dengan keberlanjutan energi serta ketahanan strategi ETF terhadap guncangan ketidakpastian (Yu et al., 2025; Gheorghe et al., 2025). Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa manajemen keuangan berkelanjutan bergerak dari pembahasan konseptual menuju penggunaan model kuantitatif yang lebih spesifik.

Studi ini mengambil ruang lingkup yang sederhana dengan memusatkan analisis pada publikasi Scopus periode 2021–2026 yang menghubungkan AI, sustainable finance, ESG, dan risk management. Perkembangan terkini juga memperlihatkan penggunaan machine learning untuk investasi ESG, generative AI dalam keuangan, dan process mining berbasis AI untuk penilaian risiko ESG (Jaiswal et al., 2026; Ali et al., 2025; Censi et al., 2025). Penelitian ini diarahkan untuk: (1) mengenali tema utama dari jaringan kata kunci; (2) mengamati tema yang relatif lebih baru melalui overlay visualization; dan (3) membedakan area yang padat dengan area yang masih kurang berkembang melalui density visualization.

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan desain bibliometrik deskriptif untuk memetakan pola literatur berdasarkan metadata publikasi, sesuai dengan fungsi analisis bibliometrik dalam menggambarkan perkembangan dan struktur suatu bidang penelitian (Donthu et al., 2021). Data bibliografis diperoleh dari database Scopus pada Oktober 2026. Strategi pencarian menggabungkan istilah artificial intelligence, machine learning, ESG, sustainable finance, financial risk, dan risk management. Pencarian ditempatkan pada title, abstract, dan keywords agar artikel yang dikumpulkan tetap berada dalam ruang lingkup topik penelitian. Tahapan seleksi dilaporkan menggunakan alur PRISMA 2020 untuk menjaga transparansi proses identifikasi dan penyaringan dokumen (Page et al., 2021).



Gambar 1. Diagram alir seleksi artikel berdasarkan PRISMA 2020.

Sumber: diadaptasi dari Page et al. (2021) berdasarkan tahapan seleksi data Scopus penelitian ini.

Korpus akhir terdiri atas 82 artikel yang diekspor dari Scopus dalam format CSV lalu diproses menggunakan VOSviewer. Analisis utama menggunakan co-occurrence kata kunci karena teknik ini dapat memperlihatkan pola keterkaitan istilah berdasarkan frekuensi kemunculan bersama (van Eck & Waltman, 2010). Network visualization digunakan untuk melihat hubungan dan pengelompokan tema, overlay visualization digunakan untuk membaca

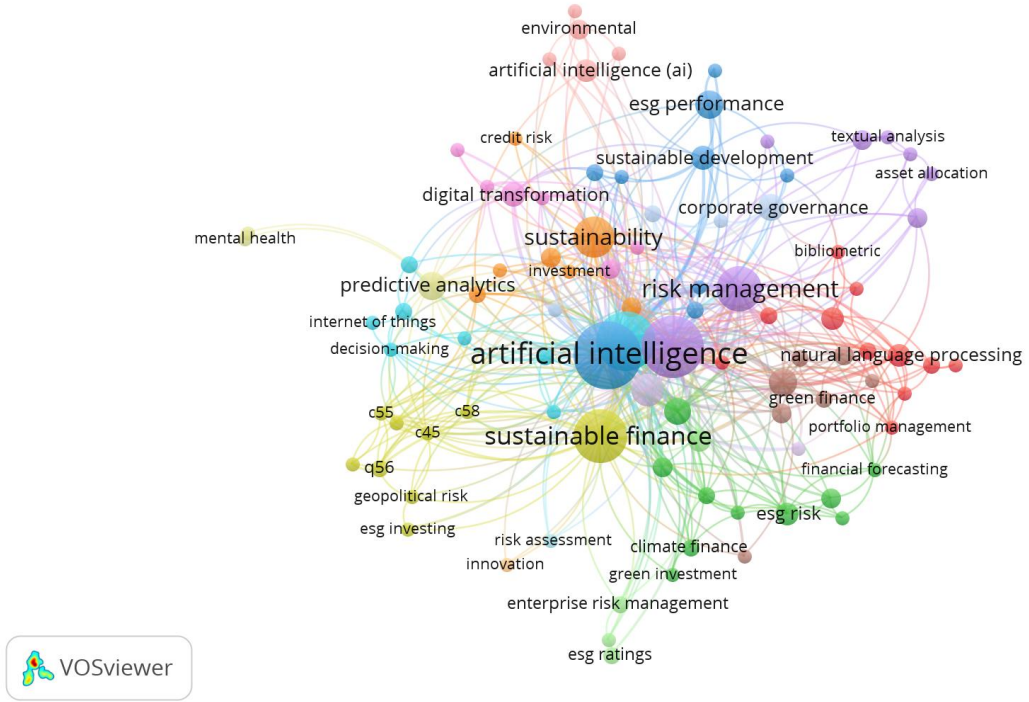
kecenderungan waktu, sedangkan density visualization membantu mengenali area tema yang memiliki konsentrasi lebih tinggi atau lebih rendah (van Eck & Waltman, 2010). Dalam interpretasi peta, ukuran simpul dibaca sebagai indikasi bobot relatif suatu istilah, sedangkan posisi yang berdekatan dan garis penghubung menunjukkan keterhubungan yang lebih kuat di dalam jaringan.

