



Jenis Artikel: *review article*

Analisis Perubahan Iklim dan *Global Warming* yang Terjadi sebagai Fase Kritis

Silfia Ainurrohmah¹, dan Sudarti Sudarti¹

¹Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP Universitas Jember

Corresponding e-mail: silpinurrohmah@gmail.com

KATA KUNCI:
perubahan iklim,
global warming,
temperatur

Diserahkan: 25 Nov 2021
Direvisi: 16 Des 2021
Diterima: 18 Des 2021
Diterbitkan: 15 Jan 2022
Terbitan daring: 18 Jan 2022

ABSTRAK. Perubahan iklim dapat dikatakan sebagai berubahnya kondisi temperatur atau suhu dan pola cuaca dengan jangka waktuyangpanjang. Perubahan iklim dapat mengancam berlangsungnya kehidupan manusia. *Global warming* keadaan bertambahnya suhu atmosfer, laut, dan daratan bumi. Perubahan iklim dan *global warming* akan membawa dampak di seluruh dunia dimana kehidupan umat manusia terganggu baikitidualam kesehatan, pertanian, hutan, infrastruktur, transportasi, pariwisata, energi dan sosial. Penelitian ini bertujuan mengatahui perubahan iklim dan *global warming* yang terjadi sebagai fase kritis. Metode yang digunakan ialah metode studi literatur, data didapat dari website, buku, jurnal perpustakaan online. Hasil penelitian yaitu global warming dan perubahan iklim saling berhubungan, manusia mulai memasuki fase kritis pemanasan global.

1. Pendahuluan

Pemanasan global (*global warming*) dan perubahan iklim yang terjadi tidak hanya telah dialami suatu negara saja melainkan secara global termasuk Indonesia. Indonesia termasuk negara besar yang mempunyai banyak pulau dan lautan. Luasnya lautan yang berada di wilayah Indonesia dapat memberikan efek terhadap *global warming* dan perubahan iklim. Indonesia juga sudah mengalami perubahan yang terbilang cukup pesat. Perubahan tersebut terjadi karena gaya hidup dan kebutuhan manusia yang serba instan dan masifnya menggunakan teknologi. Gaya hidup dan aktivitas merusak lingkungan yang dilakukan manusia dapat

mengakibatkan peningkatan suhu. *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) mengatakan dalam waktu 15 tahun yaitu pada tahun 1990-2005 sudah terjadi peningkatan suhu global di bumi sekitar antara $0,15^{\circ}\text{C}$ - $0,3^{\circ}\text{C}$ (Mulyani, 2020). Penggunaan teknologi tersebut juga tidak luput dari pemanfaatan hasil bumi, seperti minyak bumi, tembaga, gas, batu bara, nikel, aluminium dan lain sebagainya. Pemanfaatan hasil bumi tersebut digunakan sebagai bahan baku maupun bahan bakar. Penggunaan teknologi yang berlebih dapat membuat bahan baku atau bahan bakar teknologi tersebut akan semakin langka, dan dapat merusak lingkungan. Penggunaan kendaraan bermotor, mobil, asap pabrik dan lain sebagainya yang mengakibatkan adanya gas. Gas tersebut selain menimbulkan pencemaran juga dapat menimbulkan adanya pemanasan global.

Pemanasan global ialah fenomena yang saat ini terjadi dan familiar di telinga manusia pada beberapa dekade terakhir (Putra dkk., 2019). Pemanasan global ialah fenomena alam peningkatan suhu bumi yang terjadi secara global. Kajian yang terbaru untuk mengurangi penyebab dan efek pemanasan global perlu dilakukan (Septaria dkk., 2019). Kajian ini akan menjadi literatur mengenai tingkatan pemanasan global yang sedang dialami saat ini serta dampak yang terjadi, sehingga masyarakat dapat mengurangi atau mengatasi penyebabnya. Kenaikan suhu yang terjadi diakibatkan oleh bertambahnya konsentrasi gas rumah kaca akibat aktivitas manusia, serta bidang industri meningkat pada pertengahan abad 20 (Wildan dkk., 2019).

2. Metode

Metode yang digunakan ialah studi literatur. Pengumpulan data dari metode studi literatur diambil dari berbagai sumber seperti internet, jurnal, buku. Sumber dari internet mengambil dari *google scholar*, *google books*. Dan *website*. Banyak literatur yang di telaah adalah 56 terdiri dari 3 buku, 52 jurnal dan 1 *website*. Data yang sudah didapatkan kemudian diuraikan dengan metode deskriptif. Tidak hanya menguraikan dalam bentuk deskriptif tetapi memberikan pemahaman yang cukup dan mudah dimengerti (Kurnia dan Sudarti, 2021).

Deskriptif kualitatif ialah metode yang mendeskripsikan secara kompleks realitas dan sosial. Deskripsi dapat mengulas lebih jauh tentang suatu masalah sehingga dapat menemukan petunjuk dari kejadian tersebut. Deskriptif kualitatif berpusat pada 5W +1H, dimana untuk memperoleh fakta yang lebih jauh dan menyeluruh (Yuliani, 2018). Karakteristik kualitatif ialah karakter yang asalnya dari latar belakang dan kenyataan yang sedang terjadi di masyarakat dengan mewawancara atau langsung berada di lokasi kejadian. Teori tersebut diciptakan dari data dan kenyataan dengan penyajian dan analisis secara naratif (Subandi, 2011).

3. Pembahasan

3.1 Global Warming dan Perubahan Iklim

Pemanasan global dijelaskan sebagai jangka panjang dari meningkatnya suhu rata-rata global. Perubahan iklim global merupakan perubahan pola iklim secara global maupun regional yang tampak mulai pertengahan hingga akhir abad 20 ke depan yang berkaitan dengan meningkatnya kadar karbondioksida (CO_2) di atmosfer karena penggunaan bahan bakar fosil. Masyarakat memberikan pandangan negatif mengenai pemanasan global dari pada perubahan iklim. Pandangan negatif tersebut disampaikan berupa deskripsi. Volume pencahaian pemanasan global lebih banyak dari perubahan iklim (Lineman dkk., 2015). Pemanasan global ialah peningkatan suhu atmosfer laut maupun darat yang ada di bumi. Perubahan iklim ialah perubahan jangka panjang dalam cuaca global atau rata-rata suatu wilayah, dalam sepuluh tahun terakhir aktivitas industri dan manusia menyebabkan perubahan iklim yang semakin cepat secara bertahap, adanya peningkatan suhu permukaan rata-rata setiap tahun. Perubahan iklim juga memiliki dampak negatif yang nyata, seperti perubahan ekosistem dan penggurunan, kenaikan permukaan laut, banjir, dan kekeringan (Santos dan Bakhshoodeh, 2021).

