

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Manusia sebagai kekuatan dominan perubahan di planet ini, telah memunculkan era baru yang disebut antroposen, pada jaman ini umat manusia perlu memahaminya secara mendalam bahwa manusia merupakan bagian dari biosfer dan tidak terpisahkan. Kondisi masa depan kelangsungan kehidupan dan kesejahteraan umat manusia di era antroposen tergantung pada tindakan kolektif umat manusia dalam mengelola berbagai sumberdaya alam yang tersedia di muka bumi ini (Folke dkk., 2021, hlm. 834). Menurut Liu dkk. (2019, hlm. 861), keberhasilan pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) menjadikan orang-orang memiliki harapan tak terbatas pada teknologi dan percaya bahwa perkembangan teknologi dapat mengubah dunia, namun kualitas lingkungan semakin buruk akibat perubahan teknologi. Isu lingkungan global menurut laporan yang dipublikasikan oleh *World Economic Forum* (WEF) tentang “*The Global Risks Report*” dalam empat tahun terakhir didominasi berbagai isu tentang peristiwa perubahan cuaca dan suhu ekstrem; penurunan keanekaragaman hayati; pencemaran udara, tanah dan air; kegagalan mitigasi dan adaptasi perubahan iklim; serta lambatnya transisi kita beralih dari sumber energi karbon (World Economic Forum, 2018, 2019, 2020, 2021).

Isu lingkungan terkait dampak interaksi ilmu pengetahuan, teknologi dan masyarakat yang menjadi salah satu tantangan berat bagi pencapaian kesejahteraan umat manusia di abad 21, meliputi: isu pemanasan global yang disebabkan intervensi manusia dalam memanfaatkan sumber energi yang menghasilkan emisi CO₂ tinggi, telah mempengaruhi perubahan atmosfer yang menyebabkan kenaikan suhu global sebesar 1°C (Ebadi dkk., 2020; Oyedotun dan Ally, 2021). Isu penurunan kualitas air yang diakibatkan oleh peningkatan polusi logam berat, memiliki dampak toksisitas logam dan efek mematikan bagi organisme akuatik (Cheng dkk., 2020; Karaouzas dkk., 2021). Isu polusi mikroplastik akibat limbah produk kosmetik maupun limbah domestik yang dibuang ke perairan, menyebabkan kerusakan dan membahayakan rantai makan serta kesehatan manusia (Guerranti

dkk., 2019; Karaouzas dkk., 2021). Isu peningkatan pemanfaatan hasil rekayasa genetik pada berbagai produksi pangan hasil pertanian, memberikan dampak ekologis dengan menurunnya keanekaragaman hayati (Stange dkk., 2021; Strauss dkk., 2017).

Beberapa hasil studi tentang dampak perubahan lingkungan lainnya dari tahun 1960an hingga 2020an di berbagai negara dapat dilihat berdasarkan bentuk dan variasi masalah lingkungan yang terjadi akibat perubahan pola kehidupan modern penduduk perkotaan dan pengembangan ekonomi melalui industrialisasi, sebagai berikut:

1. Tahun 1960-1969:

- a. Pada tahun 1964, terjadi penyebaran penyakit Minamata, akibat pencemaran limbah pabrik yang mengandung merkuri (Hg) di pantai utara Tokyo-Jepang (Matsuo, 2003; Siahaan, 2004).
- b. Pada tahun 1960an, peningkatan pencemaran udara berupa CO² (hujan asam) dari kegiatan industrialisasi dan aktivitas penduduk perkotaan, menyebabkan jembatan tarik di Slovakia mengalami korosi dan harus dibongkar (Bujňáková, 2020).
- c. Pada tahun 1960an, terjadi kerusakan hutan pinus di Skotlandia akibat gangguan angin oleh perubahan iklim dan serangan mikroflora dan fitopatogen (Barna dkk., 2020)
- d. Pada tahun 1960an, terjadi pencemaran lingkungan akibat yang menyebabkan terputusnya rantai makanan yang mengancam populasi burung dan makhluk hidup lainnya termasuk manusia, akibat penggunaan *dichloro-diphenyl-trichloroethane* (DDT) yang merupakan pestisida kimiawi atau sintetis pada lahan pertanian di Amerika Serikat, peristiwa ini yang dilaporkan oleh ahli Biologi Rachel H. Carson dalam sebuah buku berjudul *Silent Spring* tahun 1962 (Darvas, 2022)
- e. Pada tahun 1960an, terjadi pencemaran ekosistem perairan akibat bahan organik, hidrokarbon, logam dan organisme patogen di teluk Izmir-Mediterrania (Çakal Arslan dkk., 2021)
- f. Proses transformasi pertanian pada pertanian modern sejak tahun 1960 di utara Rio Grande do Sul-Brazil. Mengalami perubahan sosial-lingkungan

oleh penggundulan hutan untuk membuka lahan pertanian baru dan pencemaran lingkungan oleh penggunaan bahan kimia pertanian (Oliveira Junior, 2019) .

2. Tahun 1970-1979:

- a. Pada tahun 1973, terjadi penyebaran penyakit Minamata, akibat pencemaran limbah pabrik yang mengandung di Goshonoura, pulau Amakusa-Jepang (Siahaan, 2004).
- b. Pada tahun 1974, terjadi penyebaran penyakit itai-itai, akibat pencemaran limbah pabrik yang mengandung Kadmium (Cd) dan Seng (Zn) di sungai Juntsu-Jepang (Matsuo, 2003; Siahaan, 2004)
- c. Pada tahun 1970an terjadi pencemaran air akibat kadungan fluoridasi air yang dapat mengganggu kesehatan di Quebec-Kanada (Carstairs, 2016).
- d. Sejak tahun 1970an, pemerintah China telah menetapkan kebijakan perlindungan lingkungan untuk mengatasi masalah pencemaran dan degradasi ekologis yang menjadi masalah yang parah dan berdampak besar terhadap ekonomi nasional dan kesehatan masyarakat (L. Wang, 2010).

3. Tahun 1980-1989:

- a. Sejak tahun 1980an terjadi perubahan kemajuan musim tanam tanaman di dataran tinggi Tibet, akibat perubahan iklim akibat percepatan peningkatan pemanasan suhu lingkungan (Shen dkk., 2015).
- b. Sejak akhir 1980an terjadi penurunan debit air dan salinitas oleh aktivitas manusia dalam peningkatan produktivitas pembangunan perkotaan dan industri, serta pencemaran logam berat (Pb dan Cu) di Danau Bosten di Asia tengah (W. Liu dkk., 2020).
- c. Ditahun 1980an terjadi penyusutan luas danau Wuhan sekitar 21,53 km² , sebagai dampak eksploitasi manusia terhadap danau, yang sebagian besar didorong oleh kegiatan pertanian seperti reklamasi (39%) dan pengembangan aquakultur (29,0%), dan urbanisasi sebagai pendorong sekunder (19,8%) (J. Wang dkk., 2020).
- d. Pada era tahun 1980an terjadi ekspansi tanaman hasil domestifikasi, yang mengubah keragaman lahan pertanian, dimana terdapat 339 tanaman yang ditanam dilebih dari 150 negara. Namun keseragaman atau homogenisasi

ini, telah mengubah keanekaragaman tanaman dan biogeografi yang akan mempengaruhi ketahanan pertanian dan ketahanan terhadap perubahan lingkungan (Mariani dkk., 2021).