Beberapa label berupa kode, seperti c45, c55, c58, dan q56, muncul pada peta karena ikut terbawa dari metadata. Label tersebut tidak digunakan untuk penamaan tema karena tidak memiliki arti substantif dalam konteks manajemen keuangan. Keputusan interpretasi hanya didasarkan pada istilah yang memiliki makna konseptual. Untuk pemetaan lanjutan, label semacam ini sebaiknya dikeluarkan melalui thesaurus file agar visualisasi menjadi lebih bersih dan mudah dibaca.

.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Network Visualization



Gambar 2. *Network visualization* keterhubungan kata kunci AI, *sustainable finance*, ESG, dan *risk management*.

Sumber: hasil olahan data Scopus menggunakan VOSviewer, 2026.

Gambar 2 memperlihatkan *artificial intelligence* sebagai simpul berukuran paling besar dan menempati posisi sentral. Posisi tersebut menunjukkan bahwa AI memiliki keterhubungan paling luas dengan istilah lain dalam korpus yang dianalisis. Hubungan yang tampak kuat mencakup *sustainable finance*, *risk management*, *sustainability*, *natural language processing*, *predictive analytics*, *green finance*, dan *sustainable development*. Struktur jaringan tersebut sejalan dengan literatur yang menempatkan AI sebagai teknologi penghubung bagi keuangan

berkelanjutan, investasi ESG, dan perbankan berkelanjutan (Lim, 2024; Nefla & Jellouli, 2025; Jaiswal et al., 2026; Manta et al., 2026).

Untuk memudahkan pembacaan hasil, jaringan diringkas ke dalam lima tema substantif berdasarkan kedekatan kata kunci yang tampak pada peta. Pengelompokan ini merupakan sintesis interpretatif untuk kebutuhan artikel sederhana dan tidak dimaksudkan menggantikan nomor klaster teknis yang dihasilkan VOSviewer.