Pemanasan global diakibatkan karena adanya aktivitas dari manusia seperti penggunaan bahan bakar kendaraan bermotor, batu bara, minyak bumi dan gas alam. Seperti halnya menggunakan kendaraan bermotor, kendaraan bermotor tersebut mengeluarkan karbon dioksida (CO_2) sebagai hasil pembuangan. Selain itu ada gas-gas lain seperti uap air (H_2O), *Chloro Fluoro Carbon* (CFC), *Nitrous Oxide* (N_2O), Metana (CH_4), Ozon (O_3) yang dikenal sebagai gas rumah kaca yang ke atmosfer. Kejadian tersebut mengakibatkan tertahannya pantulan panas matahari dari bumi yang mengakibatkan panas matahari tersebut tertahan dari bumi sehingga terpantul kembali ke bumi, mengakibatkan efek rumah kaca. Kondisi suhu di atmosfer mengalami peningkatan yang drastis. Hal tersebut mengakibatkan terjadinya *global warming*.

Semua cahaya matahari yang dipantulkan ke bumi, tidak semua diserap oleh bumi. Sisa dari cahaya matahari tersebut akan dipantulkan kembali melalui awan. Namun, apabila tidak ada pemanasan global suhu di bumi dingin, makhluk hidup tidak dapat hidup di dalamnya. Panas yang ditimbulkan efek rumah kaca menjadikan bumi hangat. Seperti di Mars, suhu sekitar -30°C karena tidak memiliki gas rumah kaca (Pratama dan Parinduri, 2019). Selain mengakibatkan *global warming* efek rumah kaca juga menyebabkan adanya perubahan iklim.

Perubahan iklim adalah sebuah permasalahan penting yang menjadi ancaman serius bagi semua manusia di bumi. Satu hal yang pasti, permasalahan ini bukan sebuah permasalahan yang dapat selesai dengan sendirinya tanpa adanya upaya yang dilakukan manusia (Luthfia dkk., 2019). Adanya perubahan iklim dapat mempengaruhi kehidupan manusia, seperti masalah kesehatan, perubahan iklim yang ekstrim serta perubahan iklim yang tidak menentu dapat memunculkan wabah penyakit seperti demam berdarah, penyakit kulit, batuk, pilek. Selain kesehatan, perubahan iklim dapat mempengaruhi dari sektor pertanian dan bahkan menjalar ke ekonomi. Perubahan iklim dapat mengakibatkan gagal panen dari sektor padi, tebu, sayur dan lainnya. Hal tersebut dapat berdampak pada pertumbuhan ekonomi. Perubahan iklim dapat mengganggu keseimbangan alam yang normal seperti adanya badai karena perubahan curah hujan, kekeringan karena suhu meningkat dan air yang semakin langka. *The Royal Society dan US National Academy of Science* menggambarkan bahwa permasalahan iklim sudah terjadi dari tahun 1900-an (Nuraisah dan Kusumo, 2019). *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) menyatakan perubahan iklim menjadikan naiknya suhu di bumi yang memengaruhi manusia karena berdampak pada spesies dan keanekaragaman hayati laut yang punah. Perubahan Iklim menunjukkan nyata terhadap bumi dan isinya, dimana suhu rata-rata secara global mengalami kenaikan 1°C dan berpengaruh pada meningkatnya bencana alam (Nur dan Kurniawan, 2021).

Indikasi perubahan iklim ialah suhu udara naik, kekeringan, banjir, musim hujan pendek (Aldrian, 2007). Selain itu meningkatnya permukaan air laut dan iklim ekstrim (Ruminta dan Handoko, 2016a). Periode tahun 1899-2005 kenaikan rata-rata suhu global mencapai 0,760°C, periode 1961-2003 kenaikan permukaan air laut rata-rata global sebesar 1,8 mm pertahun, intensitas hujan dan banjir meningkat, frekuensi kekeringan dan erosi meningkat, dan cuaca ekstrim (El Nino, La Nina, puting beliung, hailstone dan siklon) juga meningkat (IPCC, 2007). Stasiun Klimatologi Indonesia di 13 tempat, terdapat peningkatan jumlah curah hujan tahunan berkisar antara 490 mm per tahun (Sulawesi Selatan) hingga 1400 mm per tahun (Jawa Timur), suhu siang dan malam hari meningkat antara 0,5-1,1°C dan 0,6-2,3°C (Syahbuddin dkk., 2004). Bagian barat Indonesia terdapat penurunan curah hujan tahunan sekitar 135 mm-860 mm per tahun, suhu siang dan malam hari meningkat antara 0,2-0,4°C dan 0,2-0,7°C. Semakin cepat periode El-Nino di Indonesia yang awalnya 5-6 tahun sekali menjadi 2-3 tahun sekali (Runtuwu dan Kondoh, 2008).

3.2 Dampak Global Warming dan Perubahan Iklim

Berbagai negara membuat kebijakan dalam mengurangi penyebab pemanasan global, hal ini dilakukan karena dampaknya masif dan tidak dapat diprediksi, kesadaran sejak dulu adanya pemanasan global diharapkan dapat mengurangi dan menjaga lingkungan tetap aman (Wildan dkk., 2019). *Global warming* dapat mempengaruhi cuaca, dimana temperatur akan meningkat menyebabkan bumi bagian utara seperti gunung es mencair mengakibatkan daratan menyempit, salju ringan yang awalnya turun mungkin tidak lagi.

