



Menelusuri Konvergensi Pedagogi Montessori dan STEAM: Dari Fondasi *Sensorial* hingga *Scientific Inquiry* dalam Pendidikan Anak Usia Dini

Nanda Darajulia^{1*}

¹Magister Psikologi-Paramadina University, Indonesia

*Penulis Korespondensi: nanda.darajulia@gmail.com¹

Abstract. *This literature review explores the intersection of Montessori pedagogy, which emphasizes sensorial learning, and STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics), which highlights scientific inquiry in early childhood education. Montessori education prioritizes sensorial exploration, hands-on activities, observation, structured experiences, and interdisciplinary learning, all of which nurture children's natural curiosity. Similarly, STEAM education encourages experimentation, problem-solving, creativity, innovation, and critical thinking through integrated approaches. Both approaches share a commitment to experiential and inquiry-based learning, supporting holistic child development. In early childhood, STEAM is often introduced through activities grounded in children's daily observations and experiences, an approach that resonates strongly with Montessori principles. However, much of the research on STEAM in early education has focused primarily on cognitive and technological dimensions, often overlooking classical educational philosophies. This review seeks to bridge that gap by highlighting how Montessori's sensorial foundation can serve as an essential entry point for scientific inquiry in early learning. Drawing from literature published since 2020, along with books and relevant sources, this review identifies key principles and areas of convergence between Montessori and STEAM. Beyond theoretical contributions, it also provides practical implications for educators, suggesting that Montessori environments can strengthen STEAM-based learning while inspiring further empirical research.*

Keywords: *Early Childhood Education; Montessori Pedagogy; Scientific Inquiry; Sensorial Learning; STEAM Education*

Abstrak. Kajian literatur ini menyoroti keterhubungan antara pedagogi Montessori yang menekankan pembelajaran *sensorial* dengan pembelajaran STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) yang berfokus pada inkuiri ilmiah dalam pendidikan anak usia dini. Montessori menekankan eksplorasi sensoris, kegiatan praktis, pembelajaran lintas disiplin, pengamatan, serta pengalaman terstruktur yang mendorong rasa ingin tahu anak. Hal ini sejalan dengan prinsip STEAM yang mengedepankan rasa ingin tahu, eksperimen, pemecahan masalah, kreativitas, berpikir kritis, dan inovasi melalui pembelajaran berbasis pengalaman. Pada praktiknya, pembelajaran STEAM di usia dini sering diberikan melalui aktivitas sehari-hari anak yang berbasis observasi, sebuah pendekatan yang sangat dekat dengan prinsip Montessori. Namun, penelitian mengenai STEAM lebih banyak menyoroti aspek kognitif dan teknologi, sementara hubungan dengan filosofi pendidikan klasik seperti Montessori masih jarang dibahas. Oleh karena itu, kajian ini berupaya menjelaskan bagaimana fondasi pembelajaran *sensorial* Montessori dapat menjadi pintu masuk alami bagi pengembangan kemampuan inkuiri ilmiah sejak dini. Kajian ini meninjau literatur sejak 2020, buku, serta sumber relevan lainnya untuk mengidentifikasi titik temu kedua pendekatan. Hasilnya diharapkan memberikan kerangka konseptual baru bagi integrasi Montessori dan STEAM, membuka peluang penelitian empiris lebih lanjut, sekaligus memberikan implikasi praktis bagi pendidik dalam merancang pembelajaran STEAM berbasis tahapan perkembangan anak.

Kata kunci: Pedagogi Montessori; Pembelajaran *Sensorial*; Pendidikan Anak Usia Dini; *Scientific Inquiry*; Pembelajaran STEAM

1. LATAR BELAKANG

Masa kanak-kanak merupakan tahapan perkembangan yang sangat penting. Pada tahapan ini, perkembangan kognitif, emosional, sosial berada pada periode kritis. Anak butuh eksplorasi dalam membangun pengetahuan dan pengalaman melalui interaksi dengan lingkungannya. Oleh karena itu, pendidikan anak usia dini dirasa penting untuk menstimulasi aspek perkembangan anak secara holistik. Anak usia dini di kelompokkan dalam usia 0-6 tahun (berdasarkan undang-undang nomor 20 tahun 2003 mengenai sistem pendidikan nasional) (Zakiyatul Imamah et al, 2020). Kebutuhan anak untuk bereksplorasi sejalan dengan Pedagogi Montessori yang merupakan pendekatan pendidikan yang berbeda dengan pendekatan pendidikan tradisional. Walaupun banyak model pendidikan prasekolah berkembang, namun Montessori menjadi salah satu yang paling berpengaruh di dunia.

Pendekatan Montessori mampu mendukung perkembangan holistik anak prasekolah dan tetap relevan dalam konteks pendidikan modern. Montessori menekankan eksplorasi sensorik sebagai dasar pengetahuan. Eksplorasi sensorik ini dijadikan fondasi untuk melatih anak mengamati, membandingkan, mengklasifikasi, dan memahami dunia. Filosofi dan kurikulum Montessori juga dianggap efektif dalam menumbuhkan kesadaran sensorik, keterampilan sosial, kemandirian anak, menghargai diri sendiri, serta mengenalkan pembelajaran lintas bidang (Keerthirathne et al., 2024). Pendekatannya memberikan ruang eksplorasi melalui pembelajaran sensorial, terstruktur, meningkatkan kemandirian, menggali rasa ingin tahu anak dan pengembangan intelektual. Metode pembelajarannya dengan menggunakan material Montessori yang dieksplorasi dengan panca indera dan dirancang sesuai dengan tahapan perkembangan anak, lingkungan yang dipersiapkan (*prepared environment*), *hands-on learning*, menjadikan anak sebagai pusat pembelajaran (*child-centered approach*), dan guru sebagai fasilitator. Dr. Maria Montessori mengemukakan bahwa jika fokus pada anak dan mengamati mereka, akan membantu guru atau orang dewasa untuk memahami anak dengan lebih baik (Modern Montessori International, 2020). Montessori juga menghargai setiap anak unik, anak memiliki pikiran yang menyerap (*absorbent mind*), memiliki periode sensitif, selalu ingin bergerak, ingin mandiri, dan memiliki tahapan perkembangannya masing-masing (Made Sri Laksmi et al., 2021). Dr. Maria Montessori mengatakan bahwa pendidikan anak usia dini harus bertujuan untuk mengaktifkan keinginan alamiah anak untuk belajar (Modern Montessori International, 2020).

Melalui material Montessori yang dirancang secara cermat dan terstruktur sesuai tahapan perkembangan anak, dapat membantu mengembangkan konsentrasi, kemampuan

memecahkan masalah, serta menumbuhkan motivasi intrinsik anak dalam belajar. Material Montessori pada dasarnya dirancang sebagai material *sensorial*, sehingga anak dapat belajar melalui pengalaman inderawi, melatih kemampuan motorik, dan belajar mengenali lingkungannya secara langsung. Lillard A.S., 2017, menerangkan bahwa kegiatan *sensorial* Montessori melibatkan pengalaman inderawi, di mana Indera sebagai pintu masuk bagi pengetahuan dan pengalaman. Sebagaimana Dr. Maria Montessori berpendapat bahwa Indra adalah penjelajah dunia “*the senses are the explorers of the world*”. Hal ini juga sejalan dengan riset neuroscience, yang diterangkan Lillard dalam bukunya bahwa otak anak usia dini memang sangat plastis, dan stimulasi *sensorial* dapat membantu memperkuat koneksi sinapsis yang menjadi dasar berpikir kompleks. Material *sensorial* Montessori juga membantu meningkatkan konsentrasi, di mana *focused attention* di masa kanak-kanak berhubungan erat dengan keberhasilan akademik jangka panjang. Selain itu, materialnya juga dapat melatih keterampilan klasifikasi, perbandingan, dan kemampuan logika visual-spasial.

Hal ini mendukung kesiapan anak dalam berpikir ilmiah, di mana Montessori menekankan observasi, klasifikasi, dan berpikir. Sehingga kegiatan *sensorial* Montessori bukan hanya menyempurnakan inderawi, tetapi juga membangun fungsi eksekutif anak (Angeline S. Lillard, 2017). Dengan demikian kegiatan *sensorial* Montessori memiliki dasar ilmiah yang kuat. Kegiatannya melatih otak anak usia dini untuk dapat fokus, membangun berpikir logis, serta melatih inderawi yang akan berpengaruh pada kemampuan motorik dan kemandirian anak. Hal ini juga di dukung oleh temuan Ogbemudia et al., 2024 yang menegaskan bahwa Montessori pedagogi merupakan pendekatan multi sensori pada anak usia dini yang mampu menjawab kebutuhan perkembangan anak usia dini secara holistik. Dengan pengalaman langsung melalui kegiatan multi sensoris, anak tidak hanya membangun keterampilan kognitif tetapi juga keterampilan motorik, emosional, sosial, dan kemandirian. Temuan dalam studi ini juga semakin memperkuat bahwa Montessori efektif sebagai pendekatan holistik yang menghargai anak dan menjadikan anak sebagai *child centered*, serta berorientasi pada *life-long learning*.

