

BAB 2 TINJAUAN TEORETIS

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Keterampilan Berpikir Kreatif

a. Pengertian Berpikir Kreatif

Menurut psikologi Gestalt, berfikir merupakan keaktifan psikis yang abstrak prosesnya, sehingga tidak dapat diamati melalui indera penglihatan secara langsung (Marliani, 2015). Berpikir adalah kegiatan mental seseorang yang terjadi apabila seseorang tersebut dihadapkan pada permasalahan yang harus diselesaikan. Berpikir merupakan kegiatan penting yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan. Dalam kehidupan, kita akan banyak dihadapkan pada berbagai permasalahan dan fenomena alam. Untuk dapat menyelesaikan dan memahami permasalahan maupun fenomena tersebut pastilah dibutuhkan kemampuan dalam berpikir.

Solso menjelaskan bahwa berpikir merupakan proses menghasilkan refrensi mental yang baru melalui transformasi informasi yang melibatkan interaksi secara kompleks antara atribut-atribut mental seperti penilaian, abstraksi, penalaran, imajinasi, dan pemecahan masalah (Puspita, 2018). Sedangkan Merpaung menyatakan bahwa berpikir atau proses kognitif adalah proses yang terdiri atas penerimaan informasi (dari luar atau dari dalam diri siswa), pengolahan, penyimpanan dan pengambilan kembali informasi itu dari ingatan siswa (Hasanah, 2017).

Kreativitas adalah suatu aktivitas mengembangkan talenta diri secara optimal dan mengembangkan kepekaan terhadap masalah yang ada di lingkungan sekitar sehingga memunculkan gagasan atau ide baru (Puspita, 2018). Martin menyebutkan bahwa keterampilan berpikir kreatif adalah kemampuan untuk menghasilkan ide-ide baru atau cara-cara baru dalam penyelesaiannya (Syahrir, 2019). Keterampilan berpikir kreatif biasanya akan muncul apabila dihadapkan pada permasalahan-permasalahan dengan tingkat kesulitan yang tinggi dalam penyelesaiannya.

Pendapat lain dari Solso, Maclin, dan Maclin kreativitas adalah suatu aktivitas kognitif yang menghasilkan suatu pandangan yang baru mengenai suatu

bentuk permasalahan dan tidak dibatasi pada hasil yang pragmatis (selalu dipandang menurut kegunaannya). Sedangkan Kreativitas menurut Ali dan Asrori adalah ciri-ciri khas yang dimiliki oleh individu yang menandai adanya kemampuan untuk menciptakan sesuatu yang sama sekali baru atau kombinasi dari karya-karya yang telah ada sebelumnya, menjadi suatu karya baru yang dilakukan melalui interaksi dengan lingkungannya untuk menghadapi permasalahan, dan mencari alternatif pemecahannya melalui cara-cara berpikir divergen.

Berpikir kreatif dapat dikatakan sebagai sebuah kegiatan mental yang dialami seseorang ketika dihadapkan pada permasalahan yang harus mereka selesaikan. Hakikat berpikir kreatif adalah keterampilan dari pikiran untuk penciptaan ide atau gagasan baru (Irwandani, 2014).

Dapat disimpulkan bahwa keterampilan berpikir kreatif adalah aktivitas mental seseorang dalam mengembangkan kepekaan terhadap permasalahan disekitarnya sehingga timbulah ide-ide atau gagasan untuk menyelesaikannya.

b. Proses Berpikir Kreatif

Belajar kreatif tidak timbul secara kebetulan, melainkan memerlukan persiapan dari lingkungan kelas yang dapat merangsang siswa untuk belajar secara kreatif. Menurut Feldhusen dan Treffinger dalam (Munandar, 2004) lingkungan kreatif dapat diciptakan melalui kegiatan pemanasan, pengaturan tempat duduk dalam kelas, melakukan diskusi dan kegiatan fisik dalam kelas serta guru yang dapat memfasilitasi (Irwandani, 2014).

Menurut (Munandar, 2004), proses kreatif meliputi empat tahapan:

1) Persiapan

Pada tahap pertama seorang mempersiapkan diri untuk memecahkan masalah dengan cara mengumpulkan data yang relevan dan mencari data untuk menyelesaikannya.

2) Inkubasi

Pada tahap ini seseorang seakan melepaskan diri secara sementara dari insprasi yang merupakan titik mula dari suatu penemuan atau kreasi baru dari daerah pra sadar.

3) Iluminasi

Pada tahap ketiga seorang dapat sebuah pemecahan masalah yang diikuti dengan munculnya inspirasi dan gagasan baru.

4) Verifikasi

Pada tahap terakhir ini seseorang menguji dan memeriksa pemecahan masalah tersebut terhadap realitas. Di sini diperlukan pemikiran yang kreatif dan konvergen. Pada tahap verifikasi ini seseorang telah melakukan berpikir kreatif maka harus diikuti dengan berpikir kritis.

c. Indikator Berpikir Kreatif

Guilford menyatakan bahwa kreativitas mengacu pada kemampuan yang menandai seorang yang kreatif (Lislina et al., 2016). Untuk mengetahui potensi kreativitas seseorang dapat dilihat dari segi intelektual dan nonintelektualnya. Dalam segi intelektual dapat dilihat dari kepekaan dalam pengamatan, kelancaran, fleksibilitas dan originalitas dalam berfikir. Sedangkan dalam segi non-intelektual yang dapat mencerminkan kepribadian yang kreatif antara lain, independensi dalam berfikir, memberi pertimbangan dalam bertindak, mempunyai minat luas, ingin mencari pengalaman baru, lebih merasa tertantang terhadap masalah-masalah yang kompleks ketimbang yang rutin dan seterusnya (Karim, 2014).

Keterampilan berpikir kreatif secara operasional dapat dirumuskan sebagai kemampuan yang mencerminkan berpikir lancar (*fluency*), berpikir keluwesan atau kelenturan (*flexibility*), berpikir keaslian (*originality*), serta kemampuan untuk memperinci (*elaboration*) yaitu memperkaya, dan mengembangkan suatu gagasan (Munandar, 2004). Berikut tabel indikator berpikir kreatif berdasarkan perilaku yang ditunjukkan.

Tabel 2.1 Indikator Berpikir Kreatif

Indikator	Perilaku
<i>Fluency</i> (berpikir lancar)	Siswa dapat dengan cepat mencetuskan banyak ide, banyak jawaban, banyak penyelesaian masalah, banyak pertanyaan dengan lancar
<i>Flexibility</i> (berpikir keluwesan)	Siswa dapat memberikan berbagai macam penafsiran terhadap gambar, cerita atau masalah.
<i>Originality</i> (berpikir keaslian)	Siswa mampu melahirkan ungkapan yang baru.

Indikator	Perilaku
<i>Elaboration</i> (berpikir keterperincian)	Siswa dapat mencari arti yang mendalam terhadap jawaban atau pemecahan masalah.

Adapun cara untuk menghitung skor akhir keterampilan berpikir kreatif diperoleh siswa menurut (Devi et al., 2019) adalah sebagai berikut.

$$NP = \frac{R}{SM} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

NP : Nilai persen yang dicari

R : Skor yang diperoleh siswa

SM : Skor maksimum ideal dari tes

Dari persentase tersebut, dikategorikan berdasarkan Tabel 2.3 dibawah ini

Tabel 2.2 Interpretasi Tingkat Tes Keterampilan Berpikir Kreatif

Persentase Pencapaian Aspek Berpikir Kreatif	Kategori Tingkat Berpikir Kreatif
$80 < K \leq 100$	Sangat Kreatif
$60 < K \leq 80$	Kreatif
$40 < K \leq 60$	Cukup Kreatif
$20 < K \leq 40$	Kurang Kreatif
$0 < K \leq 20$	Sangat Kurang Kreatif

2.1.2 Model Treffinger

Model Treffinger dikenalkan oleh Donald J. Treffinger pada tahun 1980. Donald J. Treffinger adalah presiden di *Center of Creative Learning, Inc* Sarasota, Florida. Model pembelajaran Treffinger merupakan salah satu model pembelajaran yang dapat digunakan dalam penyelesaian masalah dalam proses pembelajaran, terutama dalam membangkitkan belajar kreatif (Juanti et al., 2016).

Model pembelajaran Treffinger tidak jauh berbeda dengan model pembelajaran yang dikemukakan oleh Osborn yaitu model pembelajaran CPS (*Creative Problem Solving*). Model pembelajaran CPS adalah suatu model pembelajaran yang memusatkan pada pengajaran dan keterampilan pemecahan masalah yang diikuti dengan penguatan keterampilan (Supardi & Putri, 2010).

Kedua model ini sama-sama berupaya dalam mengintegrasikan dimensi kognitif dan afektif siswa untuk mencari arah-arrah penyelesaian yang akan ditempuhnya dalam memecahkan masalah. Perbedaan antara kedua model pembelajaran ini terletak pada sintak yang diterapkan. Model Treffinger merupakan revisi atas kerangka kerja model CPS yang dikembangkan oleh Osborn. Dimana Treffinger memodifikasi empat tahapan Osborn menjadi tiga komponen penting (Huda, 2018).

Model pembelajaran Treffinger dapat membantu siswa untuk berpikir kreatif dalam memecahkan masalah, membantu siswa dalam menguasai konsep-konsep materi yang diajarkan, serta memberikan kesempatan kepada siswa untuk menunjukkan potensi-potensi kemampuan yang dimilikinya termasuk kemampuan kreativitas dan kemampuan pemecahan masalah (Retnowati & Murtiyasa, 2013).

Menurut Polmato model pembelajaran Treffinger melibatkan dua ranah, yaitu kognitif dan afektif, serta terdiri dari tiga tahapan penting, yaitu: tahap pengembangan fungsi divergen dengan penekanan keterbukaan kepada gagasan-gagasan baru dan berbagai kemungkinan tahap pengembangan berpikir dan merasakan lebih kompleks disertai ketegangan dan konflik, serta tahap pengembangan keterlibatan dalam tantangan nyata dengan penekanan kepada penggunaan konsep-konsep berpikir dan merasakan secara kreatif untuk memecahkan masalah secara bebas dan mandiri (Rosiyanti & Wijayanti, 2015).

Model pembelajaran Treffinger ini merupakan sebuah model praktis untuk menggambarkan tiga tingkatan yang berbeda dari belajar kreatif, dengan mengacu pada dimensi kognitif dan afektif pada setiap tingkatannya. Ketiga ketiga tingkatan tersebut ialah *divergent functions*, *complex thinking and feeling processes*, and *involvement in real challenges*. Dalam setiap tahap kegiatan, model pembelajaran Treffinger memiliki tujuan konkret untuk meningkatkan kemampuan kognitif dan afektif yang diharapkan (Duskri & Munzir, 2016).

Menurut Treffinger model pembelajaran ini terdiri dari tiga komponen yaitu *Understanding Challenge* (memahami tantangan), *Generating Ideas* (membangkitkan gagasan), dan *Preparing for Action* (mempersiapkan tindakan) yang dirinci ke dalam enam tahapan yaitu tahap menentukan tujuan, menggali data, merumuskan masalah, membangkitkan gagasan, mengembangkan solusi, dan tahap

membangun penerimaan (Treffinger, 2007). Berikut tabel 2.3 penjelasan mengenai langkah-langkah pembelajaran model Treffinger.