- e. Pada era tahun 1980an jumlah fluks karbon di atmosfer sebesar 2.0 PgC (*Petagram of Carbon*) disebabkan oleh perubahan penggunaan lahan pada kegiatan deforestifikasi berupa konversi ekosistem alam menjadi lahan pertanian, padang rumput, perladangan berpindah, pemanenan kayu dan pendirian hutan tanaman, didominasi oleh pelepasan karbon dari daerah tropis (Houghton, 2003) .
4. Tahun 1990-1999:
 - a. Pada tahun 1996, terjadi kerusakan lahan pertanian disebabkan oleh peningkatan populasi babi hutan asal Eropa yang di impor ke Monterey County, California-Amerika Serikat (Frederick, 1998).
 - b. Sejak akhir tahun 1990an, populasi perikanan *Walleye pollock gadus chalcogrammus* diperairan Korea telah dianggap langka akibat eksploitasi berlebihan dari *Pollock* remaja dan perubahan lingkungan (Kim dkk., 2017)
 - c. Pada tahun 1990an, terjadi penurunan populasi *Flounder* di laut Baltik akibat perubahan lingkungan berupa eutrofikasi, perubahan iklim, eksploitasi dan perusakan habitat. Perubahan ini akan mempengaruhi kondisi kehidupan selanjutnya bagi banyak spesies ikan (Jokinen dkk., 2015).
 - d. Sejak awal tahun 1990an, terjadi peningkatan secara progresif penyebaran populasi *Caranx crysos* yang merupakan spesies ikan termofilik di laut Mediterania. Peningkatan populasi ini, menjadi parameter ekologis dari adanya perubahan peningkatan suhu lingkungan (Sinopoli dkk., 2019).
 - e. Pada tahun 1990an, hasil survei paleolimnologi di 13 danau di dataran rendah teluk Hudson, menunjukkan terjadinya perubahan populasi spesies di berbagai tingkat trofik, akibat peningkatan suhu lingkungan dari pemanasan global (Rühland dkk., 2014).
 5. Tahun 2000-2009:
 - a. Pada awal tahun 2000an terjadi peningkatan tren epidemi penularan malaria di dataran tinggi Afrika Timur, akibat perubahan lahan dan tutupan lahan yang luas dari semak belukar, hutan, padang rumput menjadi lahan

- pertanian dan transformasi rawa papirus di dasar lembah menjadi padang rumput dan lahan pertanian (Himeidan dan Kweka, 2012).
- b. Hasil studi tentang tanggapan spesies terhadap perubahan lingkungan (pemanasan iklim, pengurangan keanekaragaman dan peningkatan ketinggian vegetasi), pada tahun 2000an ditemukan adanya perubahan dimorfisme panjang sayap dan menghasilkan plastisitas fenotipik yang tinggi dari umpan balik penyebaran dan ekologi evolusioner pada belalang dan jangkrik di Inggris (Beckmann dkk., 2015).
 - c. Hasil studi pemantauan sirkulasi permukaan samudra artik, memperoleh informasi bahwa pengaruh perubahan lingkungan menyebabkan peningkatan arus geostropik disekitar cekungan artik pada akhir tahun 2000an. Peningkatan arus geostropik menyebabkan penurunan konsentrasi/ketebalan es, perubahan gaya atmosfer, perubahan morfologi lapisan es (Nakazawa dkk., 2013).
 - d. Pada tahun 2000an, terjadi gangguan kesehatan masyarakat berupa cacar monyet (*Mokeypox*) di daerah cekungan Kongo, akibat perubahan kondisi lingkungan (Nakazawa dkk., 2013).
 - e. Pada tahun 2000an fluktuasi curah hujan di Taiwan mengalami penurunan dibandingkan dengan pada tahun 1990an. Hal ini merupakan salah satu dampak dari perubahan lingkungan global. Pengelolaan lanskap, praktik konservasi dan pengelolaan sumber daya air diperlukan untuk mengatasi masalah ini (Tsai dan Yang, 2016).
6. Tahun 2010-2019:
- a. Pada tahun 2010an, terjadi kerentanan sumber daya air permukaan di China, akibat perubahan iklim, perkembangan industri dan pertanian yang meningkatkan eksposur sumber daya air sejak tahun 2000 (Qin dkk., 2020).
 - b. Pengaruh perubahan lingkungan terhadap keanekaragaman hayati pada populasi burung. Para ahli ornitologi melaporkan, bahwa penurunan populasi burung pemakan serangga diperiode antara 1950an, 1960an, dan 1980an, selaras peningkatan intensifikasi penggunaan lahan pertanian. Perubahan populasi antara 1980an dan 2010an yang diperkirakan oleh ahli

burung berhubungan baik dengan perubahan data pemetaan atlas antara periode yang sama (Reif dkk., 2021).

- c. Pergeseran fitoplankton yang didorong oleh perubahan lingkungan dapat berdampak signifikan terhadap fungsi ekosistem laut. Pergeseran terjadi di periode tahun 1970an, ketika penggunaan pupuk dan pembuangan air limbah meningkat secara signifikan menyebabkan lebih banyak bahan organik di inti dan pengayaan nitrogen di kolom air hingga tahun 2010an, menyebabkan peningkatan nyata dalam total biomassa, spesies berukuran kecil, dan spesies ganggang yang berbahaya. Analisis reduksi antara pergeseran komunitas utama dan faktor lingkungan menunjukkan bahwa masukan sungai kuning dan pengayaan nutrisi memiliki peran lebih penting dalam mengatur pergeseran fitoplankton daripada kenaikan suhu setelah tahun 1970an (L. Li dkk., 2021).
 - d. Ketika spesies *Lynx eurasiatica* ditangkap secara liar dari pegunungan Carpathian Slovakia diperkenalkan kembali ke Swiss Tengah pada awal 1970an dan menyebar melalui pegunungan Alpen Swis barat laut. Hasil pemantauan pada tiga periode 1980an, 1990an dan 2010an, spesies ini telah mampu beradaptasi untuk mampu hidup di habitat terbuka, ketinggian yang lebih tinggi, dan lereng yang curam dibandingkan dengan tahap awal rekolonisasi. Hal ini, menunjukkan adanya perubahan signifikan dalam spektrum mangsa *Lynx eurasiatica*.
 - e. Hasil studi tentang perubahan ekosistem laut secara global, hasil eksperimen pada periode 2010-2019 pada spesies tunggal (invertebrata betik sebagai organisme model) menunjukkan perubahan ekosistem laut dipengaruhi oleh dampak stresor terkait perubahan iklim antropogenik (Bass dkk., 2021).
7. Tahun 2020-sekarang:
- a. Peningkatan kebutuhan populasi manusia di kota-kota metropolitan seperti Istanbul akan kapasitas transportasi udara yang lebih baik, telah menyebabkan perubahan lingkungan yang besar. Salah satunya berawal dari upaya pembangunan bandara baru (Istanbul Grand Airport-IGA), yang terletak di sisi eropa Turki pada awal tahun 2020an. Pembangunan ini akan

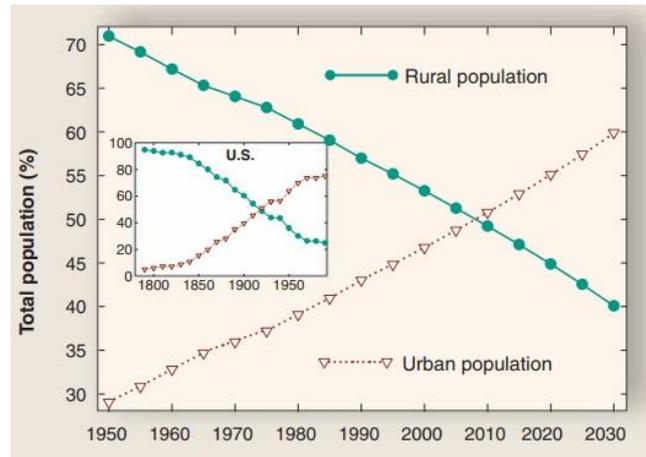
mempengaruhi luas kawasan hutan dan badan air yang akan menjadi sumber masalah lingkungan baru di kawasan tersebut.