Selain memperhatikan kebutuhan perkembangan anak yang sejalan dengan pedagogi Montessori, STEAM hadir sebagai respon dari tantangan pendidikan di Abad -21. Pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dianggap relevan dalam membantu mengembangkan keterampilan yang tidak hanya bersifat akademis, tetapi juga keterampilan seperti berpikir kritis, kemampuan memecahkan masalah, kreativitas, kolaborasi dan inovasi. Pendekatannya juga menekankan pembelajaran interdisipliner dan berbasis inkuiri sebagai keterampilan utama. Pada implementasinya, pendekatan STEAM pada pendidikan usia

dini perlu disesuaikan dengan tahap perkembangan anak. Oleh karenanya, implementasi STEAM pada anak usia dini perlu diperhatikan prinsip eksplorasi, relevansi dengan dunia nyata, berbasis inkuiri, mengasah kemampuan berpikir, dirancang dengan proyek atau eksperimen sederhana, dan sesuai dengan tahapan perkembangan anak. Selain itu, guru juga berperan sebagai fasilitator yang mendukung proses eksplorasi anak, sehingga anak dapat berinteraksi aktif dengan lingkungannya (Hasanah et al., 2025). Hasil temuan mengidentifikasi dampak positif sekaligus strategi dari penerapan STEAM di TK (Guohui Mao, 2024), yang menerangkan bagaimana penerapan STEAM dapat memperkaya sains pada anak usia dini dan membangun *scientific thinking* melalui pendekatan lintas disiplin, model pembelajaran inkuiri, bermain, *problem-based learning*, dan praktik langsung.

STEAM memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik, kontekstual, membangun kreativitas, walaupun pada penerapannya tetap memerlukan strategi berupa dukungan guru yang kompeten, desain kurikulum, dan dukungan orang tua. Hasil studi literatur juga turut menggambarkan implementasi STEAM pada pendidikan anak usia dini yang juga menerangkan dampak positif pada anak dan pendidikan anak usia dini (Wahyuningsih et al., 2020). Berdasarkan kajiannya, pendekatan STEAM mampu menjadi pendekatan yang sesuai bagi anak-anak yang pada dasarnya merupakan ilmuan kecil, dengan rasa ingin tahu yang besar. Pendekatan STEAM juga tidak parsial, tetapi terintegrasi dalam kegiatan sehari-hari anak, seperti eksplorasi, mengamati, bertanya, eksperimen sederhana, dan inovasi. Sehingga, secara tidak langsung STEAM juga memberikan pendekatan holistik dalam meningkatkan aspek kognitif, sosial, emosional, motorik, dan kreativitas anak.

Dengan menganalisis pedagogi Montessori dan STEAM, literatur ini mencoba menemukan titik temu antara pedagogi Montessori dengan STEAM. Pembelajaran sensoris pada Montessori dan kerangka kerja STEAM yang berorientasi pada inkuiri memiliki prinsip dasar yang sama, yaitu menciptakan lingkungan belajar dari rasa ingin tahu, *hands-on learning*, observasi, pengenalan pembelajaran lintas bidang, dan pengalaman langsung. Montessori secara tidak langsung memperkenalkan anak pada pengamatan ilmiah melalui material Montessori di kurikulum Montessori yang ada dengan cara eksplorasi sensorik, seperti pada kegiatan *practical life*, *sensorial*, matematika, bahasa, dan budaya. Sementara pada STEAM, juga memiliki prinsip yang sama, akan tetapi memperluas orientasi ini menuju penyelidikan sistematis, *scientific inquiry*, bahkan inovasi. Persinggungan pedagogi Montessori dan STEAM masih jarang diteliti. Kajian mengenai STEAM pada anak usia dini juga masih terbatas, dan kajiannya banyak dikaitkan dengan keterampilan abad-21, seperti penelitian sebelumnya oleh Ngili et al., 2024, memberikan gambaran bahwa implementasi pembelajaran STEAM dalam

mengembangkan keterampilan abad -21 pada anak usia dini dan Bertrand & Namukasa, 2020, yang menerangkan bahwa program STEAM tidak hanya mengajarkan pembelajaran akademik, tetapi juga membangun keterampilan abad -21 yang bersifat *transferable skills*, seperti berpikir kritis, rasa ingin tahu, kolaborasi, komunikasi, kreativitas, ketekunan, dan adaptabilitas, serta mengembangkan keterampilan lintas disiplin. Sedangkan kajian Montessori cenderung menyoroti pada capaian tahapan perkembangan anak, dan belum secara eksplisit menghubungkan dengan prinsip ataupun kerangka STEAM. Goh Shi Qian et al., 2023, dalam studi kasusnya menerangkan bahwa anak di TK Montessori lebih cepat menguasai keterampilan motorik dibanding TK umum. Selain itu, temuan oleh temuan Ogbemudia et al., 2024 yang menegaskan bahwa Montessori pedagogi merupakan pendekatan multisensori pada anak usia dini yang mampu menjawab kebutuhan perkembangan anak usia dini secara holistik. Kajian ini berusaha untuk mengeksplorasi titik temu pedagogi Montessori dan STEAM pada anak usia dini.

Pengalaman sensoris pada material Montessori dirasa dapat menjadi fondasi psikologis alami bagi inkuiri ilmiah yang sesuai dengan tahap perkembangan pada perspektif pendidikan STEAM anak usia dini. Adapun penelitian sebelumnya mengenai STEAM dan Montessori belum secara eksplisit menerangkan bagaimana *sensorial* Montessori merupakan fondasi alami menuju *scientific inquiry*. Seperti penelitian Pratiwi, 2025, yang menerangkan implementasi pendekatan STEAM, Montessori dan Islamic pada TK AL-Hamidiyah yang menggunakan Kurikulum Merdeka, serta penelitian (Istiqamah, 2024) yang menggambarkan perencanaan dan pelaksanaan implementasi pendekatan STEAM, Montessori, dan Islami dalam model pembelajaran kelompok.

Rumusan masalah terdiri dari dua yaitu, bagaimana fondasi Sensorial Montessori dapat menjadi fondasi psikologis alami menuju *scientific inquiry* pada anak usia dini dan bagaimana pedagogi Montessori sejalan dengan pendekatan pembelajaran STEAM pada anak usia dini. Kajian ini bertujuan untuk memberikan *framework* yang menjelaskan bagaimana fondasi pembelajaran sensorik dapat menjadi dasar psikologis alami *scientific inquiry* pada anak usia dini. Kajian ini mengidentifikasi prinsip-prinsip serta menemukan konvergensi kedua pendekatan Montessori dan STEAM, melalui fondasi *sensorial* yang menjadi dasar dalam pembelajaran Montessori. Kajian ini diharapkan dapat memberikan kerangka konseptual baru, pada Montessori dan pembelajaran STEAM dalam konteks perkembangan dan pendidikan anak usia dini. Sehingga dapat membuka jalan untuk penelitian studi empiris yang lebih lanjut. Selain itu, Implikasi lainnya dapat menjadi referensi bagi pendidik dalam merancang kurikulum dan kegiatan pembelajaran STEAM pada PAUD yang memperhatikan landasan

aspek perkembangan anak usia dini, dalam hal ini transisi dari fondasi *sensorial* menuju *scientific inquiry* pada anak usia dini. Lingkungan Montessori dapat menjadi landasan kuat bagi integrasi STEAM pada anak usia dini. Sehingga dalam pembelajarannya memperhatikan tahapan perkembangan dan kebutuhan anak usia dini.

2. KAJIAN TEORITIS

STEAM: Science, Technology, Engineering, Art, Mathematic, pada anak usia dini

STEAM merupakan pengembangan dari bidang STEM sebelumnya. Dengan melibatkan Art (seni) dalam STEM, membantu membangun pemahaman melalui keterlibatan dengan berbagai bentuk seni yang memiliki hubungan dengan unsur STEM dan menjadi kunci dalam inovasi (Johnston et al., 2022). Dengan unsur *art* menjadikan kreativitas sebagai dasar seni yang menjadi ciri khas masa kanak-kanak, dan membantu menjaga kreativitas tetap terjaga sepanjang kehidupan. Pendidikan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) hadir sebagai respon terhadap tantangan pendidikan sekarang ini. Pendekatannya juga menekankan pembelajaran interdisipliner dan berbasis inkuiri sebagai keterampilan utama. Proses ilmiah berawal dari proses observasi yang dilakukan dengan eksplorasi sensorik, seperti bertanya, mengobservasi, kemudian mencoba atau bereksperimen, lalu memprediksi dan menyimpulkan.

Pendidikan anak usia dini di Indonesia menerapkan kurikulum 2013, yang mana pembelajaran di Lembaga PAUD menggunakan pendekatan sains (*scientific approach*) dimana ada kegiatan observasi, bertanya, berkolaborasi, dan eksplorasi. Proses pembelajarannya juga tidak hanya di ruang kelas, akan tetapi dapat dilakukan di lingkungan sekolah, alam, maupun lingkungan sekitar (Zakiyatul Imamah et al, 2020). Kurikulum PAUD 2013 juga mendorong pembelajaran konstruktivisme yang fleksibel dan memberi ruang bagi anak untuk mengembangkan potensinya. Pembelajaran konstruktif dilakukan dengan pendekatan STEAM (Roshayanti et al., 2020).