Tabel 2.3 Sintaks Model Treffinger

Komponen	Tujuan	Tindakan
<i>Understanding Challenge</i> (memahami Tantangan)	Menentukan tujuan	Guru menginformasikan kompetensi yang harus dicapai dalam pembelajarannya.
	Menggali data	Guru menyajikan fenomena alam yang dapat mengundang keingintahuan siswa.
	Merumuskan masalah	Guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengidentifikasi permasalahan.
<i>Generating Ideas</i> (membangkitkan gagasan)	Memunculkan gagasan	Guru memberi waktu dan kesempatan pada siswa untuk mengungkapkan gagasannya dan juga membimbing siswa untuk menyepakati alternatif pemecahan yang akan diuji.
<i>Preparing for Action</i> (mempersiapkan tindakan)	Mengembangkan solusi	Guru mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi yang sesuai.
	Membangun penerimaan	Guru mengecek solusi yang telah diperoleh siswa dan memberikan permasalahan yang baru namun yang lebih kompleks agar siswa dapat menerapkan solusi yang telah mereka peroleh.

Model Treffinger yang didasari ketekunan, masalah, dan tantangan tersebut memiliki kaitan dengan indikator keterampilan berpikir kreatif menurut Munandar. Adapun kaitan model Treffinger dengan keterampilan berpikir kreatif adalah sebagai berikut.

- a. Mengharuskan siswa untuk mengeluarkan kreativitas dalam menyelesaikan permasalahan.
- b. Ketekunan dalam model Treffinger berkaitan dengan Elaborasi dalam keterampilan berpikir kreatif yaitu menyelesaikan masalah secara rinci.
- c. Memproses informasi dan gagasan dalam model Treffinger berkaitan dengan kelancaran keluwesan dan keaslian dalam keterampilan berpikir kreatif yaitu ide/gagasan dalam berbagai kategori, ide/gagasan yang beragam, dan ide/gagasan yang baru.

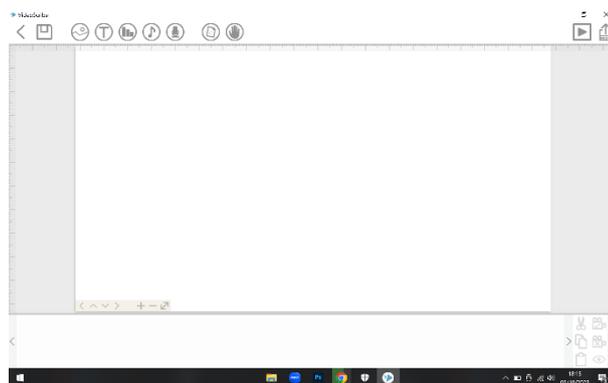
Berdasarkan kaitan tersebut menunjukkan bahwa model Treffinger cocok digunakan untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa.

Adapun kelebihan dari model Treffinger menurut (Treffinger, 2007) dalam (Y. I. Sari & Putra, 2015), yaitu:

- a. Model Treffinger didasarkan pada asumsi bahwa kreativitas adalah proses dan hasil belajar.
- b. Model Treffinger dilaksanakan kepada semua mahasiswa dalam berbagai latar belakang dan tingkat pengetahuan.
- c. Model Treffinger mengintegrasikan dimensi kognitif dan afektif dalam pengembangannya.
- d. Model Treffinger melibatkan secara bertahap keterampilan berpikir konvergen dan divergen dalam proses pemecahan masalah.
- e. Model Treffinger memiliki tahapan pengembangan yang sistematis, dengan berbagai macam metode dan teknik untuk setiap tahap yang dapat diterapkan secara fleksibel.

2.1.3 *Videoscribe*

Videoscribe adalah *software* untuk membuat design animasi berlatar putih dengan sangat mudah. *Software* ini dikembangkan pada tahun 2012 oleh Sparkol (salah satu perusahaan yang ada di Inggris). Dibawah ini merupakan gambar tampilan awal dari *Videoscribe*.



Gambar 2.1 Tampilan Awal *Videoscribe*

Menurut (Sanjaya, 2016) media audio visual yaitu jenis media yang selain mengandung unsur suara juga mengandung unsur gambar yang bisa dilihat,

misalnya rekaman video, film, slide suara dan lain sebagainya. *Videoscribe* merupakan media yang cukup fleksibel dan praktis baik dalam pengemasannya maupun isi materinya karena dapat disesuaikan dengan yang membuatnya sehingga, cara pemanfaatannya pun cukup beragam.

Adapun fitur-fitur yang terdapat didalam *Videoscribe* yaitu, menambahkan teks, menambahkan gambar baik secara *offline* atau *online*, menyisipkan *voicenote*, menambahkan musik, *background* yang bisa diganti, membuat grafik, dan tentunya mengekspor menjadi video. *Videoscribe* menyajikan sesuatu yang panjang menjadi tidak terlalu panjang. Menyajikan media pembelajaran disertai gambar yang akan memperjelas sistem komunikasi antara pendidik dan siswa. Menurut Muhson mengatakan bahwa “Bagi orang yang belum tahu untuk membuat *whiteboard animation* mungkin mengira bahwa dirinya harus pandai dalam hal *design*, *photoshop*, *dreamweaver* dan apapun itu yang berkaitan dengan animasi. Akan tetapi dengan adanya *Videoscribe* ini kriteria yang dikiranya tersebut bisa dibantahkan” (Muhson, 2005).

Berdasarkan uraian di atas, *Videoscribe* adalah suatu media berbentuk *software* berlatar putih yang dapat dikreasikan sesuai keinginan. Pengguna dapat dengan mudah menggunakan *Videoscribe* karena tidak harus memiliki kemampuan dalam mendesain animasi.

2.1.4 Kaitan Model Treffinger dan Keterampilan Berpikir Kreatif

Model Treffinger adalah salah satu dari sedikit model yang mengatasi masalah kreativitas secara langsung dan memberikan saran-saran praktis tentang cara mencapai keterpaduan. Treffinger mengemukakan bahwa model belajar yang bersifat *developmental* dan lebih mengutamakan segi proses.

Keterampilan berpikir kreatif ialah keterampilan yang dapat ditandai ketika seseorang memiliki suatu ide/gagasan baru melalui cara berpikir divergen, dengan menghasilkan sejumlah kemungkinan jawaban untuk menyelesaikan permasalahan. Dari pengertian tersebut menunjukkan adanya keterkaitan antara model Treffinger dengan keterampilan berpikir kreatif.

Kaitan model Treffinger dengan keterampilan berpikir kreatif yaitu, sama-sama mengedepankan proses pemecahan masalah menggunakan ide/gagasan yang

baru dengan berbagai cara melalui pengumpulan berbagai kemungkinan tentang cara penyelesaian masalah. Hal tersebut membuktikan bahwa keterampilan berpikir kreatif dapat terjadi melalui proses pembelajaran menggunakan model Treffinger. Model Treffinger juga mengintegrasikan dimensi kognitif dan afektif siswa untuk mencari arah penyelesaian dalam pemecahan masalah (W.Dj. Pomalato, 2006).

Berikut merupakan kaitan antara model Treffinger dan keterampilan berpikir kreatif terdapat pada Tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2.4 Kaitan Antara Model Treffinger dan Keterampilan Berpikir Kreatif

Model Treffinger	Keterampilan Berpikir Kreatif
<p><i>Understanding Challenge</i> (memahami tantangan)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menentukan maksud yang akan dicapai dalam proses pembelajaran. 2. Menggali informasi yang dapat ditanggap oleh siswa dari fenomena yang disajikan oleh guru yang berupa kejadian dalam kehidupan sehari-hari maupun kejadian yang terdapat pada alam semesta. 3. Merumuskan permasalahan yang disaksikan oleh siswa 	<p><i>Fluency (Berpikir lancar)</i> Siswa dapat dengan cepat mencetuskan banyak ide, banyak jawaban, banyak penyelesaian masalah, banyak pertanyaan dengan lancar.</p>
<p><i>Generating Ideas</i> (membangun ide) Siswa diberikan kesempatan untuk membangun ide mereka dalam menyikapi permasalahan yang ada.</p>	<p><i>Flexibility (Berpikir Keluwesan)</i> Siswa dapat memberikan berbagai macam penafsiran terhadap gambar, cerita atau masalah.</p> <p><i>Originality (Berpikir Keaslian)</i> Siswa mampu melahirkan ungkapan yang baru.</p>
<p><i>Preparing for Action</i> (mempersiapkan tindakan)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mengembangkan tindakan pemecahan masalah: Guru mengajak siswa agar mendapatkan data yang akurat, melakukan percobaan untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalah. 2. Membangun penerimaan: Guru mengecek solusi yang telah diperoleh siswa dan dan 	<p><i>Originality (Berpikir Keaslian)</i> Siswa mampu melahirkan ungkapan yang baru.</p> <p><i>Elaboration (Berpikir Keterperincian)</i> Siswa dapat mencari arti yang mendalam terhadap jawaban atau pemecahan masalah.</p>

Model Treffinger	Keterampilan Berpikir Kreatif
memberikan permasalahan yang baru namun lebih kompleks agar siswa dapat menerapkan solusi yang telah mereka peroleh.	

2.1.5 Pemanasan Global

A. Mengenal Pemanasan Global

Pemanasan global tentu bukan hal yang asing bagi setiap individu. Apalagi beberapa tahun ini semakin banyak digalakkan gerakan untuk mengurangi pemanasan global. Agar kalian memahami tentang pemanasan global, simaklah uraian berikut.

1. Pengertian Pemanasan Global

Pemanasan global (*global warming*) adalah peristiwa meningkatnya temperatur rata-rata atmosfer, laut, dan daratan bumi. Menurut *Natural Resources Defence Council*, pemanasan global adalah kondisi peningkatan suhu rata-rata permukaan bumi akibat konsentrasi gas rumah kaca yang berlebih. Di bawah ini merupakan contoh ilustrasi pemanasan global.



Gambar 2.2 Suhu permukaan bumi meningkat (Sumber: images.inc)

Adapun peneliti dari *Center for International Forestry Research (CIFR)* menjelaskan bahwa pemanasan global adalah kejadian terperangkapnya radiasi gelombang panjang matahari (gelombang panas atau infra merah), yang dipancarkan ke bumi oleh gas-gas rumah kaca. Ada beberapa gas rumah kaca, yaitu karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dinitrogen oksida (N_2O), hidrofluorokarbon (HFC), chloro fluoro carbon (CFC), dan sulfur heksaflorida (SF_6). Gas-gas ini secara alami terdapat di udara (atmosfer).

Pemanasan global erat kaitannya dengan efek rumah kaca (*green house effect*). Efek rumah kaca adalah istilah untuk panas yang terperangkap di dalam atmosfer bumi dan tidak bisa menyebar. Hal ini menyebabkan suhu bumi semakin panas dan mengakibatkan terjadinya penipisan lapisan ozon lapisan teratas atmosfer. Jika lapisan ozon semakin tipis maka semakin mudah matahari untuk memancarkan radiasi gelombang pendek (termasuk ultraviolet) ke bumi. Selanjutnya, radiasi gelombang pendek ini akan berubah menjadi gelombang panjang (gelombang panas matahari atau infra merah). Hal ini akan berakibat semakin meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca.

Global warming atau pemanasan global merupakan masalah besar yang saat ini sedang dihadapi oleh seluruh makhluk hidup di bumi. Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, kondisi ini ditandai dengan terjadinya peningkatan suhu bumi yang semakin panas. Bukan hanya itu, berbagai gejala lain seperti perubahan iklim (*climate change*) yang signifikan dan kondisi cuaca yang tidak menentu juga menjadi salah satu tanda terjadinya *global warming*.