Tabel 1

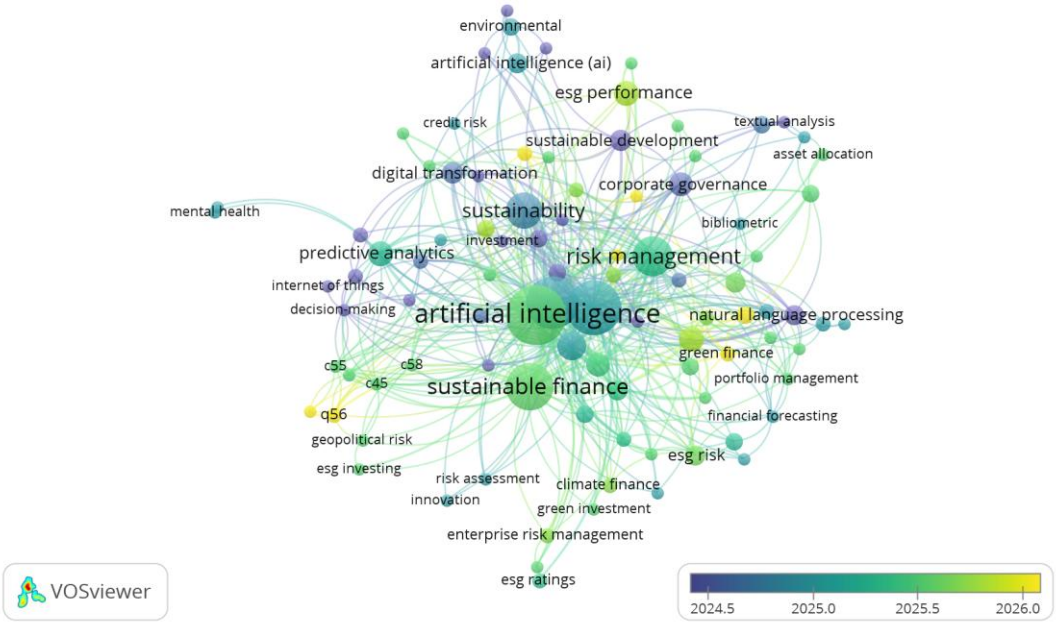
Lima Tema Substantif Berdasarkan Kedekatan Kata Kunci

Tema	Kata kunci yang menonjol	Interpretasi
AI dan sustainable finance	artificial intelligence; sustainable finance; sustainability	AI menjadi simpul penghubung antara analitik keuangan, layanan keuangan berkelanjutan, dan sistem perbankan yang semakin terdigitalisasi (Lim, 2024; Nefla & Jellouli, 2025; Manta et al., 2026).
Risk management berbasis data	risk management; natural language processing; credit risk; portfolio management; financial forecasting	Model berbasis AI mendukung prediksi pasar, penilaian risiko, serta pembentukan portofolio yang mengintegrasikan dimensi ESG (Ghallabi et al., 2025; Ghaemi Asl, 2026; Van Wallendael et al., 2026).
ESG dan green finance	green finance; ESG risk; ESG ratings; climate finance; green investment; ESG investing	Keputusan keuangan semakin mempertimbangkan kualitas skor ESG, biaya pembiayaan, investasi hijau, dan ketahanan terhadap risiko iklim (Bernardini et al., 2024; Hu, 2025; Bagh et al., 2024).
Digital transformation dan predictive analytics	digital transformation; predictive analytics; internet of things; decision-making; innovation	Transformasi digital memperluas sumber data serta kapasitas analitik yang dapat digunakan untuk kinerja ESG dan inovasi hijau (Grishunin et al., 2022; Wang et al., 2025; Mansour et al., 2026).
Governance dan sustainable development	corporate governance; ESG performance; sustainable development; environmental	Tata kelola, pengungkapan, dan kualitas informasi menjadi penting ketika AI digunakan dalam penilaian keberlanjutan dan risiko (Nguyen et al., 2026; Zou et al., 2025; Ren et al., 2025).

Sumber: hasil olahan data Scopus menggunakan VOSviewer, 2026.

Pola pada peta menunjukkan bahwa AI tidak berdiri sebagai tema teknologi yang terpisah. Keterkaitannya dengan *sustainable finance*, *risk management*, ESG, dan *green finance* memperlihatkan proses konvergensi antara analitik digital dan keputusan keuangan berkelanjutan. Temuan tersebut konsisten dengan studi yang menunjukkan integrasi AI dalam investasi ESG, pengelolaan risiko, dan sistem perbankan yang semakin berorientasi pada keberlanjutan (Lim, 2024; Jaiswal et al., 2026; Nguyen et al., 2026; Manta et al., 2026).

Overlay Visualization



Gambar 3. *Overlay visualization* berdasarkan rata-rata tahun publikasi kata kunci.
Sumber: hasil olahan data Scopus menggunakan VOSviewer, 2026.