Program STEAM (Bertrand & Namukasa, 2020), tidak hanya mengajarkan pembelajaran akademik, tetapi juga membangun keterampilan abad -21 yang bersifat *transferable skills*, seperti berpikir kritis, rasa ingin tahu, kolaborasi, komunikasi, kreativitas, ketekunan, dan adaptabilitas, serta mengembangkan keterampilan lintas disiplin. Semua kemampuan tersebut dibangun melalui permainan, *story telling*, pertanyaan inkuiri, diskusi, dilatih untuk mencoba ulang, menganalisis, dan mencari alternatif solusi. STEAM dapat membantu siswa belajar mengenai pembelajaran lintas disiplin, mengembangkan karakter, dan

melatih ketekunan, kreativitas, dan pemecahan masalah. Implementasi pendidikan STEAM juga dapat diterapkan pada tahapan anak usia dini. Hasil temuan juga mengidentifikasi dampak positif sekaligus strategi dari penerapan STEAM di TK (Guohui Mao, 2024), yang menerangkan bagaimana penerapan STEAM dapat memperkaya sains pada anak usia dini dan membangun *scientific thinking* melalui pendekatan lintas disiplin, model pembelajaran inkuiri, bermain, *problem-based learning*, dan praktik langsung. STEAM memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik, kontekstual, membangun kreativitas, walaupun pada penerapannya tetap memerlukan strategi berupa dukungan guru yang kompeten, desain kurikulum, dan dukungan orang tua.

Selain itu, studi Ngili et al., 2024, memberikan gambaran bahwa implementasi pembelajaran STEAM dalam mengembangkan keterampilan abad -21 pada anak usia dini. Studinya menerangkan bahwa anak usia dini sangat responsif terhadap stimulasi belajar, dan STEAM dianggap relevan untuk membekali anak usia dini agar siap menghadapi tantangan abad -21. Pelaksanaan pembelajaran STEAM nya dilakukan dengan pendekatan berbasis proyek dan eksperimen sains, seperti menanam sayur dan bunga, membuat kolase dari bahan alam, proyek seni dengan bahan daur ulang, mencampur warna dengan air, mengamati es yang mencair, dan merekam video atau gambar eksperimen. Hasilnya menunjukkan bahwa anak lebih komunikatif, kritis, mau berkolaborasi, meningkatkan rasa ingin tahu, eksplorasi, dan mengenal literasi digital. Hasil studi literatur lain juga turut menggambarkan implementasi STEAM pada pendidikan anak usia dini yang juga menerangkan dampak positif pada anak dan pendidikan anak usia dini (Wahyuningsih et al., 2020).

Berdasarkan kajiannya, dihasilkan beberapa temuan yaitu, anak usia dini perlu dilatih kemampuan *hard skill* maupun *soft skill*. Dalam hal ini, STEAM dianggap pendekatan yang relevan karena mengintegrasikan berbagai ilmu dengan cara yang konseptual dan menyenangkan. Peran STEAM pada anak dapat mengembangkan kreativitas, imajinasi, komunikasi, kolaborasi dan *problem solving*. Selain itu juga mendorong perkembangan sosial-emosional, motorik, dan kepercayaan diri.

Prinsip-prinsip pada pembelajaran STEAM pada anak usia dini

Inkuiri ilmiah (Scientific Inquiry) pada anak usia dini perlu mempertimbangkan karakteristik dalam cara anak berpikir dan belajar (Roshayanti et al., 2020), seperti anak sebagai pembangun teori, anak perlu mengetahui dasar pengetahuan fisik, anak menjadi lebih mandiri secara intelektual maupun moral, dan anak adalah makhluk sosial yang dapat dipengaruhi dan memengaruhi orang lain.

Inkuiri ilmiah pada anak usia dini mengenalkan anak kepada proses ilmiah melalui kegiatan sederhana, dengan beberapa pendekatan sains, seperti kegiatan observasi, bertanya, mengumpulkan dan menganalisis, yang mencerminkan sifat pembentukan pengetahuan. Dengan kata lain, *scientific inquiry* merupakan proses kognitif dalam mengeksplorasi, bertanya, mengobservasi, mencoba dan memahami. Pembelajaran STEAM tidak parsial, tetapi terintegrasi dalam kegiatan sehari-hari anak, seperti mengamati, menghitung, membangun, menyusun, dan eksperimen sederhana. Dengan demikian, STEAM memberikan pendekatan holistik dalam meningkatkan aspek kognitif, sosial, emosional, motorik, dan kreativitas anak. Hal yang paling penting dalam proses dasar *scientific inquiry* adalah berorientasi pada proses, bukan hanya hasil dari proyek yang dikerjakan. Fokusnya adalah pada bagaimana anak menjalani proses berpikir, mencoba, dan memperbaiki jika tidak berhasil. Penelitian *action research* yang dilakukan (Zhou, 2022) juga menerangkan bahwa desain dan praktik pendidikan sains pada anak usia dini berdasarkan konsep STEAM dapat dilakukan dengan model 5E (*Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate*), yang lebih menekankan kepada eksplorasi anak dan perbaikan berkelanjutan. Hasil penelitiannya juga menunjukkan bahwa integrasi STEAM pada pendidikan anak usia dini efektif meningkatkan *scientific inquiry* pada anak.

Dalam mengakomodasi pembelajaran STEAM di PAUD, loose parts merupakan bagian penting yang dapat digunakan sebagai material. *Loose part* digunakan sebagai media utama dalam meningkatkan pengalaman sensorik dan pembelajaran konstruktif anak (Ciganitri No et al., 2023). *Loose parts* adalah media sederhana, benda-benda terbuka dari lingkungan kehidupan sehari-hari, seperti batu, daun kering, ranting, kerang, biji-bijian, dan benda alami lainnya. *Loose parts* membantu anak terhubung langsung dengan lingkungannya. Dengan benda alam yang didapatkan, anak dapat berkreasi sesuai ide ataupun konsep pembelajaran yang sedang berlangsung. Selain membantu mengembangkan pengetahuan anak, hal ini juga dapat meningkatkan perkembangan motorik, koordinasi mata dan tangan, imajinasi, kreativitas, dan bahasa anak.

Selain media *Loose part*, media yang memberi stimulasi multi sensori, seperti penglihatan, pendengaran, sentuhan, mampu membuat anak menjadi lebih berani bereksperimen, mengamati, menemukan solusi, berinteraksi saat menggunakan media, dan mengungkapkan pendapat (Ningsih & Farida, 2023). Hasil temuannya juga membuktikan bahwa media multi sensori seperti *busy board* STEAM mampu memberikan efektivitas dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis anak usia 5-6 tahun. Novitasari et al., 2022, menjelaskan dalam studi kasusnya terhadap efektivitas pelatihan untuk mengukur pemahaman guru mengenai efektivitas pembelajaran berbasis multi sensori dan STEAM. Dalam studinya

dijelaskan bahwa anak akan lebih mudah belajar dengan melibatkan banyak indera sekaligus, seperti melihat, mendengar, menyentuh, bergerak, dan mencoba langsung. Pada pengukurannya juga dijelaskan bahwa loose parts juga mendorong kreativitas, imajinasi, dan problem solving anak. Hal ini juga menunjukkan bahwa media-media ini sesuai dengan karakter anak usia dini yang memang pada tahapan hands on learning dan memiliki rasa ingin tahu yang besar.

Pendekatan STEAM menekankan pada integrasi lintas disiplin dari beberapa disiplin ilmu, yaitu sains, teknologi, seni, dan matematika. Pendekatan STEAM pada pendidikan anak usia dini digunakan untuk keberlanjutan pendidikan dan menemukan potensi interdisipliner di dalamnya (Rodrigues-Silva & Alsina, 2023). Selain itu, pengenalan sains dengan konsep STEAM pada anak usia dini dirancang berbasis pada situasi yang nyata dan komprehensif serta memberikan dampak positif bagi pendidikan anak usia dini dalam rangka menumbuhkan literasi sains pada anak (Zhou, 2022). STEAM pada masa kanak-kanak menjadikan pengalaman awal dengan mata pelajaran STEAM secara umum. Hal ini membantu memudahkan anak memahami hubungan ataupun konsep dari suatu pembelajaran. Dari pendekatan STEAM, anak usia ini dapat bereksplorasi, membuat proyek, dan permainan yang memungkinkan anak mengalami langsung bagaimana beberapa disiplin ilmu saling berkaitan. Selain aspek akademik, pendekatan STEAM juga mendukung kreativitas, berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kolaborasi.

Pengenalan sains berdasarkan konsep STEAM pada anak usia dini dikemas dengan aktivitas yang nyata, bermakna, dan menyenangkan. Aktivitas dapat dikemas dalam bentuk permainan, proyek, maupun eksperimen sederhana. Dalam implementasinya, hal yang paling penting adalah memberikan anak ruang untuk bereksplorasi secara mandiri, melakukan *trial and error* yang juga merupakan bagian dari proses belajar, guru sebagai pemandu, sehingga dapat menguatkan pendekatan *child centered learning* dalam proses eksplorasi (Zhou, 2022). Dengan diberikan ruang bereksplorasi, anak akan belajar bekerja sama, menghargai teman dan terbentuk rasa peduli lingkungan sekitar. Sebagaimana DR. Maria Montessori mengatakan bahwa “*Scientific observation then has established that education is not what the teacher gives; education is a natural process spontaneously carried out by the human individual, and is acquired not by listening to words but by experiences upon the environment*”- Maria Montessori (Modern Montessori International, 2020).