Gambar 2.3 Bumi ketika terjadi pemanasan global (Sumber: youngontop.com)

Pemanasan global juga tidak dapat dilepaskan dari fenomena pencemaran udara di dunia. Pencemaran tersebut ditandai dengan terjadinya peningkatan emisi atau volume karbon dioksida dan gas rumah kaca lainnya yang diakibatkan oleh berbagai aktivitas manusia. Mulai aktivitas pembakaran bahan bakar fosil industri atau transportasi, tindakan penggundulan hutan, pembukaan lahan pertanian, aktivitas peternakan, serta aktivitas lainnya. Hal ini merupakan sumber utama dari pemanasan suhu global yang telah terjadi selama beberapa tahun terakhir. Berikut

merupakan contoh gambar pencemaran udara yang menyebabkan pemanasan global.



Gambar 2.4 Pencemaran udara (Sumber: merdeka.com)

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa pengertian pemanasan global (*global warming*) dapat dipahami sebagai suatu kondisi yang menunjukkan adanya peningkatan suhu bumi yang semakin panas. Lebih lanjut, kondisi ini akan menimbulkan berbagai macam dampak pada kehidupan manusia dan makhluk hidup di bumi. Mulai dari naiknya permukaan air laut, semakin banyaknya peristiwa cuaca ekstrem yang terjadi, hingga meningkatnya suhu dan keasaman air laut.

2. Proses Terjadinya Pemanasan Global

Terjadinya pemanasan global salah satunya dibuktikan dengan adanya peningkatan suhu bumi sudah mencapai $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada tahun 2015, dibandingkan masa praindustri. Jika kondisi ini tidak segera diatasi maka suhu bumi akan terus meningkat di setiap tahunnya, bahkan suhu bumi diperkirakan akan meningkat sebesar $3\text{-}4\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada akhir abad. Hal ini tentu akan berdampak pada kondisi lingkungan yang semakin rusak, bahkan tidak layak ditempati.

Sebagian ilmuwan juga berpendapat bahwa terjadinya pemanasan global dapat berlangsung lebih cepat dari yang diperkirakan. Namun, konsensus ilmiah bersepakat bahwa suhu rata-rata bumi telah meningkat antara $0,4$ hingga $0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ dalam 100 tahun terakhir. Selain itu, penelitian juga telah banyak dilakukan oleh peneliti dalam kurun waktu belakangan ini. Mereka memperkirakan bahwa rata-rata suhu global bisa meningkat antara $1,4$ hingga $5,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada tahun 2100.

Secara umum, fenomena pemanasan global (*global warming*) diawali dengan pancaran sinar matahari yang memasuki atmosfer bumi. Ketika memasuki atmosfer bumi, sinar matahari harus melalui lapisan gas rumah kaca. Setelah

berhasil masuk, energi sinar matahari akan terserap oleh tumbuhan, air, dan komponen ekosistem lainnya. Kemudian, energi sinar matahari yang belum terserap akan dipantulkan kembali ke atmosfer. Akan tetapi, sebagian dari energi sinar matahari ada yang terperangkap oleh gas rumah kaca sehingga dipantulkan kembali ke bumi.

Secara rinci, prosesnya pemanasan global (*global warming*) dapat dituliskan sebagai berikut.

- a. Energi yang masuk ke bumi mengalami serangkaian proses.
- b. Sekitar 25% energi dipantulkan oleh awan atau partikel lain ke atmosfer.
- c. Sekitar 25% energi diadsorpsi oleh awan.
- d. Sekitar 45% energi diadsorpsi oleh permukaan bumi.
- e. Sekitar 5% energi dipantulkan kembali oleh permukaan bumi.
- f. Energi yang diadsorpsi oleh awan dan permukaan bumi sebanyak $25\% + 45\% = 70\%$ dipantulkan kembali dalam bentuk radiasi infra merah atau gelombang panas matahari.
- g. Namun, sebagian besar infra merah yang dipancarkan bumi tertahan oleh awan, gas rumah kaca seperti CO₂, dan gas-gas lainnya, untuk dikembalikan ke permukaan bumi.



**Gambar 2.5 Inframerah yang dipancarkan bumi tertahan oleh awan
(Sumber:gannet-cdn.com)**

Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya, yang termasuk gas rumah kaca di antaranya adalah uap air, karbon dioksida, ozon, metana, dan dinitrogen oksida. Gas inilah yang menyebabkan terjadinya efek rumah kaca yang dapat menyebabkan bongkahan es di kutub mencair. Jika efek rumah kaca itu dibiarkan,

ada kemungkinan permukaan air laut akan naik dan menenggelamkan pulau-pulau kecil serta daerah di tepi pantai.



Gambar 2.6 Mencairnya es di kutub (Sumber: pxhere.com)

Dalam keadaan normal, efek rumah kaca diperlukan untuk mengurangi perbedaan suhu antara siang dan malam. Namun, dengan meningkatnya gas rumah kaca, terutama karbon dioksida (CO_2) akan semakin banyak gelombang panas matahari atau infra merah yang dipantulkan dari permukaan bumi diserap atmosfer sehingga suhu permukaan bumi semakin meningkat.

B. Gejala Pemanasan Global

Saat ini semakin banyak ditemukan tanda-tanda atau gejala meningkatnya pemanasan global. Tanda-tanda pemanasan global tersebut dapat terlihat di lingkungan sekitar. Jika pemanasan global ini tidak ditangani dengan tepat maka akan memberikan efek yang merugikan bagi makhluk hidup.

Menurut ilmuwan iklim dunia yang telah melakukan pemeriksaan data secara regional, penemuan indikasi pemanasan global pertama kali terlihat pada 1940-an. Hal ini dibuktikan adanya peningkatan emisi gas rumah kaca di atmosfer sejak terjadinya Revolusi Industri, namun efek pemanasan global ini masih terlihat kecil. Adapun menurut Dr. Andrew King dari Universitas New South Wales dalam penelitiannya mengatakan bahwa tanda-tanda pemanasan global terlihat di daerah tropis terjadi pada 1940, khususnya di Australia, Asia Tenggara, dan Afrika.

Menurut Dr. Andrew King, panjang gelombang matahari yang menangkap karbon dioksida menyebabkan pemanasan di lingkungan iklim dingin berkembang lebih cepat. Hal ini terlihat di Semenanjung Antartika dan Alaska. Meskipun demikian, Dr. Andrew King menemukan bahwa pemanasan global pertama terjadi akibat aktivitas manusia di daerah tropis. Dr. Andrew King juga menjelaskan bahwa

dampak pemanasan global juga lebih parah terjadi di daerah tropis sehingga flora dan fauna di daerah tersebut harus menyesuaikan diri dengan perubahan suhu. Adapun rekan Dr. Andrew King, yaitu Dr. Ed Hawkin juga menambahkan bahwa gejala pemanasan global ditandai dengan adanya perubahan curah hujan cukup jelas terlihat pertama kali saat musim dingin di Rusia, Kanada, dan Eropa selama 10-30 tahun ke depan.

Akhir-akhir ini, suhu rata-rata bumi menunjukkan pengaruh antropogenik hampir di setiap bagian bumi, kecuali Amerika Serikat bagian timur. Para ilmuwan NASA ternyata telah menemukan tanda-tanda atau gejala pemanasan global yang disebabkan oleh manusia sejak tahun 1900-an. Temuan tersebut berawal dari pola kekeringan dan curah hujan di seluruh dunia. Para peneliti telah meneliti dan mendokumentasikan tentang kekeringan tanah di beberapa wilayah termasuk Amerika Utara, Amerika Tengah, Eurasia, dan Mediterania.

Selain itu, terdapat bukti lain mengenai sebagian wilayah Benua India yang telah diteliti dalam satu abad terakhir menunjukkan bahwa permukaan tanahnya lebih basah. Berdasarkan penelitian tersebut menunjukkan bahwa perubahan terkait dengan pemanasan global yang disebabkan oleh aktivitas manusia telah berlangsung sejak lama.

Aktivitas manusia seperti menebang pohon di hutan secara liar dapat menyebabkan pemanasan global

Para ilmuwan juga telah melakukan penelitian mengenai lingkaran yang berusia hingga 900 tahun untuk melihat kelembaban tanah dan curah hujan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari perubahan iklim yang mempengaruhi pola kekeringan secara global sejak abad ke-20. Para ilmuwan juga menegaskan bahwa tanda-tanda pemanasan global yang paling jelas terjadi sekitar tahun 1900 dan 1949.

Secara umum, ada beberapa gejala atau tanda-tanda terjadinya pemanasan global (*global warming*), yaitu terjadi kebakaran hutan secara besar-besaran, situs purbakala cepat mengalami kerusakan, ketinggian gunung berkurang, satelit bergerak lebih cepat, makhluk hidup yang terkuat yang bertahan hidup, pelelehan tanah secara signifikan, adanya kejanggalan di daerah kutub, tanaman di Kutub

Utara mengalami pertumbuhan dan perkembangan, habitat makhluk hidup pindah ke dataran lebih tinggi, serta terjadi peningkatan kasus alergi.

1. Kebakaran Hutan Besar-besaran

Salah satu tanda atau gejala terjadinya pemanasan global, yaitu terjadi kebakaran hutan secara besar-besaran. Peristiwa kebakaran hutan bukan hanya di Indonesia, namun hutan di negara lain, termasuk Amerika Serikat juga sering mengalami kebakaran.



Gambar 2.7 Kebakaran hutan (Sumber: PT. MKC)

Dalam beberapa dekade ini, kebakaran hutan meluluh lantakkan lebih banyak area di dunia dan dalam tempo yang lebih lama. Para ilmuwan berpendapat bahwa terjadinya kebakaran ini berkaitan dengan temperatur atau suhu bumi yang semakin panas sehingga area hutan yang lebih kering dari biasanya akan lebih mudah terbakar.

2. Situs Purbakala Cepat Rusak

Terjadinya pemanasan global juga ditandai dengan kondisi alam yang tidak bersahabat, seperti alam sering mengalami cuaca ekstrem, banjir, dan peningkatan pasang laut. Kondisi tersebut menyebabkan sejumlah kuil, situs bersejarah (purbakala), candi, dan artefak lain akan lebih cepat rusak dibandingkan beberapa waktu silam. Hal ini dibuktikan adanya kerusakan situs bersejarah berusia 600 tahun di Thailand, Sukhothai akibat banjir besar.



Gambar 2.8 Sukhoithai Park (Sumber: getlost.id)

3. Ketinggian Gunung Berkurang

Salah satu tanda atau gejala terjadinya pemanasan global adalah berkurangnya ketinggian gunung yang tidak disadari banyak orang. Hal ini dibuktikan bahwa Pegunungan Alpen mengalami penyusutan ketinggian. Peristiwa ini diakibatkan melelehnya es yang berada di puncaknya. Selama ratusan tahun, bobot lapisan es telah mendorong permukaan bumi akibat tekanannya. Saat lapisan es meleleh, bobot ini terangkat dan permukaan perlahan terangkat kembali. Inilah yang menyebabkan ketinggian gunung terus berkurang.

4. Satelit Bergerak Lebih Cepat

Emisi karbon dioksida di atmosfer bumi yang meningkat ternyata membuat planet lebih cepat panas, bahkan dapat berimbas ke ruang angkasa. Udara yang berada di bagian terluar atmosfer sangat tipis, dengan jumlah karbon dioksida yang semakin bertambah maka molekul di atmosfer bagian atas akan menyatu lebih lambat dan cenderung memancarkan energi, sehingga akan mendinginkan udara sekitarnya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak karbon dioksida di atmosfer maka atmosfer akan menciptakan lebih banyak dorongan sehingga satelit akan bergerak lebih cepat. Pergerakan satelit secara lebih cepat ini menunjukkan salah satu tanda atau gejala terjadinya pemanasan global.