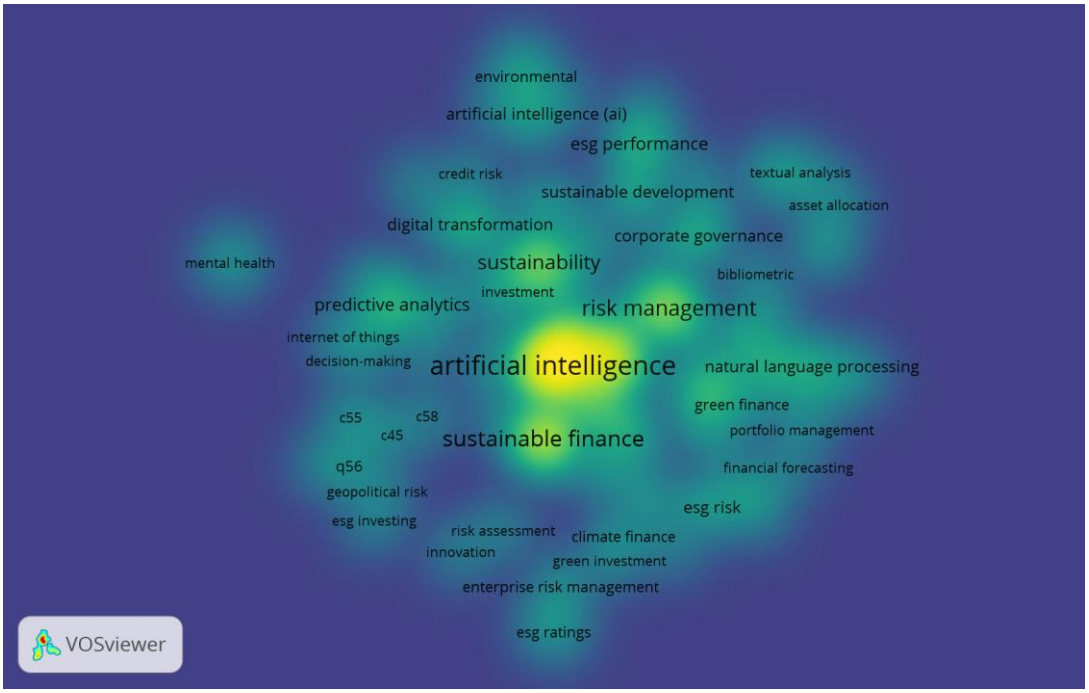
Overlay visualization menunjukkan rentang rata-rata tahun publikasi sekitar 2024,5 hingga 2026,0. Pada skala warna VOSviewer, nuansa biru dan ungu merepresentasikan istilah dengan rata-rata tahun yang lebih awal, sedangkan hijau hingga kuning menunjukkan istilah yang relatif lebih baru. Peta memperlihatkan *sustainable development* dan sejumlah istilah AI pada kelompok warna yang lebih awal. Sebaliknya, *green finance*, *corporate governance*, *ESG performance*, serta sebagian hubungan dalam *risk management* berada pada warna yang lebih mendekati hijau dan kuning, sehingga dapat dibaca sebagai tema yang relatif lebih baru di dalam korpus ini.

Pola warna tersebut menunjukkan bahwa perhatian riset bergerak dari pembahasan luas mengenai AI dan *sustainability* menuju penggunaan yang lebih terarah pada *green finance*, *ESG performance*, tata kelola, dan keputusan risiko. *Natural language processing* juga memiliki koneksi kuat dengan pusat jaringan. Studi tentang analisis sentimen dan kontroversi ESG memperlihatkan bahwa data tekstual dapat diolah menjadi sinyal yang relevan bagi analisis kinerja dan risiko (Sultana & Zeya, 2025; Lheureux, 2024). Pada sisi lain, *machine learning*

juga digunakan untuk mendeteksi *greenwashing* dan memprediksi perilaku *greenwashing* perusahaan (Huang et al., 2024; Eckberg et al., 2026).

Meningkatnya kompleksitas model AI membuat keterjelasan proses dan kualitas sinyal menjadi penting dalam keputusan keuangan. Literatur terkini mulai mengembangkan *Green AI*, *deep learning* untuk peramalan indeks ESG, serta model yang menggabungkan *graph neural network* dan *transformer-based NLP* untuk peramalan *ESG risk* (Chen, 2026; Detthamrong et al., 2026; Aruwaji & Marimuthu, 2026). Pada kredit perbankan, faktor ESG juga mulai dimasukkan ke dalam model prediksi *credit risk* berbasis *XGBoost* dan *structural learning* (Jaber et al., 2026). Arah ini menunjukkan bahwa transparansi, validasi, dan kemampuan menjelaskan model layak menjadi agenda penelitian berikutnya.