Seiring dengan tantangan pendidikan di Abad -21, kemunculan pendidikan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) hadir sebagai respon terhadap tantangan pendidikan. Pendidikan STEAM juga dianggap relevan dalam membantu

mengembangkan keterampilan abad 21 seperti berpikir kritis, kemampuan memecahkan masalah, kreativitas, kolaborasi dan inovasi. Studi yang dilakukan Ngili et al., 2024, memberikan gambaran implementasi pembelajaran STEAM dalam mengembangkan keterampilan abad -21 pada anak usia dini. Studinya menerangkan bahwa anak usia dini sangat responsif terhadap stimulasi belajar, dan pembelajaran STEAM dianggap relevan untuk membekali anak usia dini agar siap menghadapi tantangan abad -21. Pelaksanaan pembelajaran STEAM dilakukan dengan pendekatan berbasis proyek dan eksperimen sains, seperti menanam sayur dan bunga, membuat kolase dari bahan alam, proyek seni dengan bahan daur ulang, mencampur warna dengan air, mengobservasi es yang mencair, dan merekam video atau gambar eksperimen. Hasilnya menunjukkan bahwa implementasi STEAM terbukti efektif meningkatkan keterampilan komunikatif, kritis, mau berkolaborasi, meningkatkan rasa ingin tahu, eksplorasi, dan mengenal literasi digital. Implementasi STEAM memang dapat padukan dengan pembelajaran Proyek based learning (Zayyinah et al., 2022).

Paduan keduanya dinilai efektif dan dapat menjadi solusi dalam meningkatkan skill keterampilan abad -21, seperti berpikir kritis, kreativitas, problem solving, kolaborasi, komunikasi, dan literasi sains. Hal ini mungkin dikarenakan model pembelajaran ini memberikan pengalaman belajar yang nyata, berbasis proyek, dan integrasi lintas disiplin. Dari hasil studinya, implementasi STEAM yang diintegrasikan dengan Proyek Based Learning, terbukti memberikan dampak positif terhadap peningkatan keterampilan siswa. Integrasi keduanya memberikan kesempatan pada siswa untuk belajar berkolaborasi, menghubungkan konsep dengan dunia nyata, dan menghasilkan produk nyata dari sebuah proyek. Hasil studi literatur lain juga turut menggambarkan implementasi STEAM pada pendidikan anak usia dini yang juga menerangkan dampak positif pada anak dan pendidikan anak usia dini (Wahyuningsih et al., 2020). Berdasarkan kajiannya, pembelajaran STEAM mampu menjadi pendekatan yang sesuai bagi anak-anak yang pada dasarnya merupakan ilmuan kecil, dengan rasa ingin tahu yang besar. Selain itu, dihasilkan beberapa temuan yaitu peran STEAM pada anak dapat mengembangkan kreativitas, imajinasi, komunikasi, kolaborasi dan problem solving. STEAM juga mendorong perkembangan sosial-emosional, motorik, dan kepercayaan diri. Peran STEAM juga berpengaruh pada pendidikan anak usia dini dalam memberikan pengalaman belajar yang integratif antar bidang ilmu, sehingga peran guru dalam implementasi STEAM juga sangat berpengaruh.

Teori Perkembangan Kognitif pada Anak usia dini

Tokoh psikologi perkembangan Jean Piaget merupakan tokoh penting yang dikenal dengan teori perkembangan kognitifnya. Ia menemukan bahwa cara anak kecil merespons

sesuatu berbeda dengan anak yang lebih besar. Teorinya terdiri dari 2 aspek utama, yaitu (Aloairdhi, 2022), proses kognitif dengan anak memperoleh informasi atau pengetahuan, melalui skema (*schema*) yang berkembang melewati proses asimilasi (menggunakan skema sebelumnya atau yang lama pada situasi yang baru), dan akomodasi (mengubah skema lama agar sesuai dengan situasi yang baru). Adapun perubahan ini didorong oleh dorongan biologis untuk mencapai keseimbangan antara skema dengan lingkungan, yang disebut dengan ekuilibrasi (*equilibration*).

Tahapan perkembangan kognitif: yaitu tahapan perkembangan berpikir yang dilalui setiap anak sampai akhirnya mampu berpikir abstrak. Adapun tahapannya adalah *Sensorimotor Stage* (0-2 tahun) pada tahapan ini, anak belajar melalui interaksi lingkungan dengan menggunakan panca inderanya. Bayi mengkoordinasikan pengalaman-pengalaman sensorik dengan tindakan-tindakan fisik. Respon anak sepenuhnya ditentukan oleh situasi yang sedang terjadi saat itu. Pada tahap ini, juga, anak mengembangkan dua kemampuan kognitif utama, yaitu pertama, anak mulai menyadari bahwa sesuatu tetap ada walaupun tidak tampak oleh panca indera (*Object permanence*), Kedua, anak mulai bisa melakukan lebih dari satu tindakan untuk mencapai tujuan (*Goal-directed actions*).

Tahap sensorimotor ini juga dibagi menjadi enam sub-tahap yaitu, tindakan refleks (*reflex act*) di mana bayi merespon rangsangan dengan gerakan refleks bawaan. Reaksi sirkular primer (*primary circular reactions*) di mana anak mengulang tindakan yang berhubungan dengan bagian tertentu pada tubuhnya sendiri. Reaksi sirkular sekunder (*secondary circular reactions*) anak mengulang tindakan dengan melibatkan benda lain juga tubuhnya sendiri. Koordinasi skema sekunder (*coordinating secondary schemes*) di tahap ini, anak mulai mampu menggunakan pengetahuan yang sudah dimilikinya. Reaksi sirkular tersier (*tertiary circular reactions*) pada tahap ini, anak melakukan tindakan yang disengaja yang menjadi adaptasi bagi situasi tertentu. Pikiran simbolik (*symbolic thought*) di tahapan ini, anak mulai mampu membentuk representasi mental mengenai objek yang berbeda.

Anak siap beralih ke tahapan selanjutnya, yaitu pra-operasional dalam perkembangan kognitifnya jika sudah berhasil mencapai sub-tahap keenam di atas. *Pra-Operasional Stage* (2-7 tahun) pada tahapan ini, perkembangan bahasa cukup pesat, anak juga akan banyak bertanya dan penuh imajinasi. Akan tetapi, anak belum bisa berpikir logis secara matang, mereka belum mampu memahami hubungan logis. Pada tahap ini, dibagi menjadi dua sub-tahap, yaitu *Prakonseptual* (2-4 tahun) dan *Intuitif* (4-7 tahun). Pada sub tahap Pra konseptual, anak memiliki keterbatasan berupa egosentrisme (hanya melihat dari sudut pandang sendiri) dan animism (berpikir bahwa benda mati memiliki nyawa). Sedangkan pada sub tahap Intuitif (4-

7 tahun), anak memiliki rasa ingin tahu yang besar dan banyak bertanya sehingga pada sub tahap ini anak sudah mulai menggunakan penalaran sederhana.

Menurut Piaget, pengetahuan merupakan konstruksi kognitif terhadap pengalaman dan lingkungannya, sehingga menekankan bahwa anak belajar dengan baik ketika aktif dan mandiri. Pengetahuan tidak diperoleh secara pasif, melainkan melalui tindakan. Sehingga dipengaruhi dari bagaimana seseorang berinteraksi dengan lingkungannya. Dengan demikian pada aplikasi teori ini, pengajar dapat memberikan pembelajaran fasilitasi, dan memberikan ruang untuk anak bereksplorasi, sedangkan pengajar membantu mendengar dan membantu anak meraih pemahaman yang lebih baik.