5. Makhluk Hidup yang Kuat yang Bertahan Hidup

Saat ini, musim-musim di dunia tidak menentu. Akibat musim yang semakin tidak menentu maka makhluk hidup yang kuatlah yang bisa bertahan hidup. Misalnya, tanaman berbunga lebih cepat pada tahun ini maka migrasi sejumlah hewan lebih cepat terjadi. Hewan yang bergerak lambat maka akan kehilangan makanan,

sementara hewan yang lebih tangkas, akan bisa bertahan hidup. Hal serupa juga berlaku bagi semua makhluk hidup di dunia, termasuk manusia. Hal ini menunjukkan bahwa salah satu tanda atau gejala terjadinya pemanasan global adalah makhluk hidup yang kuat yang dapat bertahan hidup.

6. Pelelehan Lapisan Tanah secara Signifikan

Gejala terjadinya pemanasan global yang lain adalah terjadinya peristiwa pelelehan lapisan tanah yang signifikan. Hal ini dibuktikan dengan adanya data bahwa bukan hanya temperatur planet yang memicu pelelehan gunung es, tetapi juga semua lapisan tanah yang selama ini membeku juga mengalami pelelehan.



Gambar 2.9 Kerusakan lapisan tanah (Sumber: Kaare Siquac)

Pelelehan lapisan tanah akan memicu dasar tanah semakin mengkerut dan tidak menentu. Hal ini akan menimbulkan lubang-lubang tanah sehingga dapat merusak struktur bangunan di sekitarnya, seperti jalur kereta api, jalan raya, dan rumah-rumah. Selain itu, ketidakstabilan lapisan tanah ini dapat menyebabkan keruntuhan batuan di daerah dataran tinggi seperti pegunungan.

7. Terjadi Keganjilan di Daerah Kutub

Adanya kejanggalan di daerah kutub termasuk salah satu gejala atau tanda terjadinya pemanasan global (*global warming*). Hal ini dibuktikan dengan mencairnya es di kutub dan hilangnya sekitar 125 danau di Kutub Utara beberapa dekade silam. Para ilmuwan berpendapat bahwa pemanasan global telah terjadi lebih dahsyat di daerah kutub. Berdasarkan riset yang dilakukan di sekitar sumber air pada danau yang hilang tersebut memperlihatkan kemungkinan terjadinya peristiwa mencairnya bagian beku dasar bumi.

8. Tanaman di Kutub Utara Mengalami Pertumbuhan dan Perkembangan

Gejala atau tanda pemanasan global yang lain adalah tanaman di Kutub Utara mengalami pertumbuhan dan perkembangan. Saat terjadi pelelehan es di Kutub Utara maka akan memicu permasalahan pada tanaman dan hewan yang berada di dataran lebih rendah. Dalam situasi yang sama juga berlaku ketika matahari terbenam pada biota Kutub Utara. Tanaman di daerah tersebut yang awalnya terperangkap dalam es, kini tidak lagi terperangkap dalam es dan mulai tumbuh dan berkembang. Hal ini juga diperkuat dengan pendapat para ilmuwan yang menemukan terjadinya peningkatan pembentukan fotosintesis di sejumlah area tanah di sekitar Kutub Utara dibanding dengan pada masa praaksara.



Gambar 2.10 Tanaman di kutub (Sumber: trubus.id)

9. Habitat Makhluk Hidup Pindah ke Dataran Lebih Tinggi

Salah satu gejala atau tanda pemanasan global yang lain adalah habitat makhluk hidup pindah ke dataran lebih tinggi. Sejak awal dekade 1900- an, manusia harus mendaki tempat yang lebih tinggi demi menemukan berbagai hewan seperti tupai, berang-berang, atau tikus hutan. Menurut para Ilmuwan, hewan-hewan ini telah pindah ke dataran yang lebih tinggi akibat pemanasan global. Perpindahan habitat ini akan mengancam habitat lain seperti beruang kutub, sebab es di kutub tempat habitat tersebut tinggal juga mencair.

10. Terjadi Keganjilan di Daerah Kutub

Gejala pemanasan global lain adalah terjadi peningkatan kasus alergi.



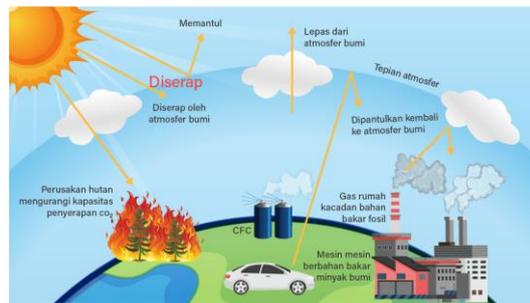
Gambar 2.11 Alergi pada kulit (Sumber: halodoc.com)

Beberapa dekade terakhir, kasus alergi dan asma di Amerika mengalami peningkatan. Pola hidup dan polusi dianggap pemicunya. Studi ilmuwan memperlihatkan bahwa tingginya emisi karbon dioksida dan temperatur atau suhu bumi yang menjadi pemicunya.

C. Faktor-Faktor Penyebab Pemanasan Global

Pemanasan global (*global warming*) menyebabkan meningkatnya suhu rata-rata atmosfer, laut, dan daratan bumi. Banyak para ahli yang mengemukakan pendapat mengenai penyebab atau faktor-faktor terjadinya pemanasan global. Menurut para ahli, pemanasan permukaan bumi terjadi karena meningkatnya gas rumah kaca di atmosfer yang merangkap panas, tidak hanya itu, ada banyak lagi penyebab yang memicu terjadinya pemanasan global.

Pemanasan global umumnya terjadi karena sinar matahari yang memancarkan cahayanya menembus ke lapisan atmosfer sehingga menyebabkan sebuah radiasi yang gelombangnya akan diserap oleh gas rumah kaca terperangkap dalam atmosfer bumi. Terjadinya pemanasan global di seluruh dunia salah satunya dikarenakan oleh aktivitas manusia sendiri dengan pertumbuhan teknologi dan industri serta penambahan populasi penduduk yang semakin bertambah. Pemanasan global ini tidak lepas dari fenomena pencemaran udara di belahan bumi. Selain itu, masih banyak faktor penyebab pemanasan global yang lainnya.



Gambar 2.12 Terjadinya pemanasan global (Sumber: ruangguru.com)

Ada beberapa faktor penyebab pemanasan global, yaitu meningkatnya gas karbon dioksida, efek rumah kaca, gas buang dari kegiatan industri, penggunaan CFC yang tidak terkontrol, luas hutan yang semakin menurun, polusi kendaraan dari bahan bakar fosil, penggunaan listrik secara berlebihan, polusi metana dari kegiatan pertanian, perkebunan, dan peternakan dan pembakaran sampah, konsep rumah modern, serta perilaku konsumtif secara berlebihan.

1. Meningkatnya Gas Karbon Dioksida

Salah satu penyebab terjadinya pemanasan global (*global warming*) yang paling utama adalah meningkatnya gas karbon dioksida. Peningkatan emisi gas karbon monoksida (CO) ini berkaitan erat dengan aktivitas manusia, seperti penggunaan kendaraan bermotor. Semakin padatnya penduduk yang ada di seluruh dunia maka jumlah kendaraan bermotor juga akan selalu bertambah.



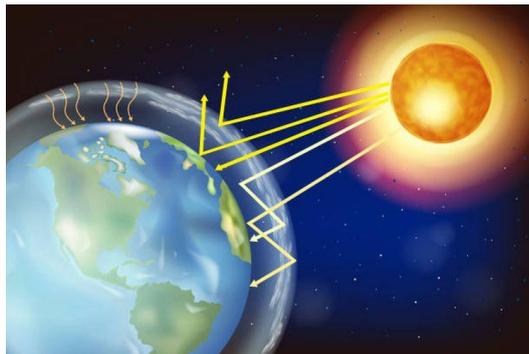
Gambar 2.13 Gas karbon dioksida yang dihasilkan oleh kendaraan (Sumber: komunitaskretek.or.id)

Efek kendaraan bermotor sangat berpengaruh bagi pemanasan global karena gas yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor adalah gas karbon dioksida yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia dan dapat juga menyebabkan efek rumah

kaca. Gas karbon dioksida yang dikeluarkan dari kendaraan bermotor inilah yang sering menyebabkan polusi. Membatasi penggunaan kendaraan bermotor bisa menjadi salah satu cara untuk mengatasi pemanasan global. Setidaknya, hal ini bisa mengurangi jumlah polusi yang kerap mencemari lingkungan.

2. Efek Rumah Kaca

Efek rumah kaca yang ada di atmosfer bumi menjadi salah satu penyebab bumi semakin panas. Efek rumah kaca terjadi akibat panas matahari yang dipantulkan ke permukaan bumi yang terperangkap oleh gas-gas yang ada di lapisan atmosfer sehingga tidak dapat diteruskan kembali ke luar angkasa. Akibatnya, panas cahaya matahari tersebut akan dipantulkan kembali ke permukaan bumi. Efek rumah kaca ini dapat mengakibatkan pemanasan global (*global warming*) yang berdampak bagi kehidupan makhluk hidup yang ada di bumi.



Gambar 2.14 Efek rumah kaca dapat mengakibatkan pemanasan global (Sumber: iStockphoto)

3. Gas Buang dari Kegiatan Industri

Di Indonesia memang lebih banyak industri pabrik dibandingkan bisnis usaha yang dijalani masing-masing orang, Kegiatan industri merupakan titik awal penyebab terjadinya kenaikan suhu di atmosfer secara masif dari tahun ke tahun, Hal ini dibuktikan dengan adanya perpindahan perekonomian berbasis pertanian ke industrial di berbagai belahan dunia sehingga menyumbang angka besar kenaikan pemanasan global. Sebuah studi menunjukkan bahwa pemanasan global (*global warming*) dimulai sebagian besar oleh Revolusi Industri di Amerika pada pertengahan abad ke-19. Hingga kini, hampir semua negara yang berbasis industri ikut menyumbang dengan skala besar penyebab pemanasan global.

Kadar karbon yang dihasilkan akibat kegiatan industri, yaitu sekitar 412 bagian per juta dalam 150 tahun terakhir. Berbagai jenis gas buang industri, seperti karbon dioksida, metana, dan nitrogen oksida juga telah menyebabkan peningkatan suhu bumi selama 50 tahun terakhir. *International Energy Agen* melaporkan bahwa negara yang menyumbang emisi karbon dioksida terbesar yang pertama antara tahun 2000-2016, yaitu Cina, Adapun Indonesia berada di urutan ke-6 setelah Rusia dengan nilai emisi karbon dioksida sekitar 2,053 miliar ton.



Gambar 2.15 China sebagai negara penyumbang gas emisi terbesar pertama (Sumber: china-underground.com)

Gas buang dari kegiatan industri ini merupakan penyebab terjadinya efek rumah kaca yang berpengaruh terhadap kehidupan makhluk hidup. Hal ini karena gas buang industri dapat menyebabkan pencemaran udara akibat asap pabrik yang berlebihan. Asap pabrik ini mengeluarkan gas berupa karbon dioksida, gas metana, dan gas yang lainnya sehingga memicu terjadinya pemanasan global. Dengan demikian, semakin banyaknya industri pabrik yang berkembang maka akan menyebabkan kerugian asap yang dihasilkan dari pabrik industri tersebut. Hal ini akan menyebabkan polusi udara yang akan membuat lingkungan tercemar sehingga akan semakin memicu terjadinya pemanasan global.