- b. Hasil workshop *Internasional Ocean Discovery Program (IODP)* yang diselenggarakan pada 13-16 Juni 2017, bertujuan untuk membahas peluang pengeboran baru di kawasan samudra hindia bagian timur, samudra pasifik barat daya, dan sektor hindia dan pasifik di samudra selatan. Hasil rekomendasi workshop mengarah pada fase baru pengeboran laut di wilayah australasia pada awal tahun 2020an untuk memenuhi kebutuhan energi.
- c. Perubahan iklim dianggap sebagai salah satu ancaman terbesar yang dihadapi alam dan umat manusia pada saat ini. Hasil analisis *National Center for Environmental Prediction (NCEP)* tentang curah hujan di daerah aliran sungai Kurau Hulu, Perak Malaysia. Pada periode 2020an akan terjadi peningkatan curah hujan tahunan sebesar 33,7% (Hamidon dkk., 2019).
- d. Perubahan iklim merupakan salah ancaman lingkungan yang dapat menimbulkan tantangan bagi prospek pembangunan masa depan di Ethiopia. Berdasarkan hasil studi menunjukkan wilayah ethopia pada periode tahun 2020an, 2050an dan 2080an akan mengalami peningkatan suhu maksimum tahunan serta peningkatan curah hujan, hal ini menyiratkan perlunya tindakan cerdas pada upaya pembangunan di Ethiopia untuk mengatasi dampak perubahan iklim tersebut (Abebe dkk., 2022).

Berdasarkan hasil studi tentang dampak perubahan lingkungan di berbagai negara sejak tahun 1960an hingga 2020an. Memberikan gambaran tentang adanya dampak perubahan lingkungan global yang sedang dihadapi bersama. Upaya konservasi lingkungan menjadi aspek penting dilaksanakan pada pembangunan berkelanjutan, yang mampu menyelaraskan peningkatan kesejahteraan masyarakat dengan tetap menjaga keseimbangan ekosistem.

Perubahan lingkungan menurut Grimm dkk (2008, hlm. 756–758) dipengaruhi oleh pergeseran dramatis pola manusia pada kehidupan perkotaan. Pada tahun 1900-1950 jumlah populasi penduduk perkotaan di Amerika Serikat meningkat dari 10% menjadi 50% dan terus meningkat 50 tahun kemudian mencapai 80%. Perubahan pola kehidupan perkotaan di Amerika Serikat dan perubahan peningkatan jumlah populasi global yang mengalami pertumbuhan

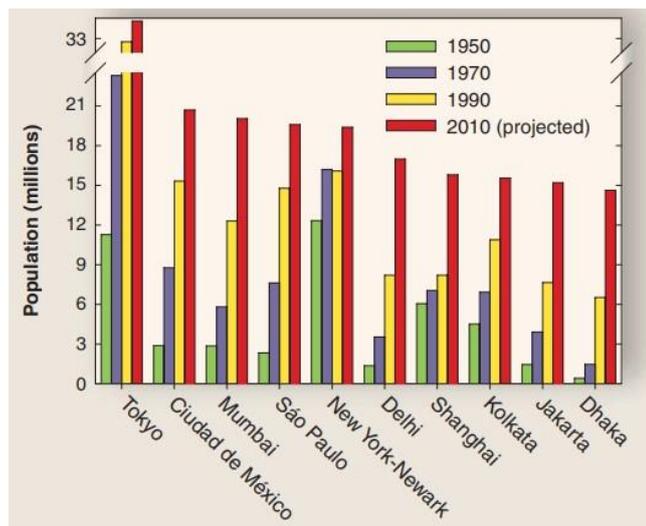
ekonomi dan perubahan demografis pada masyarakat perkotaan, terutama di Cina dan India, menghasilkan tuntutan yang semakin besar pada daya dukung ekosistem terdekat dan terjauh. Gambaran peningkatan persentase populasi global penduduk perkotaan (*urban population*) dan penduduk pedesaan (*rural population*) dari tahun 1950-2030 dapat dilihat pada gambar 1.1.



Sumber: Grimm dkk (2008, hlm. 757)

Gambar 1.1 Persentasi Pertumbuhan Populasi Penduduk Perkotaan (*Urban Population*) dan Penduduk Pedesaan

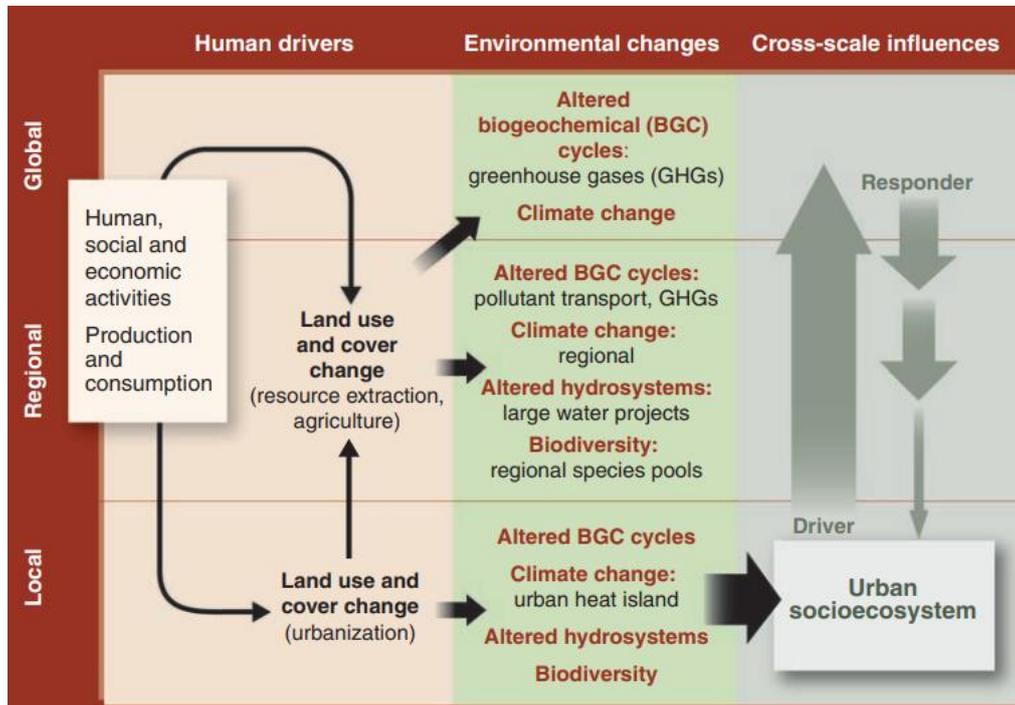
Gambaran perubahan populasi sepuluh aglomerasi perkotaan terbesar dari tahun 1950-2010 dari kiri (terbesar) ke kanan berdasarkan proyeksi ukuran populasi mereka pada tahun 2010 dapat dilihat pada gambar 1.2.