Pedagogi Montessori, pada Pendidikan anak usia dini

Pada masa kanak-kanak, perkembangan kognitif, fisik, emosional, dan sosial berada pada periode kritis. Anak butuh eksplorasi dalam membangun pengetahuan dan pengalaman melalui interaksi dengan lingkungannya. Kebutuhan anak untuk bereksplorasi sejalan dengan Pedagogi Montessori yang mampu mendukung perkembangan holistik anak prasekolah dan menekankan eksplorasi sensorik sebagai dasar pengetahuan. Eksplorasi sensorik ini dijadikan fondasi untuk melatih anak mengamati, membandingkan, mengklasifikasi, dan memahami dunia. Filosofi dan kurikulum Montessori juga dianggap efektif dalam menumbuhkan kesadaran sensorik, keterampilan sosial, kemandirian anak, menghargai diri sendiri, serta mengenalkan pembelajaran lintas bidang (Keerthirathne et al., 2024). Lingkungan Montessori ditandai dengan lingkungan yang dipersiapkan (*prepared environment*), kebebasan (*freedom within limits*) yang memungkinkan anak menemukan kebutuhan, minat, dan kemampuan mereka, akan tetapi tetap berlandaskan batasan, tanggung jawab, terstruktur, *hands-on learning*, *multi-age*, menjadikan anak sebagai pusat pembelajaran (*child-centered approach*) dan guru sebagai fasilitator. Dr. Maria Montessori mengemukakan bahwa jika fokus pada anak dan mengamati mereka, akan membantu guru atau orang dewasa untuk memahami anak dengan lebih baik (Modern Montessori International, 2020). Montessori menghargai setiap anak unik, dan anak memiliki pikiran yang menyerap (*absorbent mind*), memiliki periode sensitif, selalu ingin bergerak, ingin mandiri, dan memiliki tahapan perkembangannya masing-masing (Made Sri Laksmi et al., 2021). DR. Maria Montessori mengidentifikasikan bahwa pada periode pertama perkembangannya, anak memiliki periode sensitif dan *absorbent mind* (pikiran penyerap) yang membantu perkembangan anak. Dr. Maria Montessori juga mengatakan bahwa pendidikan anak usia dini harus bertujuan untuk mengaktifkan keinginan alamiah anak untuk belajar (Modern Montessori International, 2020). Oleh karena itu, pendekatannya memberikan ruang eksplorasi melalui pembelajaran *sensorial* dan konkret,

terstruktur, meningkatkan kemandirian, menggali rasa ingin tahu anak dan pengembangan intelektual.

Di lingkungan Montessori ditandai dengan lingkungan yang siap (*prepared environment*). Tujuannya adalah untuk mengembangkan anak dengan semua elemen yang memadai. Maria Montessori menyebutkan bahwa metodenya adalah Ilmiah, baik secara substansi maupun tujuannya (Modern Montessori International, 2020c). Montessori mengadopsi pendekatan ilmiah untuk mengamati anak-anak, dengan tujuan mengembangkan potensi anak melalui kegiatan sensorik, yang mengasah motorik dan intelektual anak. Beberapa ahli mengatakan bahwa perkembangan anak sangat bergantung pada seberapa sering anak berada di lingkungan yang sengaja diciptakan dengan bantuan media. Hal ini memungkinkan anak membangun pengalaman investigasi dan pemecahan masalah (Roshayanti et al., 2020).

Melalui material Montessori yang dirancang secara cermat dan terstruktur sesuai tahapan perkembangan anak, membantu mengembangkan konsentrasi, kemampuan memecahkan masalah, serta menumbuhkan motivasi intrinsik anak dalam belajar. Material Montessori pada dasarnya dirancang sebagai material *sensorial*, anak dapat belajar melalui pengalaman inderawi, melatih kemampuan motorik, dan mengembangkan lebih lanjut persiapan anak dengan membentuk keteraturan yang dibangun melalui latihan dalam kehidupan sehari-hari. Maria Montessori mengungkapkan bahwa organ anak yang pertama berfungsi adalah inderanya ((Modern Montessori International, 2020). Sehingga kecerdasannya dibangun melalui inderanya.

Lillard A.S., (2017), menerangkan bahwa kegiatan sensorial Montessori melibatkan pengalaman inderawi, dimana Indera sebagai pintu masuk bagi pengetahuan dan pengalaman. Sebagaimana Dr. Maria Montessori berpendapat bahwa Indra adalah penjelajah dunia “*the senses are the explorers of the world*”. Hal ini juga sejalan dengan riset neuroscience, yang diterangkan Lillard dalam bukunya bahwa otak anak usia dini memang sangat plastis, dan stimulasi *sensorial* dapat membantu memperkuat koneksi sinapsis yang menjadi dasar berpikir kompleks. Material *sensorial* Montessori juga membantu meningkatkan konsentrasi, di mana *focused attention* di masa kanak-kanak berhubungan erat dengan keberhasilan akademik jangka panjang. Selain itu, materialnya juga dapat melatih keterampilan klasifikasi, perbandingan, dan kemampuan logika visual-spasial.

Hal ini mendukung kesiapan anak dalam berpikir ilmiah, di mana Montessori menekankan observasi, klasifikasi, dan berpikir. Sehingga kegiatan *sensorial* Montessori bukan hanya menyempurnakan inderawi, tetapi juga membangun fungsi eksekutif anak (Angeline S. Lillard, 2017). Material Montessori dirancang memiliki tujuan yang jelas, baik

jangka pendek maupun jangka panjang. Pada tujuan jangka pendek, pedagogi Montessori memberikan kebebasan dalam batasan sepanjang melakukan kegiatan. Selain itu Montessori dapat membantu anak mengembangkan keterampilan dan kemampuan anak dalam tujuan jangka panjangnya (Made Sri Laksmi et al., 2021).

Dengan demikian kegiatan *sensorial* Montessori memiliki dasar ilmiah yang kuat. Kegiatannya melatih otak anak usia dini untuk dapat fokus, membangun berpikir logis, serta melatih inderawi yang akan berpengaruh pada kemampuan motorik dan kemandirian anak. Goh Shi Qian et al., (2023), dalam studi kasusnya menerangkan bahwa anak di TK Montessori lebih cepat menguasai keterampilan motorik dibanding TK umum. Pada temuannya, buku tekstil sensoris pada TK Montessori dapat mendorong perkembangan kreativitas, imajinasi, dan keterampilan motorik anak usia prasekolah. Hal ini dikarenakan material *sensorial* Montessori yang menekankan pembelajaran *hands-on*, sehingga anak memiliki kemampuan observasi, imajinatif, kemampuan membedakan, mengklasifikasi, dan menyusun pola pikir logis, mendorong kemampuan memecahkan masalah, dan memiliki kemampuan motorik yang baik, dimana hal ini sangat penting untuk kemandirian anak.

Hal ini juga di dukung oleh temuan Ogbemudia et al. (2024), yang menegaskan bahwa Montessori pedagogi merupakan pendekatan multi sensoris pada anak usia dini yang mampu menjawab kebutuhan perkembangan anak usia dini secara holistik. Dengan pengamalan langsung melalui kegiatan multi sensoris, anak tidak hanya membangun keterampilan kognitif tetapi juga keterampilan motorik, emosional, sosial, dan kemandirian. Temuan dalam studi ini juga semakin memperkuat bahwa Montessori efektif sebagai pendekatan holistik yang menghargai anak dan menjadikan anak sebagai *child centered*, serta berorientasi pada *life-long learning*.

Semuanya terbangun di setiap kegiatan dari masing-masing area kurikulum Montessori yang di jalankan di kelas Montessori yaitu, practical life (keterampilan hidup) kegiatan keterampilan hidup merupakan kegiatan yang dikenalkan terlebih dahulu di kelas Montessori. Area keterampilan hidup adalah landasan dari metode Montessori. Kegiatan-kegiatannya memberikan kesempatan anak mengenal hal-hal yang berkaitan dengan kehidupan keseharian mereka, dan membantu anak dalam perkembangan mereka secara fisik, kognitif, sosial, dan emosional. Montessori membagi kegiatannya menjadi empat bidang utama (Modern Montessori International, 2020), yaitu pengembangan keterampilan motorik, pemeliharaan lingkungan, perawatan diri, serta tata krama dan sopan santun sosial. Adapun contoh kegiatan pada area ini adalah menyendok biji-bijian dari satu wadah ke wadah yang lain, menuang air,

mengancing, mencuci tangan, mengikat tali sepatu, berjabat tangan, menginterupsi dengan baik, dan sebagainya.

Sensorial kegiatan sensoris Montessori mengenalkan anak pada pemahaman terstruktur mengenai dunia dengan cara yang berbeda. Kegiatan sensoris meningkatkan perhatian dan kesadaran anak terhadap berbagai hal di lingkungannya. Kegiatan materi sensoris tidak hanya ditujukan untuk pengembangan indera, akan tetapi juga untuk kecerdasan matematika, bahasa, dan menulis (Modern Montessori International, 2020). Pada kegiatan sensoris, anak dilatih kemampuan visual, auditori, taktil, olfakori (penciuman), dan gustatory (perasa) melalui material Montessori yang di rancang untuk setiap pelatihan indera yang disusun secara terstruktur. Contoh material di kegiatan sensorial adalah material *pink tower*, kotak warna, botol termal, botol aroma, bangun geometris, kotak suara, larutan rasa (gustatory), tablet barik, dan papan halus kasar.

Bahasa menulis dan membaca dapat menjadi kegiatan yang menarik di lingkungan Montessori. Semuanya dirancang Montessori dari yang mudah ke yang sulit, dan terangkum dalam tahapan membaca suku kata terbuka, tertutup, dan bunyi khusus kombinasi. Pada implementasi area ini, lingkungan Montessori dibangun dengan percakapan yang interaktif, diberikan dengan bahan sensoris, dikenalkan dengan gambar-gambar, dan diberikan nama. Membaca akan mengikuti secara alami setelah menulis (Modern Montessori international, 2020).