4. Penggunaan CFC Tidak Terkontrol

Chloro Fluoro Carbon (CFC) atau kloro fluoro karbon merupakan salah satu penyebab pemanasan global yang bersifat masih bisa ditangani. CFC merupakan bahan kimia yang digabungkan menjadi sebuah bahan kemudian digunakan untuk memproduksi peralatan rumah tangga. CFC ini biasanya terdapat pada peralatan

elektronik, seperti kulkas dan AC, Jika penggunaan CFC tidak terkontrol maka akan semakin memicu terjadinya pemanasan global.

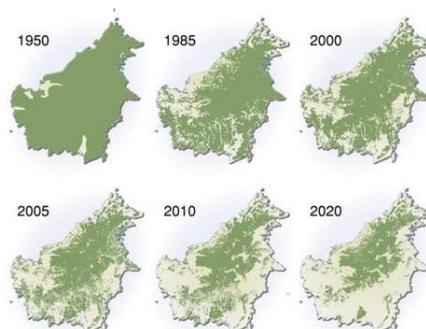
5. Luas Hutan Yang Semakin Menurun

Awalnya hutan mencakup sepertiga dari luas daratan bumi. Luasnya hutan ini berperan penting untuk menjaga kesehatan lingkungan. Selain itu, hutan berfungsi menyerap gas karbon dioksida agar tidak terperangkap di atmosfer. Hutan juga berfungsi sebagai pengatur siklus air dan mengurangi risiko banjir dan tanah longsor. Luas hutan yang semakin menurun ini menyebabkan Pemanasan global. Hal ini dikarenakan seringnya ada pembakaran hutan yang secara liar membuat lahan hutan semakin berkurang, Padahal, hutan sangat berperan penting sekali untuk makhluk hidup karena hutan merupakan paru-paru dunia.

Menurut Bank Dunia, setiap tahun dunia kehilangan sekitar 14,5 juta hektar hutan. Hal ini disebabkan oleh berbagai aktivitas manusia yang illegal dan legal. Misalnya, banyaknya kasus penggundulan hutan secara sengaja maupun tidak sengaja untuk dicuri kayunya, namun meninggalkan hutan gundul dan terbengkalai. Selain itu, pembukaan lahan dengan cara pembakaran untuk area industri dan tempat tinggal juga menyebabkan efek rumah kaca. Hal ini juga menyebabkan berkurangnya sejumlah pohon yang seharusnya bisa menyerap karbon dioksida. Penggundulan hutan juga menyebabkan terancamnya keseimbangan ekosistem karena banyak makhluk hidup yang mendiami hutan kehilangan tempat tinggalnya.

Terjadinya deforestasi, yaitu penggundulan hutan atau kebakaran hutan ini turut memperparah pemanasan global dan perubahan iklim pada tahun-tahun mendatang.

Deforestasi di Indonesia semakin marak. Tampak pada Gambar di bawah ini, luas hutan di Kalimantan semakin berkurang dari tahun 1970 hingga tahun 2020.



Gambar 2.16 Deforestasi hutan di Kalimantan (Sumber: grida.no)

Menurut *World Wildlife Fund* (WWF), laju kehilangan dan kerusakan hutan mencapai 2,8 juta hektar/tahun dan saat ini diperkirakan luas hutan yang tersisa hanya 28%. Bahkan, laju kehilangan dan kerusakan hutan pada tahun 2000-2005 di Indonesia setara dengan 364 lapangan bola/jam. Kerusakan hutan di Indonesia terutama disebabkan karena aktivitas manusia berupa penebangan liar (*illegal logging*), kebakaran hutan dan lahan, kegiatan pertambangan, serta peralihan fungsi hutan menjadi perkebunan dan tanaman industri.

Menurut laporan Bank Dunia, Indonesia telah melepaskan 300 ton emisi karbon untuk setiap 1 hektar lahan hutan yang dibuka menjadi perkebunan. Dengan luas sekitar 109 juta hektar, hutan Indonesia sangat berpotensi sebagai penyerap emisi gas rumah kaca yang dihasilkan berbagai kegiatan manusia. Namun, jika tidak dikelola dengan serius maka hutan Indonesia juga berkontribusi mempercepat laju pemanasan global. Selain itu, efek hutan yang semakin berkurang ini mengakibatkan cuaca semakin memburuk karena tidak ada yang mengubah karbon dioksida menjadi oksigen, pernapasan pun menjadi terganggu karena oksigen semakin berkurang sehingga menyebabkan terjadinya pencemaran udara.

Kekurangan pepohonan juga dapat menimbulkan pemanasan global. Hal ini karena pepohonan juga dapat membantu untuk mengatasi suhu panas dan menghirup karbon dioksida yang menyebabkan terjadinya pemanasan global. Pepohonan memiliki fungsi penting bagi lingkungan, lingkungan menjadi sejuk, mengurangi polusi, dan jauh dari pencemaran udara. Dengan demikian, perlu dilakukan reboisasi dan penghijauan pada hutan agat pohon-pohon yang ada di

sekeliling hutan bisa tumbuh subur dan lebih cepat sehingga bisa sedikit mengurangi pemanasan global karena banyaknya pohon yang akan menyerap gas karbon dioksida dan menghasilkan oksigen.



Gambar 2.17 Reboisasi hutan (Sumber: asset-a.grid.id)

6. Polusi Kendaraan dari Bahan Bakar Fosil

Pengoboran batu bara, minyak bumi, dan gas alam menjadi faktor utama penyebab pemanasan global. Hal ini yang dimulai dibuktikan dengan adanya Revolusi Industri tahun 1700-an, dan sejak itu aktivitas manusia mulai mencemari udara, bahkan tanpa terkendali menggunakan bahan bakar fosil.

Dalam keseharian, setiap orang terbiasa berpindah dari satu tempat ke tempat lain dengan jarak dekat maupun jauh menggunakan kendaraan yang berbahan bakar fosil. Kendaraan berbahan bakar fosil ini sangat memberikan pengaruh besar terhadap terjadinya pemanasan global (*global warming*). *Environmental Protection Agency* (EPA) melaporkan bahwa 30% emisi yang dihasilkan di Amerika berasal dari transportasi yang dilakukan untuk mengangkut orang maupun barang. Pada tahun 2016 dibuktikan bahwa penyumbang terbesar emisi gas rumah kaca di Amerika adalah transportasi.

Ketika bahan bakar fosil ini menyuplai panas dan memberi tenaga pada mesin maka mesin akan melepaskan gas karbon dioksida yang berlebihan dan polutan lainnya sehingga kualitas udara dan air akan menurun. Hal seperti ini terjadi setiap hari dalam berbagai jenis transportasi (udara, laut, dan udara), dilakukan oleh jutaan orang di dunia secara bersamaan. Efek gas karbon dioksida dihasilkan dari

kendaraan bermotor inilah yang kemudian berakumulasi dan memerangkap panas di atmosfer.

Gas karbon dioksida hasil pembuangan kendaraan sangat berpengaruh terhadap terjadinya pemanasan global. Hal ini karena karbon dioksida merupakan gas yang menangkap cahaya panas sehingga tidak bisa dipancarkan kembali ke luar angkasa sehingga dapat memberikan dampak negatif bagi kesehatan, karena banyaknya polusi di lingkungan yang penduduknya mayoritas tinggal di pinggir jalan raya.

7. Penggunaan Listrik secara Berlebihan

Pembangkit listrik yang merupakan kebutuhan utama sehari-hari manusia juga menyumbang dampak yang besar secara global terhadap perubahan iklim. Semua pembangkit listrik memiliki dampak beragam terhadap kondisi udara, air, dan tanah. Sebagai contoh, dari total energi yang dikonsumsi di Amerika Serikat, sekitar 40% digunakan untuk menghasilkan listrik. Hal ini menunjukkan bahwa dalam produksi listrik menggunakan bagian penting dari lingkungan.



Gambar 2.18 Pembangkit listrik (Sumber: ingsrv.voi.id)

Dalam produksi listrik membutuhkan bahan bakar yang kemudian melepaskan berbagai macam gas seperti karbon dioksida. Karbon dioksida ini kemudian akan menyebabkan efek rumah kaca. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa setiap orang yang menggunakan energi listrik dalam kehidupan sehari-hari turut menyumbang pemanasan global.

Semakin boros dalam penggunaan listrik maka akan semakin memicu terjadinya pemanasan global. Hal ini disebabkan adanya penguapan pada listrik jika listrik terlalu sering digunakan. Meskipun hal tidak terlalu berpengaruh, namun bisa menambah gas karbon dioksida sehingga cepat terjadinya pemanasan global.

Seharusnya, pemakaian listrik digunakan secara efisien sesuai dengan keperluan sehingga tidak menyebabkan pemanasan global.

Tak heran di sepanjang jalan pernah terlihat iklan yang menghimbau untuk hemat listrik. Meskipun hal ini hanya sedikit pengaruhnya, jika semakin banyak justru akan merusak lingkungan sekitar dan merugikan diri sendiri membuat lingkungan sekitar menjadi tercemar.

8. Polusi Gas Metana dari Kegiatan Pertanian, Perkebunan, dan Peternakan, serta Pembakaran Sampah

Gas metana merupakan salah satu gas rumah kaca yang dapat menyebabkan pemanasan global (*global warming*). Gas ini dapat memerangkap panas dalam atmosfer. Metana dipancarkan selama kegiatan produksi batu bara, gas alam, dan minyak bumi. Selain itu, pembusukan sampah organik di berbagai tempat juga menyumbang jumlah metana yang besar. Misalnya, di daerah perkotaan, sebagian besar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah di kota besar masih menggunakan sistem open dumping. Potensi sampah yang dihasilkan di kota-kota besar bernilai jutaan ton per tahunnya dan menghasilkan gas metana belasan ribu ton per tahunnya.



Gambar 2.19 Tumpukan sampah yang besar (Sumber: portonews.com)

Saat kita membuang makanan dan sampah organik lainnya ke dalam tempat sampah maka sampah-sampah tersebut akan dibawa dan terkubur di tempat-tempat pembuangan sampah. Saat sampah yang berada paling bawah mengalami pembusukan dan terbentuklah gas metana. Gas metana akan merusak lapisan ozon

bumi dan mengakibatkan perubahan iklim. Pembakaran sampah juga dapat menghasilkan gas rumah kaca, seperti CO, NO, NH dan karbon organik. Gas CO, menjadi gas utama yang dihasilkan oleh pembakaran sampah dan dihasilkan cukup lebih tinggi dibandingkan emisi gas lainnya.

Selain pembusukan sampah organik, hasil pemecahan bakteri pada kegiatan pertanian dan perkebunan juga menghasilkan gas metana dalam jumlah besar. Selain itu, kegiatan pertanian, perkebunan, peternakan ternyata juga turut berkontribusi dalam meningkatkan pemanasan global dengan beragam cara. Merawat hewan ternak dengan jumlah besar seperti peternakan tentu akan menghasilkan limbah atau kotoran ternak yang amat besar termasuk gas metana. Dengan demikian, semakin tinggi produksi hewan ternak maka gas metana akan semakin meningkat yang akan dilepaskan ke permukaan bumi.

Adanya hewan ternak juga berdampak pada konsumsi produk daging dan susu yang akan terus tumbuh berkali-kali lipat hingga tahun 2050. Sisa makanan manusia yang terbuang dan menjadi sampah juga akan menghasilkan metana. Indonesia termasuk negara nomor dua terbesar di dunia penghasil sampah. Pembakaran sampah yang terkadang dilakukan oleh orang yang tidak bertanggung jawab dengan sampah yang sudah dibakar ditinggalkan begitu saja. Hal ini dapat menimbulkan gas metana yang akan menangkap panas sehingga karbon dioksida akan sulit untuk menghasilkan oksigen.