Adanya *global warming* terjadi fenomena yang mempengaruhi kehidupan, terutama manusia seperti cuaca ekstrim, iklim tak tentu, permukaan air laut bertambah karena gleetser dan es di kutub mencair (Septaria dkk., 2019). Perubahan tingginya muka laut, volume akan membesar dan semakin tinggi permukaan laut. Tingginya muka laut dapat mempengaruhi daerah di pantai seperti adanya erosi pantai dan meningkatnya bukit pasir. Adanya kenaikan muka laut dan tanah menurun mengakibatkan pesisir daerah Semarang sering banjir sebab saat air laut pasang dalam waktu kurang lebih 25 tahun terakhir. Banjir tersebut dinamakan banjir rob, banjir yang menggenangi daerah yang lebih rendah dari muka air laut saat pasang tertinggi (Wirasatriya dkk., 2006). Wilayah pesisir Kabupaten Subang termasuk wilayah pesisir dengan perubahan garis pantai cukup tinggi.

Perubahan tersebut dibarengi dengan akresi dan erosi. Faktor penyebabnya pengalihan fungsi lahan mangrove dan perubahan iklim global melalui kenaikan muka air laut serta peningkatan fenomena ekstrim diprediksi memperparah kondisi berbagai kawasan pesisir secara global (Handiani dkk., 2019).

Sektor pertanian juga berdampak adanya *global warming*, seperti pada lahan pertanian tropis semi kering di beberapa daerah Afrika mungkin tidak dapat tumbuh. Sektor pertanian rentan terhadap perubahan iklim karena dalam pertanian bergantung pada kondisi cuaca dan iklim (Aggarwal, 2008). Diprediksi bahwa hasil gandum di Australia tenggara menjadi dampak adanya perubahan iklim, hasil menunjukkan peningkatan karbondioksida (CO_2) bisa mengurangi hasil gandum dengan rata-rata sekitar 25% (Kang dkk., 2009). Indonesia merupakan negara agraris, adanya perubahan iklim saat hujan, perubahan curah hujan menjadi resiko besar, banyak aktivitas pertanian yang bergantung hujan (Ruminta, 2016). Produksi padi turun signifikan karena kekeringan dan banjir yang berkelanjutan hasil dari perubahan iklim, pengelolaan tata air yang tidak baik menyebabkan kapasitas air tanah terlalu rendah atau terlalu tinggi (Ruminta dan Handoko, 2016b). Suhu tinggi selama fase kritis perubahan iklim mengganggu perkembangan, proses berbunga tanaman. Suhu tinggi dan kekeringan mengakibatkan bencana pada lahan pertanian. Hal tersebut dapat menimbulkan ledakan hama dan penyakit tanaman (Ruminta dkk., 2018).

Hewan dan tumbuhan akan kehilangan sumber makanannya karena manusia sudah menguasainya. Hewan dan tumbuhan sulit berpindah sebab beberapa lahan sudah dikuasai manusia. Hewan akan bermigrasi ke atas pegunungan atau kutub dan tumbuhan mengubah arah pertumbuhannya, mencari daerah baru yang tidak terlalu hangat. Namun manusia menghalangi karena adanya pembangunan. Hewan yang bermigrasi akan terhalang oleh kota-kota dan tumbuhan kehilangan lahannya. Kemungkinan beberapa spesies yang tidak mampu berpindah akan musnah (Leu, 2021). Hewan dan tumbuhan kesulitan atau tidak mampu berpindah diakibatkan terhalang oleh kota-kota. Adanya kota-kota tersebut menggunakan lahan hijau atau area hutan yang dijadikan permukiman. Sehingga area hutan berkurang yang menyebabkan punahnya berbagai jenis spesies, dampak lain termasuk adanya efek gas rumah kaca dari kota-kota tersebut (Novalia, 2017). Hilangnya hutan juga memengaruhi produktivitas oksigen (O_2) karena tumbuhan mulai berkurang, sehingga tidak dapat melakukan proses fotosintesis (Zhang dkk., 2020). Tanaman bisa mengalami kerusakan fisik sebab suhu tinggi, diprediksi rata-rata 17% penurunan hasil panen kenaikan suhu udara tiap $1^{\circ}C$ (Lobel dan Anser, 2003).

Perubahan suhu membawa dampak pada ukuran dan berat daun tanaman tropis dan laju fotosintesis (Garruna dkk., 2014). Perubahan iklim membawa dampak terhadap fisiologis tanaman yang mempengaruhi pertumbuhan dan proses tanaman (Timotiwu dkk., 2021). Perubahan iklim yang terjadi juga mengakibatkan hewan dan tumbuhan tidak dapat beradaptasi mati. Tanaman yang mati mengakibatkan hewan herbivora dapat mati karena minimnya tanaman yang digunakan untuk bertahan hidup (Fath, 2021). Jangka panjangnya mengakibatkan hewan karnivora mengalami kematian karena berkurangnya hewan herbivora (Hidayati dan Suryanto, 2015). Hewan ternak juga tidak dapat bertumbuh kembang karena minimnya tumbuhan untuk makanan hewan ternak tersebut. Beberapa tumbuhan yang ada menjadi tidak layak konsumsi hewan ternak karena berbahaya genetik dan fisik tumbuhan. Tumbuhan yang tidak layak konsumsi tersebut mengakibatkan hewan ternak mengalami kematian (Fath, 2021).

Perubahan iklim dapat mempengaruhi kualitas tumbuhan dari pertanian dan perkebunan. Beberapa tumbuhan mengalami penurunan kualitas karena mempunyai daya tahan perubahan cuaca yang berbeda (Managi dan Kaneko, 2015). Akibatnya dapat mati dan yang masih bertahan hidup akan mengalami penurunan kualitas dan fisik (Hetel dan De Lima, 2020). Perubahan iklim mempengaruhi kelangsungan tanaman budidaya, dinamika populasi hama dan musuh alami, perlu adanya upaya untuk mengantisipasi dampak tersebut dengan strategi mitigasi dan adaptasi. Strategi mitigasi sendiri bertujuan agar emisi gas rumah kaca dari lahan pertanian berkurang (Setiawati dkk., 2013). Peningkatan gas rumah kaca mempengaruhi produksi tanaman dan ketersediaan pangan (Chakrabarti dkk., 2013). *International Panel for Climate Change* (IPCC) memperoleh kenaikan suhu $1,8\text{-}4^{\circ}C$ menjelang tahun 2100 (IPCC, 2007). Konsentrasi karbondioksida (CO_2) menyebabkan

kenaikan suhu, aspek fungsi, pertumbuhan dan perkembangan tanaman dapat terpengaruh sesuai jenis tanaman dan geografis (Chakrabarti dkk., 2013).