Density Visualization



Gambar 4. *Density visualization* kepadatan tema penelitian.
Sumber: hasil olahan data Scopus menggunakan VOSviewer, 2026.

Pada *density visualization*, *artificial intelligence* membentuk area dengan intensitas paling tinggi. Kepadatan yang kuat juga terlihat di sekitar *sustainable finance*, sementara *risk management* dan *sustainability* berada dekat dengan pusat jaringan. Temuan visual tersebut menunjukkan bahwa empat istilah ini merupakan fondasi tematik utama dari korpus yang dianalisis. Area yang lebih terang mencerminkan konsentrasi keterhubungan yang lebih tinggi dibandingkan wilayah peta yang berwarna lebih gelap.

Beberapa istilah, seperti *climate finance*, *ESG risk*, *ESG ratings*, *green investment*, *enterprise risk management*, *asset allocation*, dan *textual analysis*, berada lebih jauh dari pusat dengan kepadatan yang relatif lebih rendah. Posisi tersebut tidak dapat langsung ditafsirkan sebagai bukti bahwa tema tersebut kurang penting. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kualitas dan perbedaan *environmental scores* dapat memengaruhi interpretasi investasi,

sementara *ESG ratings* dan transparansi pengungkapan berkaitan dengan biaya pembiayaan dan risiko idiosinkratik (Bernardini et al., 2024; Hu, 2025; Ren et al., 2025). Pengelolaan portofolio ESG juga terus berkembang melalui big data dan optimasi berbasis *machine learning* (Wei & Zeng, 2025; Van Wallendael et al., 2026).

Implikasi bagi Manajemen Keuangan

Bagi manajemen keuangan, hasil pemetaan mengindikasikan bahwa fungsi AI telah berkembang dari alat prediksi menuju pendukung keputusan yang mencakup risiko, investasi, dan keberlanjutan. Bukti terbaru menunjukkan penggunaan *advanced machine learning* untuk prediksi pasar ESG dan energi bersih, pemetaan risiko pasar berkelanjutan, serta konstruksi portofolio yang mengintegrasikan ESG dan *downside risk* (Ghallabi et al., 2025; Ghaemi Asl, 2026; Van Wallendael et al., 2026). Pada level yang lebih luas, hubungan antara AI, *sustainable finance*, dan keberlanjutan energi juga memperlihatkan pentingnya analisis lintas pasar dan lintas horizon (Yu et al., 2025).

Aspek tata kelola menjadi semakin penting ketika AI digunakan untuk keputusan yang berdampak pada investor, kreditur, dan pemangku kepentingan lainnya. Temuan overlay yang menempatkan *corporate governance* dan *ESG performance* sebagai tema relatif baru sejalan dengan studi yang menemukan keterkaitan antara AI, transformasi digital, ESG governance, dan kinerja keberlanjutan perusahaan (Wang et al., 2025; Mansour et al., 2026; Nguyen et al., 2026; Saleh et al., 2026). Pengungkapan *climate risk* juga dipengaruhi karakteristik pimpinan dan konteks pasar berkembang, sehingga penerapan analitik AI perlu mempertimbangkan faktor kelembagaan serta kualitas pengungkapan (Zou et al., 2025).