Matematika pengenalan matematika pada anak dilakukan dengan bertahap. Anak perlu mendapatkan konsep nyata dari setiap angka dan hubungan dari suatu bilangan. Pada area ini, dibagi menjadi enam kelompok (Modern Montessori international, 2020) yaitu pengantar angka, pengantar sistem *decimal*, pengantar *teen board* (papan belasan), pengoperasian sistem *decimal*, tabel perekaman dan aritmatika, serta abstraksi (bingkai manik pendek dan pembagian sederhana). Budaya area ini membantu anak memahami dunia di sekitarnya, baik dari sisi alam maupun kehidupan manusia. Adapun area budaya di Montessori meliputi studi alam, botani dan zoologi, geografi, dan sejarah (Modern Montessori International, 2020).

Material-material Montessori yang tersusun dalam kurikulum Montessori ini memberikan pengalaman sensorik konkret yang membantu anak untuk memahami simbol, angka, huruf, dan konsep sains secara abstrak di kemudian hari. Dr Maria Montessori menempatkan material sensoris sebagai jembatan bagi anak dalam mengenal dunia melalui panca indera. Dengan demikian, anak belajar dari hal konkret terlebih dahulu sebelum nantinya ke abstrak. Hal ini menjadikan peran material *sensorial* Montessori dapat membantu membangun dasar kognitif, persepsi anak, dan perkembangan anak secara holistik..

2. METODE PENELITIAN

Kajian ini merangkum literatur yang diterbitkan sejak tahun 2020, serta buku dan sumber terkait untuk mengidentifikasi prinsip-prinsip utama, kerangka kerja, serta menyoroti titik-titik kesesuaian dari kedua pendekatan pedagogi Montessori dan pendidikan STEAM dalam pendidikan anak usia dini. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) yang dipadukan dengan prinsip *integrative review* agar mampu merangkum hasil penelitian kuantitatif, kualitatif, maupun konseptual. Pemilihan metode ini didasarkan pada tujuan kajian, yaitu mengidentifikasi prinsip-prinsip utama, kerangka kerja, serta titik-titik kesesuaian antara pedagogi Montessori dan pendidikan STEAM dalam konteks pendidikan anak usia dini.

Sumber Data

Data penelitian berupa artikel jurnal, prosiding, dan buku yang relevan. Kriteria inklusi meliputi, publikasi sejak tahun 2020 hingga 2025, Fokus pada pendidikan anak usia dini (0–6 tahun), membahas pedagogi Montessori, pendidikan STEAM, atau integrasi keduanya, tersedia dalam bentuk full text dan dapat diakses melalui basis data akademik, dan basis data yang digunakan adalah Scopus, Sinta, Web of Science, Google Scholar, serta repositori universitas yang memuat *open access* artikel.

Strategi Pencarian

Proses pencarian menggunakan kombinasi kata kunci seperti, “Montessori AND STEAM”, “early childhood AND STEAM”, dan “Montessori pedagogy AND early childhood education”. Hasil pencarian diseleksi secara bertahap: (a) penyaringan judul dan abstrak, kemudian (b) pemeriksaan *full text* untuk memastikan kesesuaian dengan kriteria.

Teknik Analisis Data

Analisis dilakukan dengan pendekatan analisis tematik. Artikel yang terpilih dikodekan untuk mengidentifikasi, prinsip utama masing-masing pendekatan, model/kerangka implementasi yang digunakan, dan titik kesesuaian atau potensi integrasi Montessori dengan STEAM.

Keabsahan Data

Keabsahan data dijaga melalui triangulasi sumber (membandingkan hasil dari berbagai jurnal dan buku) serta *peer debriefing* dengan pembimbing atau sejawat akademik.

Tabel 1. Metode Penelitian

Komponen	Uraian
Jenis Penelitian	Systematic Literature Review (SLR) dipadukan dengan Integrative Review
Tujuan	Mengidentifikasi kerangka kerja dan prinsip-prinsip kesesuaian antara pedagogi Montessori dan pendidikan STEAM pada anak usia dini
Sumber Data	Artikel jurnal, dan buku yang relevan
Basis Data	Scopus, Sinta, Web of Science, Google Scholar, serta repositori universitas yang memuat <i>open access</i> artikel.
Strategi Pencarian	Proses pencarian menggunakan kombinasi kata kunci seperti: - “Montessori AND STEAM” - “early childhood AND STEAM” - “Montessori pedagogy AND early childhood education”
Teknik Analisis Data	Hasil pencarian diseleksi secara bertahap: (a) penyaringan judul dan abstrak, kemudian (b) pemeriksaan full text untuk memastikan kesesuaian dengan kriteria. Analisis dilakukan dengan pendekatan analisis tematik. Artikel yang terpilih dikodekan untuk mengidentifikasi: - Prinsip utama masing-masing pendekatan. - Model/kerangka implementasi yang digunakan. - Titik kesesuaian atau potensi integrasi Montessori dengan STEAM.
Keabsahan Data	Keabsahan data dijaga melalui triangulasi sumber (membandingkan hasil dari berbagai jurnal dan buku) serta peer debriefing dengan pembimbing atau sejawat akademik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konvergensi Fondasi Sensorial Montessori menuju Scientific Inquiry (STEAM), pada pendidikan anak usia dini

Berdasarkan prinsip-prinsip dari pendekatan pedagogi Montessori dan kerangka kerja STEAM yang berorientasi pada inkuiri, keduanya memiliki prinsip dasar yang sama. Montessori dan STEAM pada anak usia dini memberikan pengalaman sensoris, *hands on learning*, memberikan kesempatan kepada anak untuk bereksplorasi, memberikan pembelajaran interdisipliner dan holistik. Kedua pendekatan ini bertemu pada kontinum perkembangan berpikir. Di mana Montessori memberikan dasar *sensorial* dari belajar mengenal berbagai bentuk, ukuran, warna, tekstur, suara, aroma yang dikenalkan melalui material Montessori. Dari pengalaman sensorik konkret di material Montessori, anak dapat masuk ke tahap *scientific inquiry* seperti belajar membandingkan ukuran, mengobservasi, dan

menyimpulkan. Sebagaimana Inkuiri ilmiah (STEAM) pada anak usia dini mengenalkan anak kepada proses ilmiah melalui kegiatan sederhana, dengan beberapa pendekatan sains, seperti kegiatan observasi, bertanya, mengumpulkan dan menganalisis, yang mencerminkan sifat pembentukan pengetahuan. Kontinum perkembangan berpikir dari pengalaman *sensorial* Montessori ini, dapat menjadikan fondasi psikologis alami menuju terbentuknya dasar *scientific inquiry* bagi anak usia dini.

Implementasi STEAM pada pendidikan anak usia dini ketika dipadukan dengan pembelajaran multi sensori (*multisensory learning*) di mana melibatkan penglihatan, pendengaran, sentuhan, dan gerakan, akan lebih sesuai dengan karakteristik anak usia dini (Novitasari et al., 2022). Novitasari et al., 2022, menjelaskan dalam studi kasusnya terhadap pemahaman guru mengenai pembelajaran berbasis multi sensori dan STEAM. Di mana dijelaskan bahwa anak akan lebih mudah belajar dengan melibatkan banyak indera sekaligus, seperti melihat, mendengar, menyentuh, dan mencoba langsung. Dengan pengalaman sensorik material Montessori, anak akan mendapatkan fondasi psikologis alami menuju dasar *Scientific Inquiry*. Penelitian *action research* yang dilakukan (Zhou, 2022) juga menerangkan bahwa desain dan praktik pendidikan sains pada anak usia dini berdasarkan konsep STEAM dapat dilakukan dengan model 5E (*Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate*), yang lebih menekankan kepada eksplorasi anak dan perbaikan berkelanjutan.

Hal ini juga sejalan dengan pembelajaran Montessori yang tersusun dalam kurikulum Montessori seperti *area practical life, sensorial*, Bahasa, matematika, dan budaya. Dimana Montessori memberikan pengalaman sensorik konkret yang membantu anak untuk memahami simbol, angka, huruf, dan konsep sains secara abstrak di kemudian hari. DR Maria Montessori menempatkan material sensoris sebagai jembatan bagi anak dalam mengenal dunia melalui panca indera. Penerapan STEAM pada anak usia dini dikemas sesuai dengan tahapan anak.

Adapun implementasinya dapat terwujud sederhana seperti berikut (Wahyuningsih et al., 2020), sains (*science*) dapat terintegrasi dengan bidang studi lainnya maupun cabang ilmu seperti geologi, ekologi, botani, dan zoologi. Sains bersifat nyata, dan dekat dengan kehidupan sehingga menarik bagi anak-anak dan disusun sesuai dengan tahapan perkembangan anak. Teknologi (*technology*) pengenalan teknologi pada anak usia dini tidak hanya melalui alat digital, akan tetapi dapat juga melalui benda sederhana seperti pensil, krayon, gunting, penggaris, dan lain-lain. Teknologi pada anak usia dini dapat diperkenalkan sesuai usia anak, sehingga anak mendapatkan pemahaman dan pengalaman yang tepat. Rekayasa (*engineering*) anak dapat diajak membangun, menyusun balok, membuat pola, ataupun merancang konsep sederhana. Sehingga dalam prosesnya anak menjadi berpikir ketika mencoba dan menemukan

cara membuat sesuatu. Seni (*Arts*) seni dapat menstimulasi perkembangan kognitif, fisik, sosial, dan emosional anak. Dalam hal ini, anak dapat terlibat dalam menggambar, bernyanyi, musik, tari, bekerja dengan tanah liat, drama, serta karya seni lainnya. Matematika (*Math*) kegiatan matematika dirancang sesuai dengan tahapan perkembangan anak. Anak belajar mengklasifikasikan, menghitung, mengukur, membandingkan, hingga mengenali pola. Konsep matematika akan lebih mudah dipahami anak-anak jika dikaitkan dengan pengalaman sehari-hari.