Sumber: Grimm dkk (2008, hlm. 757)

Gambar 1.2 Perubahan Populasi Sepuluh Aglomerasi Perkotaan Terbesar dari Tahun 1950-2010

Dampak pengaruh urbanisasi terhadap perubahan lingkungan (*environmental changes*) pada siklus biogeokimia (*biogeochemical cycles*), iklim (*climate*), hydrosistem (*hydrosystems*) dan keanekaragaman hayati (*biodiversity*), baik pada tingkat lokal, regional dan global digambarkan pada gambar 1.3.



Sumber: Grimm dkk (2008, hlm. 758)

Gambar 1.3 Pengaruh Terjadinya Urbanisasi terhadap Perubahan Lingkungan (*Environmental Changes*)

Berdasarkan kondisi perubahan lingkungan dari berbagai hasil studi lingkungan pada periode tahun 1960an hingga 2020an, serta pendapat dari Grimm dkk (2008) tentang pengaruh peranan manusia pada perubahan lingkungan baik di tingkat lokal, regional, dan global yang telah dikemukakan di atas. Tantangan perubahan lingkungan yang perlu kita upayakan untuk diantisipasi, harus dimulai dari masalah nyata yang sedang kita hadapi di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI). Dimana negara kita juga turut melaksanakan upaya pembangunan ekonomi melalui industrialisasi dan mengalami perubahan pola penduduk kearah kehidupan perkotaan yang modern (contoh: kota Jakarta pada gambar 1.2).

Menurut Lestari (2020, hlm. 132), Indonesia sebagai negara yang berpenduduk terbesar ke empat di dunia dengan sumber daya alam yang besar dan

tingkat keanekaragaman hayati tertinggi di dunia. Saat ini mengalami krisis lingkungan sebagai dampak usaha untuk menstabilkan perekonomian akibat krisis finansial tahun 1997-1998 yang terjadi di wilayah Asia, hal tersebut memicu deforestasi yang semakin meningkat, kebakaran hutan, polusi dan degradasi lingkungan akibat ekstraksi sumber daya alam yang tidak berkelanjutan dan perluasan pertanian di hutan maupun lahan gambut. Selain itu masalah-masalah lingkungan tersebut juga mempengaruhi pada kondisi jumlah satwa liar yang semakin terancam punah di beberapa hutan hujan tropis yang paling berharga di dunia. Menurut Carrasco dkk. (2017), melaporkan dari 80 negara yang mengalami deforestasi tropis dari tahun 2000-2012, salah satunya Indonesia menunjukkan indikator pembangunan berkelanjutannya yang lemah akibat dari hilangnya jasa ekosistem akibat deforestasi tropis yang merusak alam dan tidak diimbangi oleh pembangunan di sektor lain, sehingga membahayakan kesejahteraan generasi masa depan mereka.

Menurut Sahri dkk. (2020, hlm. 1), tata kelola mamalia laut di Nusantara menemukan adanya tumpang tindih dalam kebijakan peraturan perlindungan mamalia laut. Peraturan perlindungan mamalia laut di Indonesia, belum mengatur tindakan praktis yang dapat melindungi mamalia laut, antara lain: tindakan praktis tentang perburuan paus secara tradisional, kode etik pariwisata dari pengamatan mamalia laut. Peraturan dan tindakan praktis perlindungan mamalia yang selaras, diperlukan bagi konservasi spesies *Cetacea* di perairan Indonesia yang telah terdaftar sebagai spesies terancam.

Menurut Parker dan Prabawa-Sear (2019, hlm. 73), peningkatan pertumbuhan penduduk di Indonesia dan maraknya eksploitasi kekayaan sumber daya alam, menyebabkan terjadinya krisis lingkungan yang dipengaruhi faktor ketidaktahuan dan rendahnya kesadaran lingkungan. Pemerintah perlu mengupayakan berbagai tindakan yang dapat meningkatkan pengetahuan dan kesadaran masyarakat terhadap lingkungan.

Berbagai masalah lingkungan yang terjadi di era modern ini terkait pada masalah hubungan manusia dan alam semesta, dimana manusia yang menjadi sumber penyebabnya. Menurut Keraf (2002, hlm. 1), sumber utama krisis lingkungan disebabkan oleh kesalahan cara pandang atau paradigma manusia

terhadap lingkungan, dimana menurut pandangan antroposentrisme manusia sebagai pusat dari sistem alam semesta, dan manusia beserta segala kepentingannya dianggap sebagai nilai tertinggi dibandingkan segala sesuatu yang lainnya di alam semesta ini. Menurut Jaenudin dan Marliani (2017), masalah lingkungan harus dipandang sebagai masalah dari sebuah sistem, artinya merusak lingkungan akan berdampak kembali pada manusia sendiri. Sikap manusia yang teknokratis dan dikotomis dapat memunculkan perilaku tidak peduli terhadap lingkungan dan memandangnya sekedar sumberdaya yang harus dikuasai untuk kepentingan manusia.

Pendapat senada dikemukakan juga oleh Prof. Emil Salim (dalam Siahaan, 2004) menjelaskan, bahwa masalah lingkungan dipicu oleh adanya perkembangan teknologi dan ledakan penduduk. Perkembangan teknologi menjadi sumber kekuatan manusia dalam menaklukkan dan mampu merubah lingkungan sesuai kepentingannya, sedangkan ledakan penduduk mendorong manusia untuk terus mengeksploitasi lingkungan untuk memenuhi kebutuhan secara berlipat ganda dibandingkan sebelumnya. Berdasarkan hasil laporan tentang Indeks Perilaku Ketidak Pedulian Lingkungan Hidup (IPPKLH) di Indonesia dari Subdirektorat Statistik Lingkungan Hidup (2018, hlm. 25), hasil analisis dari empat komponen penilai IPPKLH antara lain: penghematan air, pengelolaan energi, transportasi pribadi dan pengelolaan sampah, diperoleh skor indeks sebesar (0,51), yang artinya tingkat kepedulian terhadap lingkungan hidup di Indonesia masih rendah.

Rendahnya tingkat kepedulian terhadap lingkungan, dapat ditinjau dari aspek kurangnya pengetahuan masyarakat dalam memahami makna nilai lingkungan bagi kelangsungan kehidupan. Memahami makna nilai lingkungan perlu pengembangan secara interdisipliner dari penerapan kurikulum pendidikan umum (*general education*) dalam mengembangkan karakter kesadaran terhadap lingkungan yang perlu diterapkan pada setiap program pendidikan. Menurut Phenix (1964, hlm. 5), "*general education is the process of engendering essential meanings*". Berdasarkan pendapat ini, pendidikan umum merupakan suatu proses pembelajaran yang dirancang untuk membantu peserta didik memahami dan menghasilkan berbagai makna-makna yang esensial atau mendasar. Menurut Phenix (1964, hlm. 6) mengungkapkan bahwa pendidikan umum hendaknya mencakup enam bidang

makna yang meliputi: *symbolics, empirics, esthetics, synnoetics, ethics dan synoptics*. Menurut Poedjiadi (2005, hlm. 64–65), pengembangan kesadaran lingkungan melalui kajian interdisipliner dari dapat memberikan pengalaman belajar yang utuh bagi peserta didik dalam memahami kompleksitas masalah krisis lingkungan akibat penggunaan dan transfer teknologi yang tidak ditunjang oleh kesiapan pengetahuan tentang produk teknologi dan kesiapan mental tidak menggunakan produk teknologi yang dampaknya merugikan masyarakat maupun lingkungan.