9. Konsep Rumah Modern

Konsep rumah modern juga dapat menyebabkan pemanasan global (*global warming*). Hal ini dikarenakan dalam perkembangan teknologi seperti saat ini, manusia lebih memilih untuk mendesain rumah yang banyak terdiri atas kaca. Hal ini menyebabkan cahaya matahari akan memantul kembali ke udara sehingga hal tersebut dapat menimbulkan efek rumah kaca. Dengan demikian, cahaya yang mengenai bangunan akan dipantulkan kembali ke udara. Kondisi ini menyebabkan pengaruh lebih cepat terjadinya pemanasan global.



Gambar 2.20 Rumah modern (Sumber: architecturebeast.com)

D. Dampak Pemanasan Global

Pemanasan global merupakan suatu kondisi yang menunjukkan adanya peningkatan suhu bumi yang semakin panas. Kondisi ini dapat menimbulkan berbagai macam dampak pada kehidupan manusia dan makhluk hidup di bumi. Mulai dari naiknya permukaan air laut, semakin banyaknya peristiwa cuaca ekstrem yang terjadi, hingga meningkatnya suhu dan keasaman air laut. Selain itu, juga berdampak terhadap pertumbuhan hewan dan tumbuhan, memberikan pengaruh terhadap pertanian, serta kesehatan manusia.

Pemanasan global (*global warming*) merupakan ancaman terbesar bagi makhluk hidup di bumi. Ketika suhu bumi terus meningkat maka akan mempengaruhi kondisi bumi secara ekstrem sehingga berdampak terhadap kehidupan manusia dan lingkungan. Berbagai dampak pemanasan global secara tidak langsung akan memberikan pengaruh ke berbagai aspek dalam kehidupan manusia. Jika kalian sadari, peristiwa ekstrem atau bencana alam yang beberapa tahun belakangan ini sering terjadi salah satunya merupakan dampak pemanasan global. Mulai dari banjir besar, badai, suhu bumi yang semakin panas, hingga mencairnya es di kutub, dengan korban jiwa yang tidak sedikit.

Ada beberapa dampak pemanasan global, yaitu melelehnya gletser atau lapisan es di kutub, meningkatnya permukaan air laut, terjadinya perubahan iklim dan cuaca, gelombang panas, serta kekeringan dan krisis air bersih. Dampak pemanasan global yang lain, yaitu rusaknya ekosistem laut, meningkatnya risiko kesehatan, produksi pertanian menurun, meningkatkan risiko kepunahan hewan,

terjadi pergeseran lempeng bumi, meningkatkan efek radiasi sinar matahari, serta terjadinya fenomena El Niño dan La Niña.

1. Melelehnya Gletser atau Lapisan Es di Kutub

Salah satu dampak dari pemanasan global yang dapat terlihat dengan jelas adalah melelehnya es yang berada di kutub



Gambar 2.21 Es mencair di kutub (Sumber: shutterstock)

Naiknya suhu di udara dan di dalam laut akan membuat es di kutub-kutub bumi mencair. Lembaran permukaan es yang ada pada kutub terus menghilang sejak akhir dari zaman es sekitar 11.700 tahun yang lalu. Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada tahun 2006 menunjukkan bahwa pemanasan global membuat permukaan es yang ada terus mengalami pengurangan secara drastis hingga 10 sampai 15 kali dari sebelumnya.

2. Meningkatnya Permukaan Air Laut

Meningkatnya permukaan air laut merupakan salah satu dampak pemanasan global. Seiring dengan semakin banyaknya permukaan es di kutub yang meleleh maka akan menyebabkan terjadinya peningkatan permukaan air laut di dunia. Kondisi ini tentu akan mengancam pulau-pulau yang ada di dataran rendah serta kota-kota yang berdekatan dengan pesisir pantai.



Gambar 2.22 Kenaikan air laut (Sumber: jurnalasia.com)

3. Terjadinya Perubahan Iklim dan Cuaca

Dampak pemanasan global (*global warming*) yang lain adalah terjadinya perubahan iklim global yang berpengaruh pada kondisi cuaca yang semakin tidak terkendali. Kondisi cuaca yang berubah-ubah dan tidak menentu merupakan dampak *global warming* yang bisa dilihat dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu contoh pola cuaca yang tidak menentu adalah curah hujan dan suhu lingkungan yang semakin meningkat. Akibatnya, banjir dapat terjadi di beberapa daerah sehingga dapat mengancam pulau-pulau kecil, bahkan pulau besar pun bisa tenggelam dan hilang dalam waktu satu dekade saja.

Pada umumnya, terjadinya bencana banjir juga disertai dengan kondisi cuaca yang ekstrem, seperti angin topan atau badai dahsyat yang melanda dalam waktu singkat. Kondisi ini akan menyebabkan kerugian yang besar bagi seluruh masyarakat yang terdampak banjir. Selain itu, terjadinya bencana ini juga mengakibatkan hewan dan tumbuhan tidak dapat beradaptasi dengan mudah. Tanaman dapat mati dan hewan dapat bermigrasi ke area lain. Dengan demikian, hal ini dapat menyebabkan seluruh ekosistem berubah secara total dan cepat.

4. Terjadinya Gelombang Panas

Terjadinya gelombang panas merupakan salah dampak pemanasan global. Seiring dengan meningkatnya suhu permukaan bumi maka akan berdampak terhadap terjadinya gelombang panas. Menurut *Britannica*, beberapa daerah Eropa pernah mengalami gelombang panas yang meningkat dua kali lipat dari 100 tahun lalu. Beberapa wilayah yang dilanda gelombang panas tersebut, memakan korban jiwa hingga sekitar 70.000 orang. Dalam sebuah penelitian diperoleh hasil pengamatan bahwa 2015 dikatakan sebagai tahun terpanas dalam sepanjang

sejarah. Naiknya gelombang panas bumi ini pun diperkirakan akan terus terjadi di tahun-tahun berikutnya dan dapat diprediksi suhu bumi mencapai angka 54 °C.

5. Terjadinya Kekeringan dan Krisis Air Bersih

Terjadinya kekeringan merupakan salah satu dampak dari pemanasan global (*global warming*). Meskipun daerah gurun atau savana masih mengalami hujan, kasus kekeringan masih kerap terjadi di belahan bumi lainnya. Menurut *National Geographic*, suhu panas yang meningkat telah menyebabkan kekeringan parah di bumi, terutama di bagian barat Amerika Serikat. Kekeringan ini telah menyebabkan kebakaran hutan di daerah California yang terjadi hampir setiap hari. Selain Amerika Serikat, kebakaran hutan juga terjadi di sebelah timur Bumi. Beberapa negara seperti Indonesia, Australia, dan Thailand juga sempat merasakan bencana yang sama. Bencana kekeringan yang juga tidak terkirakan sebelumnya adalah mengeringnya Danau Chad sebagai salah satu danau terbesar di dunia pada tahun 1963.



Gambar 2.23 Mengeringnya danau Chad (Sumber: akamaized.net)

6. Rusaknya Ekosistem Laut

Terjadinya pemanasan global ditandai dengan kenaikan suhu di permukaan bumi, termasuk di dalam laut. Hal ini dapat membuat makhluk hidup yang hidup di dalamnya mati sehingga terjadi ketidakseimbangan ekosistem. Jadi, salah satu dampak pemanasan global adalah rusaknya ekosistem laut.



Gambar 2.24 Rusaknya ekosistem laut (Sumber: gdb.voanews.com)

Ketika suhu air laut terus meningkat maka hal itu akan berdampak buruk bagi ekosistem laut. Seluruh ekosistem laut mempunyai batasan suhu ideal untuk dapat hidup dan akan menjadi rusak apabila air laut mengalami kenaikan suhu. Terumbu karang juga dapat terkikis karena tidak tahan dengan air laut yang semakin memanas. Seiring berjalannya waktu, terumbu karang yang terkikis akan mengalami pemutihan. Pemutihan terumbu karang (*coral bleaching*) adalah karang kehilangan simbiotiknya berupa alga *zooxanthella* yang memberikan warna pada permukaan karang. Simbion ini menyediakan hampir semua energi karang yang berasal dari proses fotosintesis berupa karbon. Peningkatan suhu air laut merupakan faktor utama dalam peningkatan ancaman penyakit karang.

Dengan demikian, jika kondisi pemanasan global tidak segera ditangani bisa merusak dan menghancurkan kehidupan manusia dan berbagai makhluk bumi lainnya.

7. Meningkatnya Risiko Kesehatan

Dampak pemanasan global (*global warming*) yang lain adalah meningkatnya risiko kesehatan. Kenaikan suhu bumi serta perubahan iklim yang tidak menentu akibat pemanasan global dapat menyebabkan sistem imun makhluk hidup akan menurun sehingga sulit beradaptasi dan mudah terserang berbagai penyakit. Penyakit yang masuk ke dalam tubuh dikhawatirkan menyebar dengan mudah, terutama penyakit yang ditularkan melalui serangga, nyamuk, dan lain sebagainya. Binatang-binatang tersebut akan membawa dan menularkan bibit penyakit dengan dukungan dari perubahan cuaca, seperti panas ke hujan atau sebaliknya. Apabila penyebaran penyakit ini terjadi dengan lebih mudah dan cepat maka penyakit tersebut dapat diklasifikasikan sebagai wabah.

Pemanasan global juga berisiko menimbulkan penyakit yang berhubungan dengan panas, seperti *heat stroke* dan *heat exhaustion*. Kedua penyakit ini sama-sama diakibatkan seseorang terpapar suhu panas, sementara tubuh tidak memiliki cukup waktu untuk menormalkan kembali suhunya.

8. Produksi Pertanian Menurun

Seperti yang sudah dibahas sebelumnya, dampak pemanasan global dapat semakin meningkat memengaruhi suhu normal di bumi. Suhu bumi akan menyebabkan kekeringan di beberapa negara, termasuk Indonesia. Lahan pertanian di Indonesia yang dikenal subur akan cepat mengering jika suhu bumi mengalami peningkatan. Kondisi ini terjadi karena lahan pertanian tidak cukup pengairannya sehingga tanaman akan mati. Akibatnya, produksi tanaman pertanian akan berkurang atau menurun. Hal ini juga akan berdampak pada kelangsungan hidup manusia dan hewan karena sebagian besar makanan yang dikonsumsi oleh manusia dan hewan bersumber dari hasil pertanian. Apabila kondisi ini terus seperti ini, manusia dan hewan bisa mengalami kelaparan dan punah dalam jangka waktu dekat.

9. Meningkatkan Risiko Kepunahan Hewan

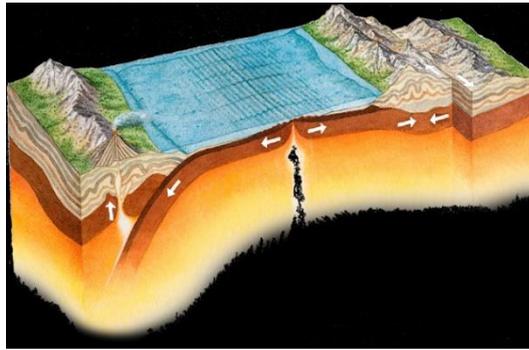
Pemanasan global (*global warming*) dapat meningkatkan resiko terjadinya kepunahan hewan. Tidak semua makhluk hidup mempunyai daya tahan yang sama. Apabila ada hewan yang terpengaruh oleh perubahan iklim maka habitatnya akan berubah dan memengaruhi kemampuan hidup dari makhluk tersebut.