Organisasi Kesehatan Hewan Dunia (OIE) tahun 2009 mengatakan akibat dari perubahan iklim global, muncul penyakit hewan baru atau penyakit muncul kembali. Penyakit yang menyerang hewan domestik dan liar seperti *blue tongue, avian influenza, west nile* (Naipospos, 2010). Kaitan penyakit hewan dengan iklim dan cuaca bersifat spatial yaitu iklim mempengaruhi penyebaran penyakit (Baylis dan Githcko, 2006). Pemanasan global dapat menurunkan produktivitas tanaman pangan secara signifikan terutama daerah tropis. Kepunahan spesies tanaman merupakan dampak dari pemanasan global. Apabila semakin tinggi suhu lingkungan akan mengakibatkan terjadinya peningkatan traspirasi artinya membutuhkan air lebih banyak untuk diuapkan sebagian besar melalui daun karena adaptasi terhadap suhu lingkungan yang tinggi. Namun dampak negatif lainnya muncul yakni masalah pada fotosintesis. Pada fotosintesis memerlukan air. Dampak lain yaitu produksi oksigen (O_2) yang diperlukan manusia. Apabila proses fotosintesis terganggu maka produksi oksigen (O_2) juga akan berkurang (Sugiarto, 2019).

Pemanasan global dapat mengganggu hayati laut. Salah satunya terumbu karang dari jenis hermatifik yaitu hewan karang pembentuk kerangka karang dari tumpukan kapur atau kalsium karbonat ($CaCO_3$) sebagai hasil fotosintesis jutaan alga *zooxanthellae* yang bersimbiosis dalam jaringan hewan karang tersebut. Namun kenaikan suhu mengganggu *zooxanthellae* untuk fotosintesis dan memacu produksi kimia berbahaya yang dapat merusak sel mereka (Latuconsina, 2010). Peningkatan karbondioksida (CO_2) menyebabkan perubahan senyawa kimia karbon (C) di permukaan laut, terjadi penurunan pH dan konsentrasi ion karbonat (CO_3^{2-}) yang bisa menurunkan kejenuhan kalsium karbonat ($CaCO_3$) (Dahuri, 2003).

Perubahan iklim juga dapat mengakibatkan pergeseran dalam reproduksi dan pertumbuhan, contoh migrasi burung terjadi lebih awal yang mengakibatkan proses reproduksi terganggu karena telur tidak dapat dibuahi (Lubis, 2011). Kesehatan manusia juga berdampak, ilmuwan memprediksi akan ada banyak orang mengidap penyakit atau meninggal karena panas. Penyakit yang biasa mewabah di daerah tropis yaitu demam berdarah (Pratama dan Parinduri, 2019). Perubahan iklim juga dapat mempengaruhi gender, saat dampak perubahan iklim masuk suatu wilayah dan wilayah tersebut didiami masyarakat maka menempatkan perubahan iklim dalam sosiologis penting, termasuk perspektif gender sebab perubahan iklim hadir di tengah ruang sosiologis yang di dalamnya terdapat relasi gender (Rusmadi, 2017). Dilihat dari perspektif sosiologi dampak yang dirasakan berbeda antar kelompok seperti kelompok minoritas yang terpinggirkan, orang tua, anak-anak. Perubahan iklim terasa berbeda antara laki-laki dan perempuan. Laki-laki dan perempuan memiliki peran yang berbeda dalam keluarga, serta memiliki persepsi berbeda mengenai rencana. Aspek sosial yang dialami ialah hilangnya mata pencarian bagi kawasan pesisir karena kenaikan permukaan air laut dan nelayanlah yang menjadi korban

3.3 Mengatasi Global Warming dan Perubahan Iklim

Pemanasan global berasal dari aktivitas manusia mulai dari pembakaran bahan bakar fosil, industri, penggundulan hutan yang mengakibatkan adanya emisi karbon dengan dampak yang timbul yaitu efek rumah kaca yang mengakibatkan efek jangka panjang terhadap kehidupan. Persoalan mengenai global warming dan perubahan iklim bukan persoalan yang bisa diselesaikan sendiri tanpa adanya upaya untuk melakukan aksi nyata (Luthfia dkk., 2019). Pemerintah dasarnya sudah mempunyai infrastruktur berupa sistem, aturan, kebijakan yang kuat dalam menanggapi ancaman perubahan iklim. Permasalahannya yaitu individu yang berperan memberikan dampak nyata melalui perilaku, dimana keterkaitan penyelesaian perubahan iklim dengan perilaku manusia (Clayton dkk., 2015). Perilaku individu yang tidak dapat beradaptasi mengikuti teknologi, sistem atau aturan yang sudah dibangun sebelumnya, maka adanya infrastruktur aturan tersebut menjadi tidak efektif (Haryanto dan Prahara, 2017).

Pengaruh perilaku dalam individu yang berupaya menghadapi perubahan iklim ialah keyakinan bahwa perubahan terjadi saat ini serta pemahaman individu sejauh mana penyebab munculnya permasalahan

perubahan iklim serta siapa yang bertanggung jawab dalam menangani permasalahan (Haryanto dan Praharra, 2017). Keyakinan sendiri dalam menggambarkan lebih lanjut bahwa perubahan iklim sedang terjadi saat ini akan menjadai faktor yang dapat menggerakkan individu untuk merespon permasalahan perubahan iklim tersebut (Milfont dkk., 2015).

Strategi dalam menghadapi perubahan iklim perlu dikembangkan dan diarahkan pada rekayasa sosial agar masyarakat dapat mengalami perubahan secara sistematis dan terencana. Kunci dalam perubahan iklim adalah adaptasi. Adaptasi harus menjadi agenda pembangunan yang tahan terhadap dampak perubahan iklim yang terjadi saat ini dan antisipasi dampak ke depan. Tujuan jangka panjang agenda adaptasi perubahan iklim ialah terintegrasinya adaptasi perubahan iklim ke dalam perancanaan pembangunan nasional (Hilman, 2009).