Mengingat semakin kompleknya masalah lingkungan dan berbagai perilaku masyarakat yang tidak peduli lingkungan dalam memanfaatkan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, maka perlu upaya untuk memikirkan kembali apa yang harus menjadi dasar dari pendidikan sains dalam mengembangkan pendidikan lingkungan atau *Environmental Education* (EE) bagi masyarakat dalam meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kelestarian lingkungan demi kelangsungan kehidupan generasi manusia di masa depan. pendidikan lingkungan bagi setiap anggota masyarakat telah menjadi kepentingan internasional yang dilakukan melalui pendekatan interdisipliner, baik disekolah maupun diluar sekolah, dan disetiap jenjang pendidikan.

Pentingnya pelaksanaan pendidikan lingkungan tercantum pada hasil rekomendasi dari konferensi Stockholm, Swedia, 6-17 Juni 1972, yaitu:

the Secretary-General, the organizations of the United Nations system, especially the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, and the other international agencies concerned, should, after consultation and agreement, take the necessary steps to establish an international programme in environmental education, interdisciplinary in approach, in-school and out-of-school, encompassing all levels of education and directed towards the general public, in particular the ordinary citizen ... with a view to educating him as to the simple steps he might take, within his means, to manage and control his environment (UNESCO-UNEP, 1995, hlm. 1)

Mengingat bahwa, isu lingkungan timbul sebagai dampak negatif pemanfaatan perkembangan IPTEK untuk tujuan pembangunan kesejahteraan sosial ekonomi masyarakat yang tidak sesuai sistem ekologi lingkungan (Bibri dan Krogstie, 2017; Borie dkk., 2021; Voulvoulis dan Burgman, 2019). Peranan pendidikan lingkungan sebagai bidang pendidikan interdisipliner yang berfokus pada alam, lingkungan dan masyarakat sebagai entitas yang saling bergantung dan

tidak terpisahkan, perlu diarahkan pada pengembangan pengetahuan, kesadaran dan keterampilan dalam memahami kompleksitas isu lingkungan dalam konteks sosialnya (Dreyfus dkk., 1999; Hungerford dkk., 1980; Luna-Krauletz dkk., 2021; J. M. Ramsey dkk., 1989). Pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan (ESD) sebagai upaya melalui peranan pendidikan untuk mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan, seperti pernyataan UNESCO yang dikutip oleh Sauvé (1996, hlm. 7) menyebutkan bahwa pembangunan berkelanjutan merupakan "*ultimate goal of the man-environment relationship*"; *thus, the whole educational process should be "reshaped for sustainable development."* UNESCO merekomendasikan tujuan pendidikan pada pembangunan berkelanjutan melalui program global citizenship education (GCE), yang menyebutkan "*GCE aims to empower learners to engage and assume active roles, both locally and globally, to face and resolve global challenges and ultimately to become proactive contributors to a more just, peaceful, tolerant, inclusive, secure and sustainable world*" (Unesco, 2013).

Konsep pembangunan berkelanjutan berpusat pada upaya mewujudkan kesetaraan diantara tiga pilar lingkungan, ekonomi dan masyarakat (Mensah, 2019; Ranjbari dkk., 2021). Konsep pembangunan berkelanjutan dibutuhkan untuk kepentingan generasi sekarang dan mendatang (Alvino dkk., 2021; Geissdoerfer dkk., 2017). Sampai saat ini, pembangunan berkelanjutan tetap menjadi pilihan terbaik dalam memenuhi kebutuhan dan mencapai kesejahteraan masyarakat, yang layak secara lingkungan dan ekonomi, adil secara ekonomi dan sosial serta dapat ditanggung secara sosial dan lingkungan (Mensah, 2019; Porter dan Linde, 1995; Rashid dkk., 2021). Pada tahun 2015, Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) telah menetapkan tujuh belas tujuan pembangunan berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* (SDGs) yang harus dicapai pada tahun 2030, menjadi kompas global untuk menavigasi tantangan keberlanjutan (Del Río Castro dkk., 2021; Olabi dkk., 2022; Pizzi dkk., 2020).

Perkembangan masyarakat modern membutuhkan modernisasi perubahan pada pendidikan lingkungan dalam mengembangkan kesadaran terhadap masalah lingkungan yang semakin kompleks sebagai dampak pemanfaatan berbagai produk teknologi oleh masyarakat. Tuntutan pencapaian pendidikan lingkungan sebagai pendidikan lingkungan untuk pembangunan berkelanjutan atau *Education for*

Sustainable Development (ESD). Menurut Natalia F (2021), prioritas dalam upaya modernisasi semua sistem pendidikan dalam menghadapi masalah lingkungan yang semakin parah. Oleh karena itu, atas dasar hasil studi filosofis, ilmiah, psikologis dan pedagogis, penting untuk melakukan pengembangan fondasi metodologi pendidikan lingkungan berdasarkan ko-evolusi untuk pembangunan berkelanjutan, yang mencerminkan model kognitif, nilai hubungan ko-evolusi dan orientasi koheren-kreatif konstruktif dari aktivitas ramah lingkungan. Paradigma ko-evolusioner pendidikan lingkungan untuk pembangunan berkelanjutan, berdasarkan sinergi ide-ide, mencerminkan gambaran dunia masyarakat pasca industri. Inti dari pendekatan koheren-kreatif ko-evolusioner, transdisipliner, integratif dan situasional, penyelidikan kultural-ekologis.

Pendidikan lingkungan merupakan upaya menciptakan kesadaran tentang perlindungan lingkungan dan pengembangan pengetahuan, sikap, keterampilan dan nilai-nilai yang diperlukan untuk memperbaiki lingkungan (Lee dkk., 2020). Pencapaian pembangunan berkelanjutan melalui SDGs ini, mendesak pada pemenuhan kebutuhan masyarakat yang melek IPTEK. Menurut hasil studi Cheek (1992b), banyak warga negara yang tidak siap untuk menggunakan hak kewarganegaraanya, ketika dihadapkan dengan isu sosial kompleks yang terkait IPTEK. Selain itu, sikap ketergantungan masyarakat pada berbagai hasil inovasi teknologi modern, mendorong penggunaannya secara berlebihan dan mengabaikan dampaknya terhadap lingkungan (Lodge, 1989; McComas, 2014).

Pengembangan individu yang melek IPTEK diperlukan memberikan memberikan landasan yang baik dalam memahami berbagai isu yang berkaitan dengan ilmu pengetahuan, teknologi dan masyarakat (Al Sultan dkk., 2018; Kucuk, 2021; Turiman dkk., 2012; Vázquez-Alonso dkk., 2013). Untuk itu, menurut Queiruga-Dios dkk. (Queiruga-Dios dkk., 2020) upaya mendorong keterlibatan warga negara dalam pembangunan melalui aspek literasi sains yang diintegrasikan dalam kurikuler pembelajaran sains, praktik ini meningkatkan kesadaran dikalangan siswa, dan mendorong mereka untuk menjadi peserta dalam pencapaian SDGs.