Terjadinya pemanasan global menyebabkan beberapa satwa mengalami perubahan habitat sehingga bermigrasi. Migrasi ini akan menyebabkan sebagian hewan tidak dapat beradaptasi. Misalnya, sekelompok rubah putih yang bermigrasi ke suatu daerah kemudian kalah bersaing dengan rubah merah. Contoh lain, pada tahun 2017 lalu sudah tercatat terjadinya pengurangan spesies lumba- lumba sungai sebanyak 81% dikarenakan polusi air yang terus meningkat drastis sehingga banyak yang mati karena keracunan.

10. Terjadi Pergeseran Lempeng Bumi

Apabila kondisi pemanasan global semakin ekstrem maka lempeng bumi akan mengalami pergeseran secara drastis. Hal ini dapat terjadi karena kondisi

permukaan bumi yang menjadi lebih panas sehingga dapat mengubah daya rekat dari lempeng bumi. Apabila terjadi pergeseran lempeng bumi secara drastis maka dapat mengakibatkan terjadinya bencana alam berupa gempa bumi dalam skala besar yang dapat menimbulkan kerugian yang besar.



Gambar 2.25 Pergeseran lempeng bumi (Sumber: prasacademy.com)

11. Meningkatkan Efek Radiasi Sinar Matahari

Pemanasan global adalah masalah perubahan iklim yang kerap dikaitkan dengan naiknya suhu bumi. Kenaikan suhu bumi ini membuat lapisan ozon yang menyelimuti bumi semakin menipis. Sebagaimana yang telah diketahui, sinar matahari masuk menembus bumi melalui lapisan ozon. Normalnya, lapisan ini bertindak sebagai penyaring yang mampu meredam besarnya energi radioaktif yang dipancarkan oleh gelombang sinar ultraviolet matahari tersebut. Namun, pada kenyataannya sebesar 99% sinar matahari ditahan oleh lapisan ozon. Dengan kata lain, hanya 1% saja pancaran sinar matahari yang mencapai bumi. Padahal, penyaringan sinar ultraviolet matahari oleh lapisan ozon ini sangat dibutuhkan bagi kesehatan manusia dan kelangsungan kehidupan di bumi.

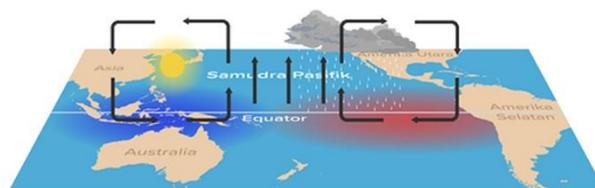


Gambar 2.26 Lapisan ozon bumi semakin menipis (Sumber: asset-a.grid.id)

12. Terjadinya Fenomena El Nino dan La Nina

a. El Niño

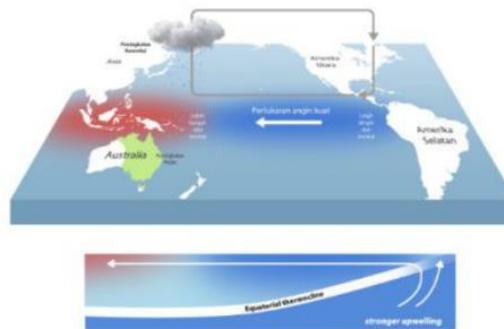
Peristiwa El Niño merupakan peristiwa meningkatnya suhu permukaan laut Samudra Pasifik tropis bagian timur dan tengah di atas rata-rata normal suhu permukaan laut. Pengaruh peristiwa El Niño di wilayah Indonesia adalah curah hujan cenderung berkurang. Adapun di Samudra Pasifik tropis, curah hujan meningkat. Angin permukaan tingkat rendah yang biasanya bertiup dari timur ke barat (angin timur) di sepanjang ekuator mengalami penyimpangan arah sehingga angin bertiup dari arah barat ke timur (angin barat).



Gambar 2.27 El Niño (Sumber: BMKG)

b. La Niña

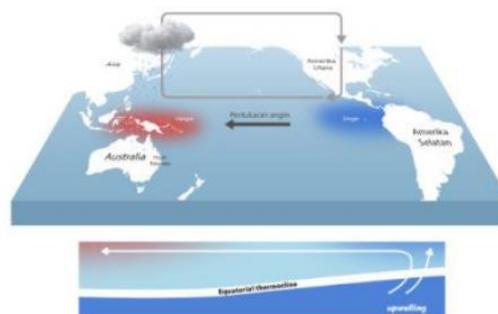
Peristiwa La Niña merupakan peristiwa menurunkan suhu permukaan laut Samudra Pasifik tropis bagian timur dan tengah di bawah rata-rata normal suhu permukaan laut. Pengaruh peristiwa La Niña di wilayah Indonesia adalah curah hujan cenderung meningkat. Adapun di Samudra Pasifik tropis, curah hujan menurun. Angin timur laut yang normal di sepanjang ekuator menjadi lebih kuat.



Gambar 2.28 La Niña (Sumber: BMKG)

c. Netral

Kondisi netral ini bukan merupakan keadaan El Niño atau La Niña. Kondisi ini merupakan kondisi ketika suhu permukaan laut Samudra Pasifik tropis umumnya mendekati rata-rata.



Gambar 2.29 Netral (Sumber: BMKG)

Fenomena El Niño dan La Niña ini berdampak pada makhluk hidup. Di sisi lain, pada daerah yang perubahan musim kemaraunya panjang, mengakibatkan intensitas kebakaran hutan meningkat. Hal ini dapat terjadi karena tumbuhan banyak yang kekeringan karena kekurangan air. Oleh karena itu, penurunan populasi tumbuhan akan terjadi dan bahkan dapat menimbulkan punahnya spesies tanaman.

E. Upaya Penanggulangan Pemanasan Global

Pemanasan global yang disebabkan oleh peningkatan suhu udara dan laut di permukaan bumi dapat menyebabkan berbagai perubahan, seperti cuaca ekstrem, kualitas pangan, kesehatan global, dan masih banyak lagi. Dengan demikian, pemanasan global (*global warming*) memerlukan penanganan atau

penanggulangan dalam mencegah, mengurangi, dan mengatasi dampak dari pemanasan global. Beberapa upaya penanggulangan pemanasan global diantaranya sebagai berikut:

1. Mengurangi Penggunaan Bahan Bakar Fosil

Salah satu upaya untuk menanggulangi pemanasan global (*global warming*) adalah mengurangi penggunaan bahan bakar fosil. Pembakaran bahan bakar fosil, seperti premium dan solar akan menghasilkan gas buang, yaitu karbon dioksida. Jika alat transportasi yang berbahan bakar fosil atau minyak marak digunakan dan jumlahnya semakin bertambah maka karbon dioksida yang dibuang ke atmosfer juga semakin besar. Akibatnya, pemanasan global yang terjadi akan semakin parah. Oleh sebab itu, penggunaan alat transportasi yang berbahan bakar minyak sebaiknya diminimalisir pemakaiannya. Selain itu, kurangi penggunaan kendaraan pribadi dan gunakanlah alat transportasi umum yang hemat bahan bakar sehingga dapat mengurangi gas karbon dioksida di udara.

2. Menggunakan Energi Alternatif

Cara mengatasi pemanasan global yang kedua adalah menggunakan energi alternatif (energi terbarukan). Pada dasarnya, manusia dapat menggunakan energi alternatif guna meminimalisir hal-hal yang dapat menjadi penyebab pemanasan global.

Penggunaan energi alternatif atau terbarukan ini hendaknya segera diterapkan di seluruh dunia guna meminimalisir terjadinya pemanasan global. Misalnya, pembangkit listrik berbahan bakar fosil hendaknya segera diganti dengan energi alternatif atau terbarukan, seperti energi matahari, angin, air, panas bumi, dan biomassa. Sumber energi tersebut pada dasarnya berlimpah, namun belum bisa dimanfaatkan secara maksimal.

3. Tidak Menebang Pohon di Hutan secara Sembarangan

Salah satu upaya penanggulangan pemanasan global adalah tidak menebang pohon di hutan secara sembarangan.



Gambar 2.30 Penebangan pohon secara liar (Sumber: PID Polda Kepri)

Sebagaimana yang telah diketahui, pohon merupakan tumbuhan yang dapat menyerap gas karbon dioksida (CO_2) dan menghasilkan oksigen (O). Selain dapat mengurangi dampak penebangan hutan secara ilegal, hal ini juga berperan dalam menjaga kelestarian hutan, yang saat ini banyak mengalami kerusakan.

Hutan merupakan elemen yang sangat penting bagi kehidupan, karena salah satu fungsi hutan adalah sebagai paru-paru dunia sekaligus penyeimbang ekosistem, terutama jenis hutan yang belum terjamah oleh manusia. Jenis hutan ini memiliki keseimbangan ekosistem yang sangat baik sehingga banyak hewan dan tumbuhan yang hidup dan bertahan dari pengaruh lingkungan luar.

4. Melakukan Penanaman Pohon Kembali (Reboisasi)

Salah satu penyebab pemanasan global adalah berkurangnya pohon-pohon di hutan karena penggundulan atau kebakaran hutan sehingga upaya untuk menanggulangi pemanasan global adalah dengan melakukan penanaman pohon kembali (reboisasi). Pohon-pohon yang kembali ditanam dapat menjadi sumber oksigen bagi alam sekaligus penyerap karbon dioksida sebagai gas utama efek rumah kaca. Pohon dan jenis tumbuhan berklorofil lainnya mempunyai peran penting dalam menjaga kebersihan udara. Tumbuhan berklorofil ini mempunyai kemampuan untuk mengolah air, sinar matahari, karbon dioksida, serta unsur hara menjadi bahan organik dan oksigen.



Gambar 2.31 Reboisasi (Sumber: DLH Kota Semarang)

5. Melakukan Penghematan Listrik

Upaya penanggulangan pemanasan global berikutnya adalah dengan melakukan penghematan listrik. Listrik merupakan salah satu bentuk energi yang banyak dibutuhkan manusia. Meskipun tidak semua manusia menggunakan listrik, namun listrik merupakan sumber energi yang berperan penting dalam kehidupan yang modern seperti saat ini.

Energi listrik yang umumnya dihasilkan dari pembangkit listrik ini kebanyakan menggunakan bahan bakar fosil sehingga menghasilkan gas buangan, yakni karbon dioksida (CO). Dengan demikian, semakin banyak penggunaan listrik maka semakin banyak gas buangan berupa karbon dioksida yang dapat menimbulkan pemanasan global akibat efek rumah kaca yang semakin memburuk. Oleh karena itu, melakukan penghematan listrik merupakan salah satu cara untuk menanggulangi terjadinya pemanasan global.

Penghematan listrik ini dapat dilakukan melalui beberapa cara, yaitu dengan mencabut kabel atau peralatan dari saklar saat tidak digunakan dan mengemat pemakaian lampu. Misalnya, menggunakan lampu hanya saat diperlukan dan mematikan pada siang hari. Mematikan barang elektronik lainnya, seperti televisi, kipas, stereo, dan komputer ketika tidak digunakan.

6. Mengurangi Penggunaan Kertas

Salah satu upaya penanggulangan pemanasan global adalah mengurangi penggunaan kertas. Penggunaan kertas yang berlebihan merupakan salah satu penyebab besar yang memengaruhi pemanasan global. Hal ini karena semakin

banyak pemakaian kertas berarti semakin turut menghilangkan (menebang) banyak pohon.