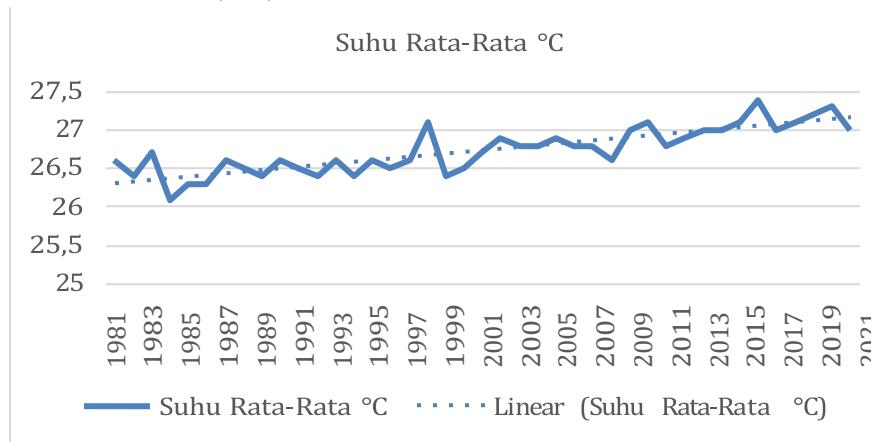
3.4 Hubungan Global Warming dan Perubahan Iklim

Pemanasan global dan perubahan iklim memiliki keterkaitan satu sama lain. Keduanya memiliki pengertian yang sama yaitu meningkatnya suhu atau temperatur. Pemanasan global terjadi akibat adanya gas-gas rumah kaca yang terjebak dan tidak dapat keluar dari bumi sehingga suhu yang ada di bumi meningkat. Begitu juga perubahan iklim dimana efek rumah kaca juga menjadi salah satu penyebabnya. Aktivitas manusia yang mengeluarkan gas-gas rumah kaca seperti mengendarai kendaraan motor, mobil yang dimana kendaraan tersebut mengeluarkan gas karbondioksida (CO_2). Aktivitas lain seperti asap industri yang mengeluarkan gas metana (CH_4). Penggunaan pendingin ruangan, kulkas, parfum yang mengeluarkan gas *Chloro Flouro Carbon* (CFC). Apabila aktivitas tersebut terus meningkat artinya aktivitas pemanasan global akan terus meningkat juga. Hal ini menyebabkan suhu bumi juga semakin meningkat.

Peningkatan suhu bumi dari waktu ke waktu tersebut akan mengakibatkan adanya perubahan iklim. Dahulu perubahan iklim mungkin tidak terasa, tetapi semakin berkembangnya teknologi serta kebutuhan manusia yang sekarang, perubahan iklim semakin terasa. Perubahan iklim dapat dirasakan dengan adanya fenomena atau bencana alam yang terjadi seperti banjir yang mendominasi dari tahun 2010 sampai 2020 di Indonesia. Wilayah di Indonesia yang memiliki resiko paling tinggi yaitu Provinsi Jawa Barat (Azizah dkk., 2021). Ada pula pada penelitian lain, perubahan iklim selama tahun 2012 sampai 2022 di wilayah Kecamatan Cisarua Kabupaten Bogor berpengaruh pada jumlah kejadian bencana hidrometeorologi khususnya bencana longsor, banjir, banjir bandang, dan puting beliung (Azizah dkk., 2022). Ada pun di wilayah internasional, pada tahun 2021 di wilayah Eropa dan Amerika dilanda kebakaran hutan yang cukup parah, bahkan menelan korban jiwa. Penyebabnya ialah kombinasi cuaca ekstrem dan kekeringan yang berkepanjangan di banyak wilayah (Azizah dkk., 2021). Bahkan yang seharusnya masuk perhitungan musim hujan, menjadi kebalikannya terjadi musim kemarau bahkan menyebabkan kebakaran hutan. Begitu juga sebaliknya ketika seharusnya sudah memasuki musim kemarau, hujan masih turun dengan deras. Pemanasan global dan perubahan iklim akan terus meningkat secara bersamaan jika manusia tidak dapat mengurangi aktivitas yang menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim tersebut.

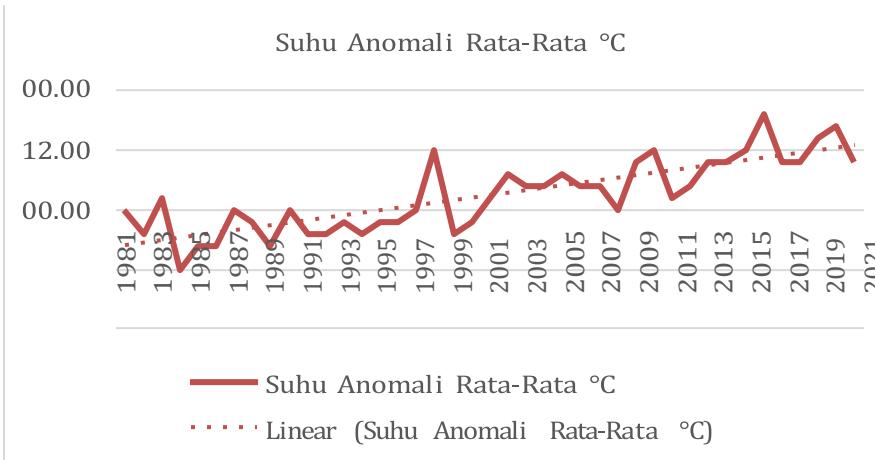
Perubahan iklim sudah memasuki fase kritis. Rencanya yang ingin dicapai yaitu dengan menjaga suhu global agar tetap di bawah $1,5^{\circ}C$ kemungkinan akan gagal. Menurut analisa program lingkungan Persatuan Bangsa-Bangsa (PBB) atau disebut UN *Environment Programme* (UNEP) mengatakan bahwa bumi terus menghangat diangka $2,7^{\circ}C$. Hal ini dapat berdampak sangat besar bagi umat manusia. Ini bisa menjadi sebuah peringatan atau kewaspadaan mengenai adanya pemanasan global ataupun perubahan iklim. Indikator bahwa telah terjadi perubahan iklim yaitu peningkatan suhu udara dan kenaikan permukaan laut menurut *International Panel On Climate Change* (IPCC) membuktikan gejala perubahan iklim dengan observasi yang menunjukkan terjadi peningkatan suhu udara dan lautan secara global, lelehnya es di kutub secara cepat dan luas serta meningkatkan ketinggian permukaan air laut secara global (Azizah dkk., 2021). Bumi membutuhkan kehangatan, tetapi kehangatan yang berlebihan dan di luar batas tidak baik untuk kerberlangsungan hidup. Adanya suhu yang terus naik dan tidak bisa diatasi maka akan terjadi bencana iklim. Semakin banyak bukti bahwa manusia mulai dekat atau bahkah sudah masuk dalam titik kritis. Banyak hutan yang mulai hilang,