Peluang Penelitian Selanjutnya

Tabel 2
Peluang Penelitian Selanjutnya

Peluang penelitian	Contoh fokus
Explainable AI dalam manajemen risiko	Menguji apakah transparansi penjelasan model meningkatkan kepercayaan dan kualitas keputusan kredit atau investasi; kebutuhan ini semakin penting ketika model ESG menjadi lebih kompleks (Chen, 2026; Jaber et al., 2026).
AI dan *climate finance*	Mengembangkan *climate-risk analytics* untuk pembiayaan, pricing risiko, atau alokasi aset dengan mempertimbangkan hubungan AI, teknologi bersih, dan guncangan ekonomi (Hadhri et al., 2025; Yu et al., 2025).
AI dan *ESG risk*	Menguji kemampuan model AI mendeteksi perubahan *ESG risk* dan kaitannya dengan risiko keuangan perusahaan serta pembiayaan (Censi et al., 2025; Hu, 2025; Aruwaji & Marimuthu, 2026).
NLP dan *greenwashing*	Memanfaatkan laporan keberlanjutan, berita, dan pengungkapan korporasi untuk mendeteksi ketidaksesuaian antara narasi dan kinerja ESG (Huang et al., 2024; Eckberg et al., 2026; Lheureux, 2024).
AI pada pasar berkembang	Menguji validitas model AI pada pasar berkembang yang memiliki karakter data dan institusi berbeda, termasuk peramalan indeks ESG serta pembiayaan inklusif (Detthamrong et al., 2026; Kemala et al., 2026).
Green investment dan *portfolio management*	Menggabungkan return, risk, indikator ESG, dan *downside risk* dalam pembentukan portofolio berkelanjutan (Wei & Zeng, 2025; Van Wallendael et al., 2026; Gheorghe et al., 2025).

SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menganalisis 82 artikel Scopus periode 2021–2026 menggunakan VOSviewer. Pemetaan menunjukkan bahwa artificial intelligence menjadi simpul utama yang terhubung dengan sustainable finance, risk management, sustainability, green finance, natural language processing, ESG risk, climate finance, dan predictive analytics. Pola tersebut memperlihatkan bahwa penggunaan AI dalam literatur manajemen keuangan semakin terintegrasi dengan isu risiko dan keberlanjutan. Network visualization dapat diringkas menjadi lima tema substantif, yaitu AI dan sustainable finance, risk management berbasis data, ESG dan green finance, digital transformation dan predictive analytics, serta governance dan sustainable development. Overlay visualization memperlihatkan kecenderungan yang lebih baru pada green finance, corporate governance, dan ESG performance. Density visualization menempatkan AI dan sustainable finance sebagai area paling padat, sedangkan climate finance, ESG risk, ESG ratings, dan green investment masih memiliki ruang yang lebih terbuka untuk dikembangkan.

Berdasarkan struktur peta dan dukungan literatur, agenda riset yang relevan mencakup model AI yang lebih transparan, climate-risk analytics, NLP untuk mendeteksi greenwashing, ESG-risk prediction, serta pengujian model pada pasar berkembang. Penelitian tentang greenwashing, ESG risk forecasting, deep learning untuk indeks ESG, dan prediksi credit risk berbasis ESG menunjukkan bahwa arah tersebut telah mulai berkembang tetapi belum menjadi pusat kepadatan jaringan (Eckberg et al., 2026; Aruwaji & Marimuthu, 2026; Detthamrong et al., 2026; Jaber et al., 2026). Penelitian lanjutan juga sebaiknya membersihkan metadata dengan thesaurus VOSviewer sebelum pemetaan akhir agar istilah nonsubstantif tidak ikut memengaruhi visualisasi (van Eck & Waltman, 2010).

REFERENSI

Ali, H., Zafar, M.B., & Aysan, A.F. (2025). Generative AI in finance: Replicability, methodological contingencies, and future research directions. Finance Research Letters, 86, 108797. https://doi.org/10.1016/j.frl.2025.108797

Aruwaji, M.A., & Marimuthu, F. (2026). Network-Aware FinTech Intelligence for ESG Risk Forecasting: A Graph Neural Network and Transformer-Based NLP Approach. FinTech, 5(3), 70. https://doi.org/10.3390/fintech5030070

Bagh, T., Fuwei, J., & Khan, M.A. (2024). From risk to resilience: Climate change risk, ESG investments engagement and Firm's value. Heliyon, 10(5), e26757. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26757

Bernardini, E., Fanari, M., Foscolo, E., & Ruggiero, F. (2024). Environmental data and scores: Lost in translation. Corporate Social Responsibility and Environmental Management, 31(5), 4796–4818. https://doi.org/10.1002/csr.2829

Censi, R., Campana, P., Bellini, F., Schettino, F., & De Pucchio, C. (2025). AI-Driven Process Mining for ESG Risk Assessment in Sustainable Management. Buildings, 15(23), 4260. https://doi.org/10.3390/buildings15234260