Berbagai pendapat para ahli maupun organisasi pendidikan sains telah merekomendasikan perubahan kurikulum pendidikan sains pada implementasi

science technology and society (STS), diantaranya: pendapat yang dikemukakan oleh Hurd (1998, hlm. 414) menyarankan di zaman modern dibutuhkan pendidikan sains yang mampu mengembangkan “*science/technology literacy, a lived curriculum, and an understanding of the current practice of research in science/technology that are needed to make science useful in our lives*”. Selain itu, pendidikan STS dalam mengembangkan literasi sains dan teknologinya, diidentifikasi terkait erat dengan implementasi sains dalam konteks sosialnya (Aidin, 2010; DeBoer, 2000; Matthews, 1989). Adapun pentingnya implementasi sains dalam konteks sosial, menurut Gallagher (1971, hlm. 337) menyatakan bahwa “*For future citizens in a democracy, understanding the interrelations of science, technology, and society may be as important as understanding the concepts and processes of science*. Berdasarkan pendapat diatas, melalui STS tujuan pendidikan sepanjang hayat dari pembelajaran sains dapat tercapai, dimana konsep maupun proses sains dilaksanakan secara kontekstual dengan lingkungan kehidupan sosial siswa sehari-hari. Sehingga pembelajaran sains akan lebih bermakna karena mereka akan mampu memahami manfaat konsep dan proses sains bagi kehidupan nyata mereka sehari-hari.

Pada hasil studi tentang perkembangan pendidikan sains di Amerika Serikat, STS telah menjadi bagian dari kurikulum pendidikan sains untuk mempersiapkan literasi sains dan teknologi para siswanya sebagai warganegara masa depan dalam menghadapi tantangan di abad 21, agar mampu memahami sifat ilmu pengetahuan dan teknologi dan interaksinya dengan institusi masyarakat (*societal institutions*), adat istiadat sosial (*social mores*), dan manusia (Cheek, 1992a; Cobern, 1996; Hurd, 1998). Hal tersebut didukung juga oleh pada pernyataan posisi resmi dari *National Science Teacher Association* (NSTA) (dalam Yager, 1996a, hlm. 4) menyatakan,

The goal of science education during the 1980s is to develop scientifically literate individuals who understand how science, technology, and society influence one another and who are able to use their knowledge in their everyday decision-making. The scientifically literate person has a substantial knowledge base of facts, concepts, conceptual networks, and process skills which enable the individual to continue to learn and think logically. This individual both appreciates the value of science and technology in society and understands their limitations.

STS terus berkembang menjadi megatren atau perubahan paradigma dari kurikulum pendidikan sains di Amerika Serikat maupun di berbagai negara lainnya

(Gilbert, 2016; Yager, 1996a; Zeidler dkk., 2005). Menurut Mansour (2009, hlm. 287), “*STS has been called the current megatrend in science education. Others have called it a paradigm shift for the field of science education*”.

STS merupakan salah satu model pelatihan pendidikan nilai yang dilatar belakangi adanya hubungan yang erat antara ilmu sosial dan ilmu alam dalam menghadapi masalah global akibat penggunaan dan transfer teknologi, khususnya isu-isu moral yang terjadi saat ini (Hakam, 2008; Hakam dan Nurdin, 2016). Pendidikan STS mengintegrasikan sains dan pendidikan nilai, dimana tujuan literasi sains dan teknologi harus mengikuti tujuan kurikulum pendidikan umum bagi warga negara yang berpengetahuan dan bertanggung jawab yang memahami manfaat positif dan kekuatan sains dan teknologi, serta mampu menyadari dimensi moral dan etika sains dan teknologi (Amirshokoohi, 2016; Lewis, 1992; Pedretti, 1996).

Literasi sains dan teknologi melalui pendidikan STS bagi setiap warganegara harus memberikan kesempatan untuk setiap orang mengenali peran penting dari pengetahuan dan nilai-nilai dalam proses pengambilan keputusan (Amirshokoohi, 2016). Komponen moral dan etika pendidikan STS dapat dilakukan melalui penggunaan upaya penerapan *sosio scientific issues* (SSI) dalam kegiatan diskusi siswa maupun dalam domain sains yang lebih luas, yang secara eksplisit membahas bagaimana isu-isu terkait sains, yang pada batasan tertentu, terkait erat dengan isu-isu moral dan etika yang diwujudkan kedalam kehidupan siswa dan masyarakat (Sadler dkk., 2006; Zeidler dkk., 2005).

STS sebagai kurikulum pendidikan umum melalui pendekatan interdisipliner (Atika dkk., 2018; Cleofas, 2021). Pendekatan interdisipliner memberikan pemahaman yang cukup dalam membuat keputusan yang bertanggungjawab. Nilai kesadaran lingkungan melalui STS diharapkan dapat menjadi pertimbangan nilai moral dan etika untuk membuat keputusan dan aksi tindakan terhadap lingkungan yang bertanggung jawab yang dihasilkan melalui kegiatan penyelidikan ilmiah.

Acuan nilai-nilai moral bangsa Indonesia mengacu pada falsafah Pancasila. Menurut Samani dan Hariyanto (2011, hlm. 22–24), meliputi: 1) bangsa yang berketuhanan Yang Maha Esa, 2) bangsa yang menjunjung kemanusiaan yang adil dan beradab, 3) bangsa yang mengedepankan persatuan dan kesatuan bangsa, 4)

bangsa yang demokratis dan menjunjung tinggi hukum dan hak asasi manusia, dan 5) bangsa yang mengedepankan keadilan dan kesejahteraan. Acuan tentang prinsip-prinsip etika lingkungan menurut Keraf (2002, hlm. 144–160), prinsip-prinsip etika lingkungan hidup berdasarkan teori biosentrisme dan ekosentrisme, dapat diuraikan kedalam sembilan prinsip, sebagai berikut: 1) prinsip sikap hormat terhadap alam, 2) prinsip tanggung jawab, 3) prinsip solidaritas kosmis, 4) prinsip kasih sayang dan kepedulian terhadap alam, 5) prinsip tidak membahayakan, 6) prinsip hidup sederhana dan selaras dengan alam, 7) prinsip keadilan, 8) prinsip demokrasi, dan 9) prinsip integrasi moral.

Acuan moral nilai-nilai kebangsaan dan prinsip-prinsip etika lingkungan yang telah diungkapkan tersebut, menjadi dasar pertimbangan dari nilai kesadaran lingkungan melalui pengembangan model pembelajaran STS pada penelitian ini, untuk mampu membuat keputusan dan aksi tindakan lingkungan yang bertanggung jawab terhadap masalah lingkungan yang terjadi di Indonesia. Hasil studi literatur tentang penerapan model pembelajaran STS dalam menanamkan nilai-nilai kesadaran lingkungan dapat dilihat dari berbagai hasil studi STS tentang kesadaran lingkungan yang telah dipublikasikan.