karbon dioksida (CO_2) yang terus bertambah dari waktu ke waktu. Temperatur rata-rata global diproyeksikan akan terus meningkat sekitar $1,8\text{-}4,0^\circ\text{C}$ di abad ini, bahkan menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) diproyeksikan sekitar antara $1,1\text{-}6,4^\circ\text{C}$.



Gambar 1. Grafik Suhu Rata-Rata di Indonesia

Gambar 1 adalah grafik dari suhu rata-rata di Indonesia dengan satuan $^\circ\text{C}$. Setiap tahun suhu mengalami perbedaan. Suhu menunjukkan naik turun tiap tahun bahkan ada yang tetap. Namun secara linear suhu menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun. Dari tahun 1981 sampai 2021 suhu rata-rata di Indonesia menunjukkan peningkatan.



Gambar 2. Grafik Suhu Anomali Rata-Rata

Gambar 2 adalah grafik suhu anomali rata-rata di Indonesia. Suhu ditunjukkan dalam satuan $^\circ\text{C}$. Pada grafik menunjukkan bahwa suhu anomali di Indonesia mengalami naik turun bahkan ada beberapa menunjukkan suhu tetap sama dari tahun sebelumnya. Secara linear suhu anomali rata-rata menunjukkan kenaikan dari tahun ke tahun. Mulai tahun 1981 sampai 2021 suhu mengalami kenaikan.

Hutan Indonesia disebut paru dunia yang menyumbangkan oksigen yang diperlukan makhluk hidup, dapat menyerap karbondiosida (CO_2) (Shafitri dkk., 2018). Hutan ialah sumber daya alam memiliki peran di kehidupan, ekonomi, sosial, budaya dan lingkungan (Widodo dan Sidik, 2018). Apabila hutan sudah mulai hilang dan berkurang bumi akan bertambah hangat karena bumi sudah tidak imbang lagi, berambahnya karbon dioksinya (CO_2) dan berkurangnya hutan. Hutan di Indonesia mulai mengalami pengurangan, hal tersebut disebabkan oleh beberapa faktor seperti kebakaran hutan. Hampir setiap tahun Indonesia mengalami kebakaran hutan, tahun 2015 tercatat 1,7 juta hektar yang terbakar (Adiputra dan Barus, 2018). Pulau kalimantan dengan pemilik Malaysia kehilangan lahan hutan yaitu 2,29 juta hektar dan 1,85 juta hektar lahan perkebunan (Wahyuni dan Suranto, 2021). Australia mengalami kebakaran hutan pada tahun 2019-2020 yang dikenal sebagai Black

Summer. Keadaan darurat diumumkan di seluruh New South Wales, Victoria dan Wilayah Ibu Kota Australia (Simanjuntak, 2021). Menurut Aninda (2020) di New South Wales hampir 5 juta hektar hutan dan semak-semak terbakar, Lebih dari 1,1 juta hektar terbakar di Victoria, kawasan Gunung Gospers kehilangan lebih dari 510.000 hektar tanah akibat kebakaran. Hal ini dapat mengakibatkan fase kritis perubahan iklim semakin meningkat.

Para peneliti juga menyoroti ketika adanya pandemi Covid-19 terjadi penurunan pencemaran tetapi tidak dengan tingkat karbondioksida (CO_2) dan metana (CH_4) yang ada di atmosfer, dimana mencapai titik tertinggi sepanjang masa di tahun 2021. Data dari Greenpeace, Indonesia merupakan negara penyumbang emisi gas karbon ketiga setelah Amerika Serikat dan Tiongkok, sekitar 80% diakibatkan oleh pembakaran hutan (Han dkk., 2019). Pemanasan global yang terus meningkat akan memengaruhi perubahan iklim. Cuaca tidak akan menentu. Adanya perubahan iklim dan cuaca yang tidak menentu sangat dirasakan masyarakat di wilayah pesisir. Seperti yang dirasakan nelayan Bajau di peisisir Soropia, Kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara. Dengan keadaan cuaca yang sulit diprediksi seperti ketika melaut kondisi perairan tiba-tiba berubah, terutama memasuki musim timur gelombang laut lebih tinggi dari biasanya disertai angin kencang (Dewiyanti dkk., 2019). Bahkan bisa terjadi perubahan iklim yang ekstrem. Pemanasan global dan perubahan iklim tersebut memang saling memengaruhi. Artinya apabila salah satu diantara keduanya dapat diatasi maka yang lain juga bisa teratasi.

4. Kesimpulan

Global warming dan perubahan iklim tidak dapat terjadi begitu saja tanpa penyebabnya. Semakin dibiarkan akan semakin merugikan dan pastinya berdampak terhadap manusia. Penyebab terjadinya *global warming* dan pemanasan global tidak lain manusia itu sendiri. Manusia bisa memanfaatkan dan menggunakan kebutuhan yang sudah disediakan alam. Namun, perlu adanya kesadaran serta kemauan manusia untuk lebih bijak menggunakannya.

Keterlibatan manusia dalam mengatasi *global warming* dan perubahan iklim sangat diperlukan. Karena bertahannya bumi adalah bertahannya manusia. Apabila bumi ini sudah rusak dan tidak bisa dipertahankan atau diselamatkan maka manusia sendiri yang akan menyesal. Seperti halnya tempat tinggal, manusia akan merasa bahagia dan nyaman berada di rumah apabila rumah yang di tempati aman dan layak. Begitu juga bumi, kita akan merasa bahagia dan nyaman apabila bumi aman dari *global warming* dan perubahan iklim dan masih layak untuk dihuni.