Gambar 2.32 Kertas (Sumber: Shutterstock)

Sebagaimana yang telah diketahui bahwa bahan utama pembuatan kertas berasal dari kayu. Dengan demikian, semakin tinggi konsumsi kertas maka akan menuntut penebangan pohon yang semakin banyak. Ini merupakan alasan mendetail mengenai pentingnya meminimalisir konsumsi kertas demi kelestarian lingkungan. Oleh karena itu, mulailah dari sekarang untuk mengurangi penggunaan kertas dan gunakan kertas seefisien mungkin guna mengurangi terjadinya pemanasan global.

7. Melakukan *Reduce*, *Reuse*, dan *Recycle*

Upaya penanggulangan pemanasan global yang lain adalah melakukan *reduce*, *reuse*, dan *recycle*. *Reduce* adalah kegiatan menggunakan produk kemasan, terutama plastik seminimal mungkin. Langkah ini juga akan membantu mengurangi pemborosan. *Reduce* juga bisa dilakukan dengan membeli produk yang dapat digunakan kembali (bukan yang sekali pakai). Oleh karena itu, hindari membeli produk yang dikemas dengan kemasan berlebih, terutama plastik dan kemasan yang tidak dapat didaur ulang. Selain itu, jadilah pembeli yang bijak dan gunakan produk-produk ramah lingkungan dari produsen yang juga mendukung program pelestarian lingkungan.

Reduce secara umum berfungsi untuk melakukan penghematan dan mengurangi sampah. Misalnya, hemat dalam pemakaian tisu dan kertas karena kedua produk ini terbuat dari kayu yang harus ditebang dari pohon di hutan. Atau, bisa juga membeli produk yang berlabel ramah lingkungan serta meminimalisir pemakaian produk yang dikemas *styrofoam* atau plastik. Contoh lain, yakni berhenti menggunakan semprotan.

2.2 Hasil yang Relevan

Penelitian yang relevan digunakan untuk menjelaskan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Hasil penelitian yang relevan dengan penelitian penulis yang berjudul “Pengaruh Model Treffinger Berbantuan *Videoscribe* Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Pemanasan Global” adalah sebagai berikut:

1. Restie Kartika Maharani, dkk (2018) dalam jurnalnya yang berjudul “Pengaruh Model Pembelajaran Treffinger Terhadap Keterampilan berpikir Kreatif Pelajaran Matematika Materi Bangun Ruang” menyatakan bahwa model pembelajaran Treffinger berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa pada pelajaran matematika materi bangun ruang (Kartika & Indrawati, n.d.)
2. Yuli Ifana Sari, dkk (2016) dalam jurnalnya yang berjudul “Pengaruh Model Pembelajaran Treffinger Terhadap Keterampilan berpikir Kritis Dan Kreatif Mahasiswa Universitas Kanjuruhan Malang” menyatakan bahwa model pembelajaran Treffinger berpengaruh signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis mahasiswa dan model pembelajaran Treffinger berpengaruh signifikan terhadap keterampilan berpikir kreatif mahasiswa (Y. I. Sari & Putra, 2015)
3. Siti Ulfatur Rohmah (2019) dalam skripsinya yang berjudul “Efektivitas Model Pembelajaran Treffinger dengan *Scaffolding* dalam Meningkatkan Keterampilan berpikir Kreatif dan *Social Skills* Siswa Pada Pembelajaran Fisika” menyatakan bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran Treffinger dengan *Scaffolding* dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif dan *social skills* siswa pada pembelajaran fisika (Rohmah Ulfatur, 2019)
4. Maharani Puspita (2018) dalam skripsinya yang berjudul “Pengaruh Model Pembelajaran Treffinger Untuk Pokok Bahasan Bunyi Terhadap Motivasi Belajar dan Keterampilan berpikir Kreatif” menyatakan bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran Treffinger untuk pokok bahasan bunyi terhadap motivasi belajar dan keterampilan berpikir kreatif siswa (Puspita, 2018)

5. Diyas Age Larasati (2020) dalam artikelnya yang berjudul “Pengaruh Model Treffinger terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Mahasiswa Pendidikan Guru Sekolah Dasar” menyatakan bahwa model pembelajaran Treffinger berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kreatif. Disimpulkan juga bahwa model pembelajaran Treffinger berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kreatif mahasiswa Universitas Wijaya Kusuma Surabaya (Larasati, 2020)

Berdasarkan beberapa penelitian yang telah disebutkan di atas, dapat disimpulkan bahwa pengimplementasian dari *Videoscribe* masih sangat sedikit. Kekurangan pemahaman tentang aplikasi *Videoscribe* menjadi tantangan bagi para peneliti untuk mengimplementasikannya. Perbedaan Penelitian diatas dengan yang peneliti lakukan terdapat pada implementasi dan integrasi *Videoscribe*, dan terhadap materi yang digunakan dalam penelitian yaitu pemanasan global.

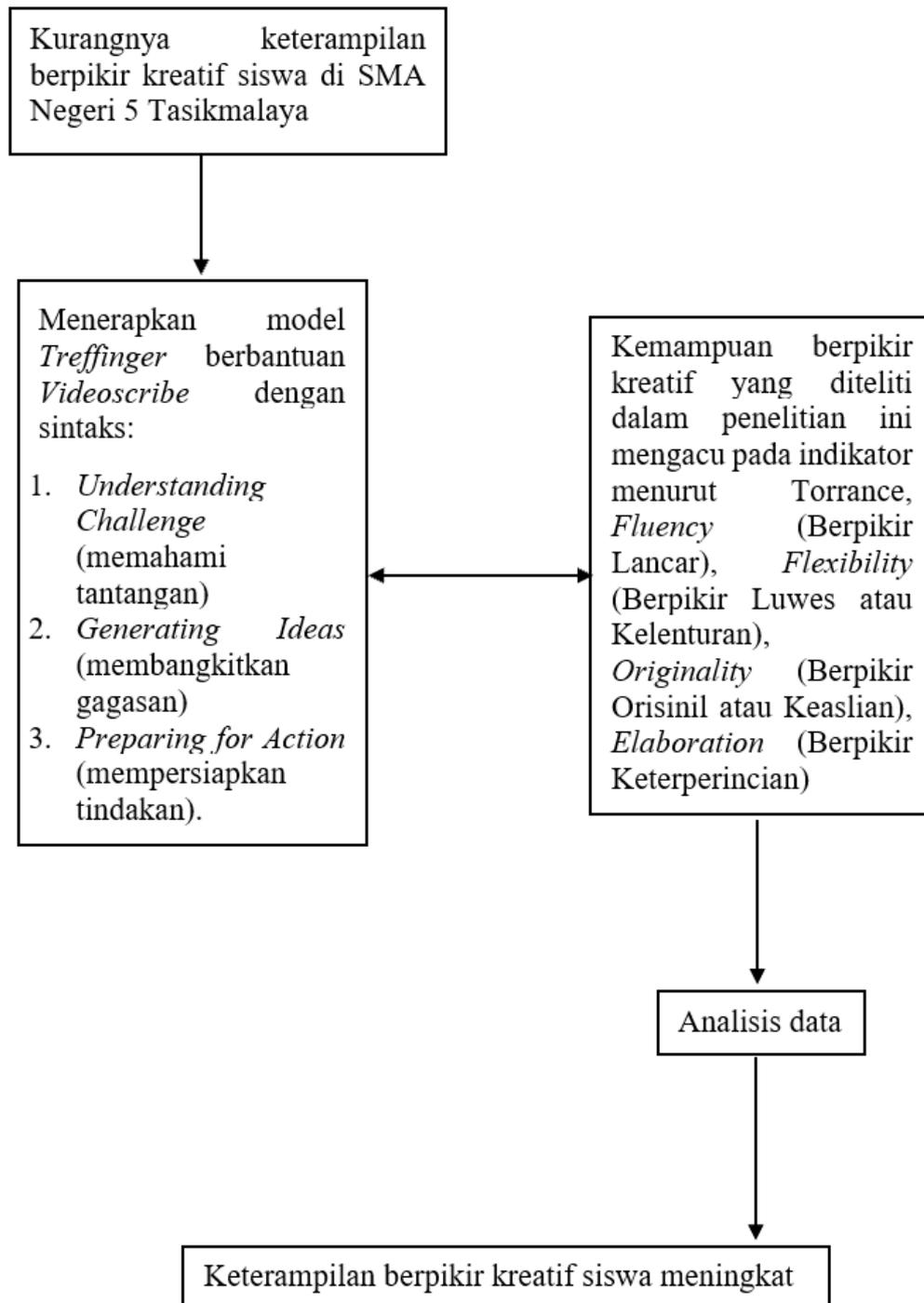
2.3 Kerangka Konseptual

Kemampuan berpikir kreatif siswa dapat dipengaruhi oleh model pembelajaran yang tepat. Selain penerapan model pembelajaran yang tepat, pembelajaran dikelas juga harus didukung dengan pemanfaatan media pembelajaran inovatif yang bisa mendukung pemahaman materi pada siswa. Salah satu pemanfaatannya yaitu dengan berbantuan *Videoscribe*. *Videoscribe* adalah suatu media berbentuk software berlatar putih yang dapat dikreasikan sesuai keinginan. Pengguna dapat dengan mudah menggunakan *Videoscribe* karena tidak harus memiliki kemampuan dalam mendesain animasi. Tujuan dari adanya berbantuan *Videoscribe* ini ialah dapat menciptakan proses belajar mengajar yang lebih menarik dan tentunya bisa merangsang kemampuan berpikir kreatif siswa. Dengan adanya berbantuan *Videoscribe* ini sangat membantu guru dalam mengasistensi proses mengajar siswa.

Hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan di SMA Negeri 5 Tasikmalaya pada kelas X dengan metode wawancara, observasi menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kreatif siswa masih rendah. Hasil observasi menunjukkan bahwa banyak siswa yang merasa kesulitan dalam belajar Fisika, hal tersebut bisa dilihat dari hasil nilai ulangan harian yang masih di bawah Kriteria

Ketuntasan Minimum (KKM) pada mata pelajaran fisika yaitu 75 . Telah diketahui bahwa salah satu penyebab masalah tersebut adalah karena pendidik masih kurang optimal dalam memanfaatkan model pembelajaran. Pada proses pembelajarannya, pendidik masih menggunakan pembelajaran konvensional, dimana pembelajaran ini membuat kurang aktifnya siswa dalam pembelajaran fisika dikelas, sehingga terasa membosankan. Ketika siswa sudah merasa bosan, maka mereka tidak akan fokus memperhatikan materi yang disampaikan dengan cermat. Akibatnya siswa tidak paham dengan materi tersebut dan akhirnya siswa tersebut kesulitan ketika mengerjakan soal-soal yang diberikan oleh pendidik. Maka dari itu peneliti mencoba menerapkan model pembelajaran Treffinger dalam pembelajaran fisika di SMA tersebut.

Model pembelajaran Treffinger merupakan salah satu model yang mengajak siswa untuk berpikir kreatif dalam penyelesaian masalah. Kondisi akhir yang diharapkan dengan penggunaan model pembelajaran Treffinger dalam proses belajar mengajar adalah dapat memiliki pengaruh pada keterampilan berpikir kreatif siswa. Adapun kerangka pikir dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 2.33.



Gambar 2.33 Kerangka Konseptual

2.4 Hipotesis Penelitian dan Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan pertanyaan dalam rumusan masalah, hipotesis penelitian ini adalah:

H_0 = Tidak ada Pengaruh Model Treffinger Berbantuan *Videoscribe* Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Pemanasan Global di kelas X SMA Negeri 5 Tasikmalaya tahun ajaran 2023/2024.

H_a = Ada Pengaruh Model Treffinger Berbantuan *Videoscribe* Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Pemanasan Global di kelas X SMA Negeri 5 Tasikmalaya tahun ajaran 2023/2024.