Implementasi STEAM dapat dipadukan dengan pembelajaran *Proyek based learning* (Zayyinah et al., 2022). Paduan keduanya dinilai efektif dan dapat menjadi solusi dalam meningkatkan skill keterampilan abad -21, seperti berpikir kritis, kreativitas, *problem solving*, kolaborasi, komunikasi, dan literasi sains. Hal ini mungkin dikarenakan model pembelajaran ini memberikan pengalaman belajar yang nyata, berbasis proyek, dan integrasi lintas disiplin. Dari hasil studinya, implementasi STEAM yang diintegrasikan dengan *Proyek Based Learning*, terbukti memberikan dampak positif terhadap peningkatan keterampilan siswa. Integrasi keduanya memberikan kesempatan pada siswa untuk belajar berkolaborasi, menghubungkan konsep dengan dunia nyata, dan menghasilkan produk nyata dari sebuah proyek.

Adapun implikasi praktis dari kurikulum Montessori, sains tidak diperlakukan sebagai mata pelajaran terpisah, melainkan menyatu dalam kegiatan sehari-hari anak, seperti pada area: *Practical life* (keterampilan hidup): anak belajar melalui kegiatan nyata, misalnya merawat tanaman. Dengan menyiram dan merawat tanaman, anak belajar memahami konsep kebutuhan makhluk hidup (air, cahaya, tanah). Contoh lainnya, seperti dalam proses menuang air dan menyendok, anak belajar konsep lebih banyak atau lebih sedikit, kosong atau isi, yang dalam prosesnya terjadi proses berpikir, mencoba, dan mengamati.

Area *Sensorial* anak belajar eksplorasi melalui indera, anak dapat mengenal warna, bentuk, tekstur, suara, aroma, dan ukuran. Dengan material sensorial Montessori, anak dapat belajar dengan multisensory, dan dapat membedakan serta mengklasifikasikan benda-benda yang ada. Area bahasa di area ini, anak belajar menamai, menjelaskan hasil pengamatan, dan mengasah keterampilan komunikasi. Contohnya anak membaca tentang hewan pada kartu gambar di area Budaya mengenai Zoologi. Area matematika anak dapat belajar matematika dengan mengukur, menghitung, observasi, dan menganalisis. Seperti mengukur tinggi tanaman dengan penggaris, atau menghitung jumlah kelopak bunga. Area budaya di area ini anak dapat belajar mengenai zoologi, botani, geografi, dan sejarah. Secara tidak langsung anak dapat memahami posisi dirinya dalam alam semesta ini.

Hal yang paling penting dalam proses dasar *scientific inquiry* pada anak usia dini adalah berorientasi pada proses, bukan hanya hasil dari proyek yang dikerjakan. Fokusnya adalah pada bagaimana anak menjalani proses berpikir, mencoba, mengamati, dan memperbaiki jika tidak berhasil. Adapun beberapa aspek yang dapat menjadi konvergensi fondasi *sensorial* Montessori menuju *Scientific Inquiry* (STEAM), pada pendidikan anak usia dini adalah sebagai berikut:

Aspek Observasi

Ketika anak diberikan material *sensorial* Montessori, pengalaman tersebut menjadi dasar kemampuan mengamati secara sistematis. Dari pengalaman *sensorial* menuju observasi, *sensorial* Montessori memang dirancang secara sistematis dan terstruktur. Kemampuan ini merupakan langkah awal dalam *scientific inquiry*.

Aspek Eksplorasi

Ketika anak diberikan ruang untuk bereksplorasi, anak menjadi berani mencoba dan bereksperimen. Pada STEAM yang memberikan ruang eksplorasi pada pengenalan *science, technology, engineering, art*, dan matematika, sedangkan pada Montessori, pemaparannya pada lima area kurikulum Montessori, yaitu *practical life, sensorial, bahasa, matematika, dan budaya*. Material-material Montessori memberikan kesempatan itu kepada anak. Anak diberikan ruang eksplorasi dan pengalaman sensoris sehingga kecerdasan dapat terbangun dari pengalamannya tersebut. Montessori dan STEAM sama-sama memungkinkan anak menggunakan panca indera untuk menemukan berbagai hal dan konsep. Montessori juga secara tidak langsung mengenalkan konsep sains pada anak, dan di beri ruang dalam mengeksplorasi material yang dalam prosesnya terjadi proses berpikir, mencoba, dan mengamati. Kebebasan ini melatih uji coba (*trial and error*) yang prinsipnya sama seperti dalam eksperimen sains. Begitu juga pada kegiatan *sensorial* Montessori di area lainnya, memberikan kesempatan untuk anak bereksplorasi dengan material.

Aspek Rasa ingin tahu (curiosity)

Sensorial Montessori dipersiapkan untuk membangkitkan rasa ingin tahu anak. Dan rasa ingin tahu ini juga tahapan penting dalam *scientific inquiry*.

Aspek Klasifikasi dan keteraturan

Material *sensorial* Montessori mendorong anak untuk mengklasifikasi (mengelompokkan dan mengurutkan), dan keteraturan yang dilatih di kelas Montessori, serupa dengan proses mengorganisir informasi maupun material dalam *scientific inquiry*, sebelum akhirnya sama-sama menyimpulkan.

Aspek Hands-on learning

Sensorial Montessori membutuhkan *hands-on learning*, anak belajar melalui pengalaman langsung. Hal ini serupa pada STEAM yang menekankan *learning by doing*, sehingga nantinya pemecahan masalah dari sesuatu percobaan nyata dapat disimpulkan. Hal ini juga merupakan bagian dari siklus *scientific inquiry*.

Aspek Kontrol kesalahan

Material *sensorial* Montessori memiliki kontrol kesalahan, sehingga anak mampu merefleksi dan mengevaluasi kesalahannya. Pada STEAM, anak mengevaluasi hasil percobaan dan memperbaiki kesalahan.

Integrasi Inderawi

Material *sensorial* Montessori dengan melibatkan seluruh indera (melihat, mendengar, menyentuh, mencoba, dan merasakan), hal ini dapat membantu membangun pemahaman yang lebih dalam. Hal ini serupa dengan pendekatan STEAM, Di mana dalam pembelajarannya, anak belajar langsung dengan mencoba dengan melibatkan sensori inderawinya.

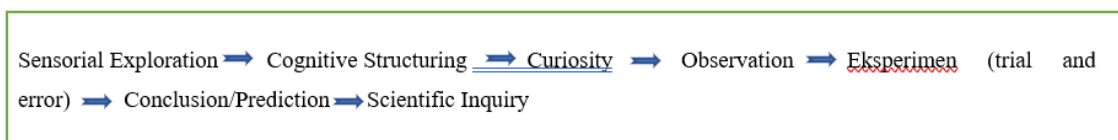
Aspek Kemandirian

Kegiatan *sensorial* Montessori mendorong anak untuk belajar mandiri. Kemandirian ini sejalan dengan tujuan *Inquiry*, yaitu anak menjadi berpikir kritis, memiliki rasa ingin tahu yang besar berani mencoba dan mampu mengajukan pertanyaan.

Berdasarkan paparan di atas, kedua pendekatan tersebut memiliki konvergensi. *Sensorial* Montessori dapat menumbuhkan kemampuan dasar *scientific inquiry* melalui observasi, eksplorasi, klasifikasi, *hands-on learning*, multi sensoris, refleksi, dan kemandirian. Hal ini kemudian menjadi fondasi alami yang sudah terbentuk menuju dasar *scientific inquiry* (bertanya, observasi, mencoba, menganalisis, menyimpulkan) dalam STEAM pada anak usia dini. Dengan demikian, peran fondasi *sensorial* Montessori bukan hanya untuk merasakan, tetapi juga dapat membangun dasar kognitif. Sehingga *scientific inquiry* pada anak usia dini merupakan proses kognitif anak sesuai usianya dalam mengeksplorasi, mencoba, observasi, dan memahami secara sistematis. Pembelajaran lahir dari rasa ingin tahu, eksperimen, dan pencarian makna.