Keterlibatan Penulis

SS merumuskan konsep. SA melakukan analisis, menulis manuskrip original dan menulis manuskrip revisi.

Daftar Pustaka

Daftar Pustaka dari Buku :

Dahuri, R. 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut ; Aset Pembangunan Berkelanjutan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
IPCC. 2007. *The Synthesis Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
Syahbuddin, H., D. Manabu, Yamanaka, dan E. Runtunuwu. 2004. *Impact of Climate Change to Dry Land Water Budget in Indonesia: Observation during 1980-2002 and Simulation for 2010-2039*. Kobe: KObe University Press.

Daftar Pustaka dari Jurnal :

Adiputra, A. dan B. Barus. 2018. Analisis risiko bencana kebakaran hutan dan lahan di pulau bengkalis. *Geografi Edukasi Dan Lingkungan (JGEL)*. 1(1):55-62.
Aggarwal, P. K. 2008. Global climate change and indian agriculture: impacts, adaptation and mitigation. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 78(10):911–919.
Aldrian, E. 2007. Decreasing trends in annual rainfalls over indonesia: a threat for the national water resource? *Badan Meteorologi Dan Geofisika*
Azizah, M., R. Khoirudin Apriadi, R. Tri Januarti, T. Winugroho, S. Yulianto, W. Kurniawan, dan I. Dewa Ketut Kerta Widana. 2021. Kajian risiko bencana berdasarkan jumlah kejadian dan dampak bencana di indonesia periode tahun 2010 - 2020. *PENDIPA Journal of Science Education*. 6(1):35-40.
Azizah, M., A. Subiyanto, S. Triutomo, dan D. Wahyuni. 2022. Pengaruh perubahan iklim terhadap bencana hidrometeorologi

- di kecamatan cisarua - kabupaten bogor. *PENDIPA Journal of Science Education.* 6(2):541–546.
- Chakrabarti, B., S. D. Singh, V. Kumar, R. C. Harit, dan S. Misra. 2013. Growth and yield response of wheat and chickpea crop s under high temperature. *Ind J Plant Physiol.* 18(1):7–14.
- Clayton, S., P. Devine-Wright, P. C. Stern, L. Whitmarsh, A. Carrico, L. Steg, J. Swim, dan M. Bonnes. 2015. Psychological research and global climate change. *Nature Climate Change.* 5(7):640–646.
- Dewiyanti, S., A. Maruf, dan L. Indriyani. 2019. Adaptasi nelayan bajau terhadap dampak perubahan iklim di pesisir soropia kabupaten konawe, sulawesi tenggara. *Ecogreen.* 5(1):23–29.
- Fath, M. A. 2021. Literature review : pengaruh kualitas udara dan kondisi iklim terhadap perekonomian masyarakat. *Jurnal Media Gizi Kesmas.* 10(2):329–324.
- Garruna, H., R. R. Orellana, A. LarqueSaavedra, dan A. Canto. 2014. Understanding the physiological responses of a tropical crop (*capsicum chinense jacq.*) at high temperature. *PLoS ONE.* 9(11)
- Han, E. S., D. Goleman, R. Boyatzis, dan A. McKee. 2019. Lahan dan hutan dalam skala besar. *Jurnal Of Chemical Information and Modeling.* 53(9):1689–1699.
- Handiani, D. N., S. Darmawan, A. Heriati, dan Y. D. Aditya. 2019. Kajian kerentanan pesisir terhadap kenaikan muka air laut di kabupaten subang-jawa barat. *jurnal kelautan nasional.* *Kelautan Nasional.* 14(3):145–154.
- Haryanto, H. C. dan S. A. Prahara. 2017. Yakinkah dengan adanya perubahan iklim. *INQUIRY Jurnal Ilmiah Psikologi.* 8(2):88–99.
- Hetel, T. W. dan C. Z. De Lima. 2020. Viewpoint: climate impacts on agriculture: searching for keys under the streetlight. *Food Policy.* 95
- Hidayati, I. N. dan S. Suryanto. 2015. Pengaruh perubahan iklim terhadap produksi pertanian dan strategi adaptasi pada lahan rawan kekeringan. *Jurnal Ekonomi & Studi Pembangunan.* 16(1):42–52.
- Hilman, D. 2009. Revitalisasi peraturan perundangan-undangan sebagai upaya strategis penanganan dampak perubahan iklim di indonesia. *Jurnal Legislasi Indonesia.* 6(1):146–156.
- Kang, Y., S. Khan, dan X. Ma. 2009. Climate change impacts on crop yield, crop water productivity and food security - a review. *Progress in Natural Science.* 19:1665–1674.
- Kurnia, A. dan Sudarti. 2021. Efek rumah kaca oleh kendaraan bermotor. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains.* 4(2):1–9.
- Latuconsina, H. 2010. Dampak pemanasan global terhadap ekosistem pesisir dan lautan. *Ilmiah Agribisnis Dan Perikanan.* 3(1):30–37.
- Leu, B. 2021. Dampak pemanasan global dan upaya pengendaliannya melalui pendidikan lingkungan hidup dan pendidikan islam. *At Tadbir STAI Darul Kamal NW Kembang Kerang NTB.* 5(2):1–15.
- Lineman, M., Y. Do, J. Y. Kim, dan G. J. Joo. 2015. Talking about climate change and global warming. *PLoS ONE.* 10(9):1–12.
- Lobel, D. B. dan G. P. Anser. 2003. Climate and management contributions to recent trends in u.s. agricultural yields. *scienc e. BREVIA.* 299(5609):1032.
- Lubis, D. P. 2011. Pengaruh perubahan iklim terhadap keanekaragaman hayati di indonesia. *Geografi.* 3(2):107–117.
- Luthfia, A. R., N. N. Alimin, F. S. Nugraheni, dan E. N. S. Alkhajar. 2019. Penguatan literasi perubahan iklim di kalangan remaja. *Jurnal Abadimas Adi Buana.* 3(1):39–42.
- Managi, S. dan S. Kaneko. 2015. Enviromental kuznets curve: bukti empiris hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan kualitas lingkungan di indonesia. *Chinese Economic Development and the Environment.* 1–17.
- Milfont, T. L., P. Milojev, L. M. Greaves, dan C. G. Sibley. 2015. Socio-structural and psychological foundations of climate change beliefs. *New Zealand Journal of Psychology.* 44(1):17–30.
- Mulyani, A. S. 2020. Antisipasi terjadinya pemanasan global dengan deteksi dini suhu permukaan air menggunakan data satelit. *CENTECH.* 2(1):22–29.
- Naipospos, T. S. P. 2010. Dampak perubahan iklim terhadap penyakit hewan. *CIVAS.* 4:2–11.
- Novalia, T. 2017. Neraca lahan indonesia: penyusunan neraca lahan indonesia untuk mendukung implementasi sustainable development goals. *Prossiding.* 245–254.
- Nuraisah, G. dan R. A. B. Kusumo. 2019. Dampak perubahan iklim terhadap usahatani padi di desa wanguk kecamatan anjatan kabupaten indramayu. *MIMBAR AGRIBISNIS: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis.* 5(1):60–71.
- Pratama, R. dan L. Parinduri. 2019. Penaggulangan pemanasan global. *Buletin Utama Teknik.* 15(1):91–95.
- Putra, D. J., N. Hasnunidah, dan T. Jalmo. 2019. Pengaruh argument driven inquiry terhadap keterampilan berpikir kritis pada materi sistem pencernaan. *Jurnal Bioterdidik.* 7(1):1–7.
- Ruminta. 2016. Analisis penurunan produksi tanaman padi akibat perubahan iklim di kabupaten bandung jawa barat. *Kultivasi.* 15(1):37–45.
- Ruminta dan Handoko. 2016a. Vulnerability assessment of climate change on agriculture sector in the south sumatra province, indonesia. *Asian Journal of Crop Science.* 8(2):31–42.
- Ruminta dan Handoko. 2016b. Vulnerability assessment of climate change on agriculture sector in the south sumatra province, indonesia. *Asian Journal of Crop Science.* 8(2):31–42.
- Ruminta, R., H. Handoko, dan T. Nurmala. 2018. Indikasi perubahan iklim dan dampaknya terhadap produksi padi di indonesia. *Jurnal Agro.* 5(1):48–60.
- Runtunuwu, E. dan A. Kondoh. 2008. Assessing global climate variability and change under coldest and warmest periods at