Berikut beberapa hasil studi science technology and society (STS) dalam mengembangkan kesadaran lingkungan, meliputi:

1. Pengembangan tujuan intruksional kurikulum STS difokuskan pada pencapaian pengembangan tanggung jawab sosial (*reponsible social*) dan tindakan politis (*political action*) pada berbagai isu STS melalui pengetahuan, keterampilan dan kualitas sikap yang dibutuhkan sebagai warga negara yang melek saintifik dan teknologi (Rubba dan Wiesenmayer, 1985).
2. Pengembangan desain konsep sains untuk mempresentasikan materi melalui model video interaktif STS bagi siswa sekolah pertama di Kanada. Dimana video interaktif yang didalamnya terdapat pembahasan konsep dasar sains dan teknologi, juga membahas masalah sosial mendasar yang muncul dari perkembangan saintifik dan teknologi. Dirancang untuk membantu siswa dalam mengembangkan pemikiran kritis tentang penggunaan sains dan teknologi yang digunakan saat ini. selain itu video interaktif digunakan juga untuk merangsang apresiasi siswa yang luas terhadap pengaruh dari kekuatan

- sains dan teknologi dalam mengubah kehidupan kita dan lingkungan. pada saat yang sama siswa juga mempelajari konsep-konsep dasar sains (Stanfel, 1988).
3. Kimia analitik merupakan disiplin ilmu yang memiliki dampak besar dibidang kimia maupun dibidang sains, teknologi dan masyarakat lainnya. Oleh karena itu, sebagai upaya perlindungan lingkungan perlu memanfaatkan perkembangan studi kimia analisis untuk memperoleh informasi teknis yang lebih tepat, akurat dan dapat diandalkan di bidang kimia lingkungan, maupun pengembangan pengetahuan di bidang kimia lainnya. Selain itu, upaya memperkuat hubungan diantara pendidikan kimia analitik dengan kimia organik, biokimia, atau teknologi kimia, memungkinkan bagi ahli kimia analitik di masa depan menjadi lebih baik dalam menghadapi masalah yang dihadapi dunia (Laitinen dan Lajunen, 1990).
 4. Studi tentang konsep sains dan sosial terkait polusi. Strategi instruksional STS melalui isu lingkungan tentang limbah padat dan beracun serta polusi udara, tanah dan air, ditinjau dari perspektif ekologi manusia dapat membantu peserta didik memahami sifat kompleks dan interdisipliner sains, teknologi dan masyarakat dan bagaimana mereka mempengaruhi lingkungan (Brody, 1991).
 5. Proses pembelajaran STS dapat digunakan untuk menanamkan nilai kesadaran lingkungan melalui kegiatan memecahkan masalah tentang lingkungan tentang kerusakan alam, banjir, krisis ekologi, dan masalah degradasi nilai-nilai moral anak akibat penggunaan teknologi yang mengancam kehidupan manusia maupun lingkungan hidup (Ruslie dan Jayadiputra, 2017).
 6. Pengalaman belajar tentang pandemi COVID-19 melalui STS sebagai kurikulum pendidikan umum telah membantu kesadaran peserta didik di Filipina terhadap lingkungan dalam memahami krisis virus corona. Dari 74 makalah tematik yang dianalisis secara kualitatif tekstual, menghasilkan empat tema, antara lain: apresiasi komunitas sains dan medis, kepekaan terhadap kemajuan ilmiah selama pandemi COVID-19, peningkatan kesadaran sosial tentang dampak pandemi, dan pengayaan berpikir kritis dan keterlibatan sosial (Cleofas, 2021).
 7. Hasil wawancara mendalam terhadap empat belas partisipan para guru serta analisis dokumen. Hasil studi mengungkapkan, para guru menggunakan

pembelajaran STS dalam mengembangkan kesadaran lingkungan terhadap dampak isu tentang perubahan iklim (Diquito, 2021).

8. Implementasi STS sebagai pendidikan umum pada pendidikan lingkungan bagi mahasiswa calon guru, digunakan untuk mempromosikan kesadaran lingkungan dan tindakan ramah lingkungan pada kegiatan daur ulang plastik, penanaman pohon, pembuatan dekorasi dan tas dari bahan bekas pakai (Corpuz dkk., 2022).

Berdasarkan hasil-hasil studi yang telah dilakukan, banyak sumber literatur tentang STS sebagai pendidikan kesadaran lingkungan yang dapat diakses, namun tidak ada studi bibliometrik dibidang ini yang secara komprehensif dipublikasikan dalam jurnal internasional terindek scopus yang telah dilaporkan. Dari literatur yang ada, penggambaran peta bibliometrik dan metode pengelompokan yang menggambarkan garis besar dari berbagai hasil studi dibidang ini masih terabaikan. Studi bibliometrik penting dilakukan untuk menganalisis perkembangan hasil publikasi ilmiah baik secara kuantitatif maupun kualitatif (Rovira-Esteva dkk., 2015; Xie dkk., 2020). Analisis bibliometrik dapat dilakukan melalui analisis jaringan pada kata kunci penulis, istilah pada judul dan abstrak, kolaborasi penulis, jurnal, organisasi, negara dan sebagainya (Donthu dkk., 2021; Niknejad dkk., 2021; Niñerola dkk., 2019; Romanelli dkk., 2018; Y. Wang dkk., 2021).

Berdasarkan signifikansi analisis bibliometrik dalam memberikan informasi tentang tren perkembangan hasil publikasi dan analisis konten pada judul, abstrak dan kata kunci dokumen bibliografi. Pada penelitian ini, difokuskan untuk melakukan analisis bibliometrik dokumen literatur studi STS pada pendidikan lingkungan artikel jurnal internasional terindeks Scopus mulai tahun 1970-2021. Hasil analisis bibliografi tersebut, akan dimanfaatkan sebagai arahan dan peluang untuk mengembangkan model pembelajaran STS tentang lingkungan yang dapat diimplementasi pada pendidikan lingkungan di Indonesia dalam mengembangkan nilai kesadaran lingkungan berlandaskan nilai-nilai kebangsaan dan prinsip etika lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

1.2.1 Rumusan Masalah Umum

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka rumusan masalah secara umum dalam penelitian ini adalah “bagaimana pengembangan model STS tentang lingkungan hasil kajian bibliografi dalam mengembangkan kesadaran lingkungan berlandaskan nilai-nilai kebangsaan dan prinsip-prinsip etika lingkungan dari berbagai artikel jurnal internasional terindeks Scopus periode tahun 1970-2021?”

1.2.2 Rumusan Masalah Khusus

Agar masalah dalam penelitian ini lebih terinci, maka rumusan masalah secara khusus dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Bagaimana perkembangan jumlah publikasi studi STS dari dokumen bibliografi jurnal dan non jurnal terideks Scopus periode tahun 1970-2021?
2. Bagaimana perkembangan jumlah publikasi studi STS tentang pendidikan lingkungan dari dokumen bibliografi jurnal dan non jurnal terideks Scopus periode tahun 1970-2021?
3. Bagaimana perkembangan STS pada artikel jurnal studi STS terideks Scopus periode tahun 1970-2021?
4. Bagaimana perkembangan STS pada artikel jurnal studi STS tentang pendidikan lingkungan terideks Scopus periode tahun 1970-2021?
5. Bagaimana hasil analisis konten studi STS pada artikel jurnal studi STS tentang pendidikan lingkungan terideks Scopus periode tahun 1970-2021?
6. Bagaimana model STS tentang lingkungan hasil kajian bibliografi artikel jurnal studi STS pada pendidikan lingkungan terideks Scopus periode tahun 1970-2021?
7. Bagaimana pengembangan model STS tentang lingkungan dalam mengembangkan kesadaran lingkungan berlandaskan nilai-nilai kebangsaan dan prinsip-prinsip etika lingkungan dari artikel jurnal studi STS pada pendidikan lingkungan hasil analisis bibliografi?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Penelitian Umum

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi dan pemahaman komprehensif perkembangan studi STS pada pendidikan lingkungan dari artikel jurnal terindeks Scopus periode tahun 1970-2021 melalui analisis bibliometrik, dalam upaya mengembangkan model STS tentang lingkungan berlandaskan nilai-nilai kebangsaan dan prinsip-prinsip etika lingkungan sebagai model pendidikan nilai kesadaran lingkungan pada pendidikan lingkungan.