Chen, J. (2026). Pathways to Green AI: Information Disclosure of Artificial Intelligence Within the ESG Framework of Commercial Entities. Sustainability (Switzerland), 18(6), 2922. https://doi.org/10.3390/su18062922

D'Ecclesia, R.L., Levantesi, S., & Stefanelli, K. (2024). Measuring business impacts on the sustainability of European-listed firms. Socio-Economic Planning Sciences, 96, 102078. https://doi.org/10.1016/j.seps.2024.102078

Detthamrong, U., Klangbunrueang, R., Chansanam, W., & Dasri, R. (2026). Deep Learning for Sustainable Finance: Robust ESG Index Forecasting in an Emerging Market Context. Sustainability (Switzerland), 18(1), 110. https://doi.org/10.3390/su18010110

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. Journal of Business Research, 133, 285–296. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070

Eckberg, J., Dorfleitner, G., Kathan, M.C., & Utz, S. (2026). Determinants and forecasting of corporate greenwashing behavior. Journal of Economic Behavior and Organization, 241, 107354. https://doi.org/10.1016/j.jebo.2025.107354

Ghaemi Asl, M. (2026). An AI-optimized strategy for intelligent risk mapping of Islamic and conventional sustainable markets: Assessing the enduring dynamics of technological risk spillovers. Expert Systems with Applications, 296, 128945. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2025.128945

Ghallabi, F., Souissi, B., Du, A.M., & Ali, S. (2025). ESG stock markets and clean energy prices prediction: Insights from advanced machine learning. International Review of Financial Analysis, 97, 103889. https://doi.org/10.1016/j.irfa.2024.103889

Gheorghe, C., Panazan, O., Alnafisah, H., & Jeribi, A. (2025). ETF Resilience to Uncertainty Shocks: A Cross-Asset Nonlinear Analysis of AI and ESG Strategies. Risks, 13(9), 161. https://doi.org/10.3390/risks13090161

Grishunin, S., Naumova, E., Burova, E., Suloeva, S., & Nekrasova, T. (2022). The Impact of Sustainability Disclosures on Value of Companies Following Digital Transformation Strategies. International Journal of Technology, 13(7), 1432–1441. https://doi.org/10.14716/ijtech.v13i7.6194

Hadhri, S., Zargar, F.N., Naeem, M.A., & Chibani, F. (2025). Bridging sustainable finance, AI, and clean technology amid economic shocks: How are they connected in median and extreme conditions?. Journal of Environmental Management, 391, 126375. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.126375

Hu, T. (2025). Impact mechanism of ESG ratings on corporate financing costs: a hybrid machine learning analysis using marginal effect and ESG rating effect in developed and developing countries. Systems and Soft Computing, 7, 200318. https://doi.org/10.1016/j.sasc.2025.200318

Huang, Y., Xiong, N., & Liu, C. (2024). Renewable energy technology innovation and ESG greenwashing: Evidence from supervised machine learning methods using patent text. Journal of Environmental Management, 370, 122833. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.122833

Jaber, J.J., Alkhawaldeh, A.A.K., Mazahreh, Q.A.S., Rowwad, A.A., Al-Gasaymeh, A., & Kaddumi, T.A. (2026). Predicting Credit Risk with ESG Factors Using XGBoost and Structural Learning in Vague Environments (SLAVE) in Commercial Banks. Risks, 14(9), 194. https://doi.org/10.3390/risks14090194

Jaiswal, R., Gupta, S., & Tiwari, A.K. (2026). Environmental, social and governance-type investing: a multi-stakeholder machine learning analysis. Management Decision, 64(4), 1599–1638. https://doi.org/10.1108/MD-04-2024-0930

Kemala, P.N., Koesrindartoto, D.P., & Hakam, D.F. (2026). Advancing inclusive finance through financial technology (FinTech): peer-to-peer (P2P) and digital lending as catalyst for financial inclusion. Digital Finance, 8(1), 1. https://doi.org/10.1007/s42521-025-00166-z

Lheureux, Y. (2024). Predictive insights: leveraging Twitter sentiments and machine learning for environmental, social and governance controversy prediction. Journal of

Computational Social Science, 7(1), 23–44. https://doi.org/10.1007/s42001-023-00228-5