- different latitudinal regions. *Agric. Sci.* 9(1):7–18.
- Rusmadi, R. 2017. Pengarusutamaan gender dalam kebijakan perubahan iklim di indonesia. *Sawwa: Jurnal Studi Gender.* 12(1):91–110.
- Santos, R. M. dan R. Bakhshoodeh. 2021. Climate change/global warming/climate emergency versus general climate research: comparative bibliometric trends of publications. *Helyon.* 7(11):e08219.
- Septaria, K., B. A. Dewanti, dan M. Habibbulloh. 2019. Implementasi metode pembelajaran spot capturing pada materi pemanasan global untuk meningkatkan keterampilan proses sains. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram.* 7(1):27–37.
- Setiawati, W., N. Sumarni, Y. Koesandriani, A. Hasyim, T. S. Uhan, dan R. Sutarya. 2013. Penerapan teknologi pengendalian hama terpadu pada tanaman cabai merah untuk mitigasi dampak perubahan iklim. *J. Hort.* 23(2):174–183.
- Shafitri, L. D., Y. Prasetyo, dan Hani'ah. 2018. Analisis deforestasi hutan di provinsi riau dengan metode polarimetrik dalam pengindraan jauh. *Jurnal Geodesi Undip.* 7(1):212–222.
- Simanjuntak, S. B. 2021. Peran greenpeace dalam menangani kerusakan lingkungan pasca kebakaran hutan dan lahan di australia tahun 2019-2020. *Skripsi.* 2.
- Subandi. 2011. Qualitative description as one method in performing arts study. *Harmonia.* 11(2):173–179.
- Sugiarto, A. 2019. Pemanasan global sebagai pertanda akhir zaman. *Environmental Care.* 1–5.
- Timotiwu, P. B., T. K. Manik, Agustiansyah, dan E. Pramono. 2021. Fenologi dan pertumbuhan strawberry didataran rendah sebagai kajian awal dampak perubahan iklim terhadap pertumbuhan tanaman. *Jurnal Agrotropika.* 20(1):1–8.
- Wahyuni, H. dan S. Suranto. 2021. Dampak deforestasi hutan skala besar terhadap pemanasan global di indonesia. *JIIP: Jurnal Ilmiah Ilmu Pemerintahan.* 6(1):148–162.
- Widodo, P. dan A. J. Sidik. 2018. Perubahan tutupan lahan hutan lindung gunung guntur tahun 2014 sampai dengan tahun 2017. *Wanamukti: Jurnal Penelitian Kehutanan.* 21(1):30–48.
- Wildan, A. Hakim, D. Laksmiati, dan Supriadi. 2019. Sosialisasi perangkat pembelajaran berbasis lingkungan untuk guru ipa smp/mts di lombok barat dalam upaya mengurangi laju pemanasan global. *Jurnal Pendidikan Dan Pengabdian Masyarakat.* 2(1):109–113.
- Wirasatriya, A., A. Hartoko, dan Suripin. 2006. Kajian kenaikan muka laut sebagai landasan penanggulangan rob di pesisir kota semarang. *Pasir.* 1(2):31–42.
- Yuliani, W. 2018. Metode penelitian deskriptif kualitatif dalam perspektif bimbingan dan konseling. *Quanta.* 2(2):83–91.
- Zhang, Y., P. Yang, Y. Gao, R. L. Leung, dan M. L. Bell. 2020. Health and economic impacts of air pollution induced by weather extremes over the continental u.s.', environment international. elsevier. *Environment International.* 143:1–18.

Daftar Pustaka dari Website :

- Baylis, M. dan A. K. Githeko. 2006. The effects of climate change on infectious diseases of animals. report within the project 'infectious diseases: preparing for the future'. *Foresight Website.*