1.3.2 Tujuan Penelitian Khusus

Berdasarkan tujuan penelitian umum yang telah dikemukakan sebelumnya, maka tujuan penelitian ini secara khusus bertujuan untuk:

1. Memperoleh informasi perkembangan jumlah publikasi studi STS dari berbagai dokumen bibliografi artikel jurnal dan non jurnal (buku, buku chapter, artikel konferensi, dan artikel jurnal) pada database scopus periode tahun 1970-2021.
2. Memperoleh informasi perkembangan jumlah publikasi studi STS pada pendidikan lingkungan dari berbagai dokumen bibliografi jurnal dan non jurnal (buku, buku chapter, artikel konferensi, dan artikel jurnal) pada database Scopus periode tahun 1970-2021.
3. Memperoleh informasi perkembangan studi STS dari artikel jurnal Scopus periode tahun 1970-2021 hasil kajian bibliometrik, berdasarkan perkembangan jumlah publikasi, perkembangan jumlah kutipan, peringkat terbanyak dikutip, pola kolaborasi antara penulis, peringkat penulis terbanyak mempublikasikan hasil studinya, dan peringkat jurnal terbanyak mempublikasikan hasil studi STS.
4. Memperoleh informasi perkembangan studi STS pada pendidikan lingkungan dari artikel jurnal Scopus periode tahun 1970-2021 hasil kajian bibliometrik, berdasarkan perkembangan jumlah publikasi, perkembangan jumlah kutipan, peringkat terbanyak dikutip, pola kolaborasi antara penulis, peringkat penulis terbanyak mempublikasikan hasil studinya, dan peringkat jurnal terbanyak mempublikasikan hasil studi STS pada pendidikan lingkungan.

5. Memperoleh analisis konten artikel jurnal studi STS pada pendidikan lingkungan terideks Scopus periode tahun 1970-2021 hasil kajian bibliometrik tentang pola kolaborasi istilah judul, istilah abstrak dan kata kunci.
6. Memperoleh rekomendasi model STS tentang lingkungan hasil kajian bibliografi artikel jurnal STS pada pendidikan lingkungan terideks Scopus periode tahun 1970-2021 yang dapat dikembangkan lebih lanjut pada upaya peningkatan kesadaran tentang lingkungan.
7. Merumuskan pengembangan model STS tentang lingkungan dalam mengembangkan kesadaran lingkungan berlandaskan nilai-nilai kebangsaan dan prinsip-prinsip etika lingkungan hasil kajian bibliografi artikel jurnal studi STS pada pendidikan lingkungan terindeks Scopus.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah menyumbangkan kontribusi teoritis dan praktis untuk mengatasi masalah metodologis pembelajaran pada pendidikan lingkungan melalui pengembangan model pembelajaran STS tentang lingkungan berlandaskan nilai-nilai kebangsaan dan prinsip-prinsip etika lingkungan dalam mengembangkan kesadaran lingkungan hasil analisis bibliometrik dari database Scopus periode 1970-2021.

1.4.1 Manfaat Teortis

1. Secara konseptual dapat memperkaya teori pendidikan khususnya yang berkaitan dengan hasil studi pendidikan interdisipliner STS tentang lingkungan dan pengembangannya dalam lembaga pendidikan.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dan bermanfaat bagi pengembangan proses dan konten pendidikan umum dan karakter untuk menghadapi tantangan pendidikan nilai kesadaran lingkungan terkait perkembangan sains dan teknologi yang mempengaruhi kehidupan masyarakat dan lingkungan secara global.
3. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan teoritik bagi peneliti selanjutnya yang ingin mengkaji lebih lanjut mengenai pengembangan studi STS dalam konteks kesadaran terhadap lingkungan melalui studi bibliometrik

dalam perspektif yang berbeda, sehingga dapat menghasilkan temuan-temuan baru yang lebih mendalam dan variatif.

4. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan teoritis bagi para pendidik yang memiliki koncern terhadap upaya mengembangkan pendidikan karakter nilai kesadaran lingkungan yang didasari oleh peningkatan pemahaman secara interdisipliner dari interaksi erat antara ilmu pengetahuan, teknologi dan masyarakat.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Secara praktis hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk meningkatkan pengetahuan dan pemahaman tentang perkembangan secara internasional tentang hasil studi STS yang telah dilaksanakan pada pendidikan lingkungan sebagai upaya pengembangan kesadaran terhadap lingkungan melalui kajian bibliometrik artikel jurnal terindek Scopus.
2. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan peluang bagi peneliti selanjutnya, pada upaya mengembangkan kesadaran lingkungan melalui studi interdisipliner STS, untuk mengatasi berbagai masalah lingkungan yang diakibatkan oleh dampak negatif interaksi ilmu pengetahuan, teknologi dan masyarakat. Beberapa peluang yang dapat dikembangkan oleh peneliti selanjutnya dari hasil penelitian ini dengan memperhatikan tren perkembangan studi STS maupun STS pada pendidikan lingkungan.
3. Pengembangan model STS tentang kesadaran lingkungan berlandaskan nilai kebangsaan dan prinsip-prinsip etika lingkungan hidup yang dihasilkan dari penelitian ini, diharapkan dapat memberikan peluang bagi peneliti selanjutnya untuk menerapkan model ini pada berbagai jenjang pendidikan.
4. Pengembangan model STS tentang kesadaran lingkungan berlandaskan nilai kebangsaan dan prinsip-prinsip etika lingkungan yang dihasilkan dari penelitian ini, diharapkan dapat membantu para pendidik mampu mengembangkan proses pembelajaran pendidikan lingkungan yang dapat dilaksanakan sesuai karakteristik program pendidikannya diberbagai jenjang pendidikan di Indonesia.

1.5 Struktur Organisasi Disertasi

Struktur organisasi laporan disertasi ini, terdiri dalam lima bagian. Pada bab pertama berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat dari hasil penelitian serta kerangka struktur organisasi disertasi. Pada bab kedua dikemukakan tentang 1) landasan teori tentang studi *Science, Technology and Society* (STS), pendidikan lingkungan dalam konteks STS, kesadaran lingkungan dalam konteks STS, studi bibliometrik dalam konteks STS, pendidikan umum dan karakter melalui STS dalam mengembangkan karakter lingkungan; 2) penelitian terdahulu yang relevan, 3) kerangka berpikir, dan hipotesis penelitian. Pada bab tiga dikemukakan tentang desain penelitian, populasi dan sampel, instrumen penelitian, prosedur penelitian, analisis data, definisi operasional. Pada bab empat dibagi atas dua bagian, yaitu temuan hasil penelitian, dan pembahasan hasil penelitian. Pada bagian akhir ditutup oleh bab ke lima yang berisi simpulan, implikasi dan rekomendasi.