Lim, T. (2024). Environmental, social, and governance (ESG) and artificial intelligence in finance: State-of-the-art and research takeaways. Artificial Intelligence Review, 57(4), 76. https://doi.org/10.1007/s10462-024-10708-3

Mansour, M., Zobi, M.A., & Alomair, M. (2026). Artificial Intelligence, ESG Governance, and Green Innovation Efficiency in Emerging Economies. Economies, 14(1), 11. https://doi.org/10.3390/economies14010011

Manta, A.G., Gherțescu, C., Bădîrcea, R.M., Manta, L.F., Popescu, J., & Olaru, M. (2026). Mapping the Role of Artificial Intelligence and Machine Learning in Advancing Sustainable Banking. Sustainability (Switzerland), 18(2), 618. https://doi.org/10.3390/su18020618

Nefla, D., & Jellouli, S. (2025). Emerging technologies in finance: challenges for a sustainable finance. Cogent Business and Management, 12(1), 2495191. https://doi.org/10.1080/23311975.2025.2495191

Nguyen, N.M., Abu Afifa, M.M., Thi Truc Dao, V., Van Bui, D., & Vo Van, H. (2026). Leveraging artificial intelligence and blockchain in accounting to boost ESG performance: the role of risk management and environmental uncertainty. International Journal of Organizational Analysis, 34(4), 1268–1299. https://doi.org/10.1108/IJOA-07-2024-4652

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, 372, n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Ren, J., Lai, K.-H., Shan, S., & You, J. (2025). Is more not always better? Untangling the impact of ESG disclosure transparency on idiosyncratic risk. Journal of Environmental Management, 373, 123648. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.123648

Saleh, M.W.A., Mansour, M., Jaradat, Z., & AL-Hawamleh, A.M. (2026). Innovative sustainability: how artificial intelligence disclosure enhances the risk-reducing effect of ESG performance. International Journal of Productivity and Performance Management, 1–18. https://doi.org/10.1108/IJPPM-07-2025-0680

Sultana, N., & Zeya, F. (2025). Advancing Firm-Specific ESG Sentiment Analysis: A Machine Learning Approach to Clustering, Prediction, and Financial Performance Implications. Business Strategy and Development, 8(3), e70150. https://doi.org/10.1002/bsd2.70150

van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. Scientometrics, 84(2), 523–538. https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3

Van Wallendael, L., Vanneste, L., Zhang, Y., Stevens, A., & De Smedt, J. (2026). Mitigating downside risk: ESG integration in portfolio construction with stock preselection using machine learning and mean-CVaR optimization. Quarterly Review of Economics and Finance, 106, 102118. https://doi.org/10.1016/j.qref.2026.102118

Wang, K.-H., Jiang, X.-Y., & Li, X. (2025). Digital revolution meets ESG: Can AI, blockchain and cloud computing enhance ESG performance?. Oeconomia Copernicana, 16(2), 593–641. https://doi.org/10.24136/oc.3629

Wei, D., & Zeng, Y. (2025). Enhancing risk management in inclusive ESG investment portfolios in financial markets through big data analysis. Journal of Computational Methods in Sciences and Engineering, 25(3), 2275–2287. https://doi.org/10.1177/14727978241312991

Yu, J., Lai, X., Sun, T., & Lin, C.-T. (2025). Could AI and Sustainable Finance Drive Energy Sustainability? A Wavelet Quantile Correlation Analysis. Emerging Markets Finance and Trade, 61(14), 4512–4526. https://doi.org/10.1080/1540496X.2025.2519414

Zhou, X., Peng, Y., Sun, X., Cao, X., Wang, Z., & Zhang, J. (2025). Advancing new energy industry quality via artificial intelligence-driven integration of ESG principles. Humanities and Social Sciences Communications, 12(1), 1491. https://doi.org/10.1057/s41599-025-05800-0

Zou, X., Li, W., Wu, W., Hunt, A., & Lu, H. (2025). How Do Executives' Overseas Experiences Reshape Corporate Climate Risk Disclosure in Emerging Countries? Evidence from China's Listed Firms. Systems, 13(6), 494. https://doi.org/10.3390/systems13060494