Hal ini juga sejalan dengan teori perkembangan kognitif anak usia dini berdasarkan teori Piaget, di mana anak usia dini memiliki rasa ingin tahu yang besar, banyak bertanya, dan mampu menggunakan penalaran sederhana. Pada masa ini juga, anak butuh di fasilitasi kebutuhan eksplorasi multi sensoris, sehingga membantu anak dalam mengenai lingkungannya. Selain itu, di masa ini, anak butuh dikenalkan dengan hal-hal konkret sebelum nantinya akan memahami hal abstrak. Montessori memperkenalkan anak pada pengamatan

ilmiah dan klasifikasi melalui bahan sensoris, sementara STEAM memperluas orientasi ini menuju penyelidikan sistematis dan inovasi. Konvergensi ini menunjukkan bahwa pedagogi Montessori dapat menjadi pintu masuk yang sesuai dengan tahap perkembangan untuk pendidikan STEAM pada anak usia dini. Adapun jika di gambarkan dalam sebuah alur fondasi *sensorial* Montessori berkembang menjadi *scientific inquiry* dalam STEAM pada anak usia dini, akan sebagai berikut:



Gambar 1. Alur Fondasi

Dengan demikian, kajian ini menunjukkan jalur dari sensorial Montessori berkembang menjadi *Scientific Inquiry* pada anak usia dini melalui kegiatan eksplorasi sensoris yang sistematis dan bermakna. Dengan pengalaman sensorial Montessori, anak mendapatkan fondasi psikologis alami menuju Scientific Inquiry, pada anak usia dini.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada masa anak usia dini, butuh di fasilitasi kebutuhan eksplorasi multi sensoris, sehingga membantu anak dalam mengenai lingkungannya. Anak butuh dikenalkan dengan hal-hal konkret sebelum nantinya akan memahami hal abstrak. Montessori memperkenalkan anak pada pengamatan ilmiah dan klasifikasi *object* melalui material sensoris, sementara STEAM memperluas orientasi ini menuju penyelidikan sistematis bahkan inovasi. Konvergensi ini menunjukkan bahwa pedagogi Montessori dapat menjadi pintu masuk yang sesuai dengan tahap perkembangan anak bagi pendidikan STEAM pada anak usia dini. Eksplorasi *sensorial* Montessori membantu *cognitive structuring* pada anak, sehingga tumbuh rasa ingin tahu yang besar, mengamati, melakukan percobaan, dan menyimpulkan. Proses ini membantu sebagai fondasi psikologis alami anak menuju *scientific inquiry*.

Kajian ini memberikan framework baru yang menjelaskan bagaimana konvergensi *sensorial* Montessori dengan *Scientific Inquiry* pada STEAM di pendidikan anak usia dini. Hal ini tidak hanya memperkaya teori, tetapi juga memberikan implikasi praktis bagi para pendidik dalam merancang pembelajaran STEAM di pendidikan anak usia dini, yang sesuai dengan tahapan dan kebutuhan perkembangan anak. Selain itu, peneliti berharap, para praktisi pendidikan anak usia dini dapat mempertimbangkan lebih banyak pembelajaran *sensorial* di dalam kurikulum pendidikan anak usia dini. Hal ini mengingat, pada tahapan perkembangan

dan kebutuhannya, anak usia dini memerlukan paparan yang konkret, mendapatkan pengalaman multi sensorial dalam kegiatan-kegiatannya. Sehingga hal ini bukan hanya membantu berkembangnya kecerdasan dari pengembangan indera tersebut, tetapi juga *Scientific Inquiry* pada anak usia dini akan terbentuk. Kajian ini juga membuka peluang bagi penelitian empiris dan memperkaya pedagogi anak usia dini, khususnya dalam memberikan gambaran transisi fondasi *sensorial* Montessori menuju inkuiri ilmiah.

DAFTAR REFERENSI

- Aloairdhi, N. M. (2022). Piaget's theory of cognitive development: The development of conservation in the concrete operational stage in Saudi children.
- Bertrand, M. G., & Namukasa, I. K. (2020). STEAM education: Student learning and transferable skills. *Journal of Research in Innovative Teaching and Learning*, 13(1), 43–56. <https://doi.org/10.1108/JRIT-01-2020-0003>
- Ciganitri, J. N., Bojongsoang, K., Bandung, K., Barat, J., & Suprigantini, L. (2023). Penerapan model pembelajaran STEAM melalui media loose part pada anak usia 5-6 tahun di RA Agniya Bandung 2022/2023. *Journal of Islamic Early Childhood Education*, 2(2). <https://doi.org/10.54801/piaudku.v2i2.231>
- Goh, T. S. Q., Lai, Y. L., & Pormalu, K. (2023). The use of sensory textile books to encourage creativity among preschool children: A case study. *International Journal of Modern Education*, 5(19), 47–66. <https://doi.org/10.35631/ijmoe.519004>
- Guohui, M., & L. Z. W. G. (2024). Discussion on the improvement strategy of kindergarten science education based on STEAM. *Advances in Educational Technology and Psychology*, 8(2). <https://doi.org/10.23977/aetp.2024.080222>
- Hasanah, L., Putri, Y. S., Muthia, A., & Putri, T. S. (2025). Pendekatan STEAM dalam pendidikan anak usia dini: Konsep, prinsip, dan aplikasinya. *Agapedia*, 9(1). <https://ejournal.upi.edu/index.php/agapedia>
- Istiqamah, N. (2024). Implementasi pendekatan science, technology, engineering, art, mathematic, Montessori, Islamic (STEAMMI) dalam model pembelajaran kelompok di taman kanak-kanak. *Jurnal AUDHI*, 6(2), 58–67. <https://doi.org/10.36722/jaudhi.v6i2.2634>
- Johnston, K., Kervin, L., & Wyeth, P. (2022). STEM, STEAM and makerspaces in early childhood: A scoping review. *Sustainability*, 14(20). <https://doi.org/10.3390/su142013533>
- Keerthirathne, et al. (2024). Preschool education and Maria Montessori: A review. <https://doi.org/10.51244/IJRSI>
- Laksmi, N. M. S., Suardana, I. M., Arifin, I., & Artikel Abstrak, I. (2021). Implementasi pembelajaran dan penilaian berbasis metode Montessori. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v6i5.14862>
- Lillard, A. S. (2017). *Montessori: The science behind the genius* (3rd ed.). Oxford University Press.
- Modern Montessori International. (2020). *DMT 101 – Filsafat Montessori*.

- Modern Montessori International. (2020). *DMT 104 – Keterampilan hidup*.
- Modern Montessori International. (2020). *DMT 105 – Pelatihan sensoris*.
- Modern Montessori International. (2020). *DMT 106 – Bahasa Montessori*.
- Modern Montessori International. (2020). *DMT 107 – Matematika*.
- Modern Montessori International. (2020). *DMT 108 – Pelajaran budaya*. Modern Montessori International PTE LTD.
- Ngili, A. E., Yudha, R. P., & Bekasi, S. (2024). Implementasi pembelajaran STEAM dalam mengembangkan keterampilan abad 21 pada anak usia dini. *Journal Jendela Bunda PG PAUD UMC*, 12(1). <https://doi.org/10.32534/jjb.v12i1.5182>
- Ningsih, R. W., & Farida, N. (2023). Enhancing critical thinking in early childhood through STEAM-oriented busy board media: A development study. *Golden Age: Jurnal Ilmiah Tumbuh Kembang Anak Usia Dini*, 8(3), 143–157. <https://doi.org/10.14421/jga.2023.83-04>
- Novitasari, K., Utami, N. R., Handoko, H., & Suminar, Y. A. (2022). The effectiveness of STEAM-based multisensory model implementation training for strengthening teacher competence. *JPPM: Jurnal Pendidikan dan Pemberdayaan Masyarakat*, 9(1), 83–93. <https://doi.org/10.21831/jppm.v9i1.51853>
- Ogbemudia, I. M., Alasa, V. M., & Ikenyiri, J. C. (2024). The Montessori pedagogy: A multi-sensory approach to childhood education. *Jurnal Pendidikan Abad Ke-21*, 2(2), 53–65. <https://doi.org/10.53889/jpak.v2i2.505>
- Pratiwi, M., et al. (2025). Implementasi pendekatan science, technology, engineering, arts, mathematics, Montessori, dan Islamic berbasis kurikulum merdeka. <https://doi.org/10.36722/jaudhi.v7i2.3412>
- Rodrigues-Silva, J., & Alsina, Á. (2023). STEM/STEAM in early childhood education for sustainability (ECEfS): A systematic review. *Sustainability*, 15(4). <https://doi.org/10.3390/su15043721>
- Roshayanti, F., & Sugiyanti. (2020). STEAM-based learning through magnetic book: Efforts to introduce science inquiry for early children. In *Advances in Social Science, Education and Humanities Research* (Vol. 417). <http://scholarship.claremont.edu/steam/vol2/iss1/3>
- Wahyuningsih, S., Nurjanah, N. E., Rasmani, U. E. E., Hafidah, R., Pudyaningtyas, A. R., & Syamsuddin, M. M. (2020). STEAM learning in early childhood education: A literature review. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 4(1), 33. <https://doi.org/10.20961/ijpte.v4i1.39855>
- Zakiyatul Imamah, et al. (2020). I Y. In Husnatul Hamidiyyah Siregar (Vol. 15, Issue 2).
- Zayyinah, Z., Erman, E., Supardi, Z. A. I., Hariyono, E., & Prahani, B. K. (2022). STEAM-integrated project-based learning models: Alternative to improve 21st century skills. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.211229.039>
- Zhou, J. (2022). Research on the design and practice of early childhood science education activities based on the concept of STEAM. *International Journal of New Developments in Education*, 4(4). <https://doi.org/10.25236/ijnede.2022.040403>