

BAB II

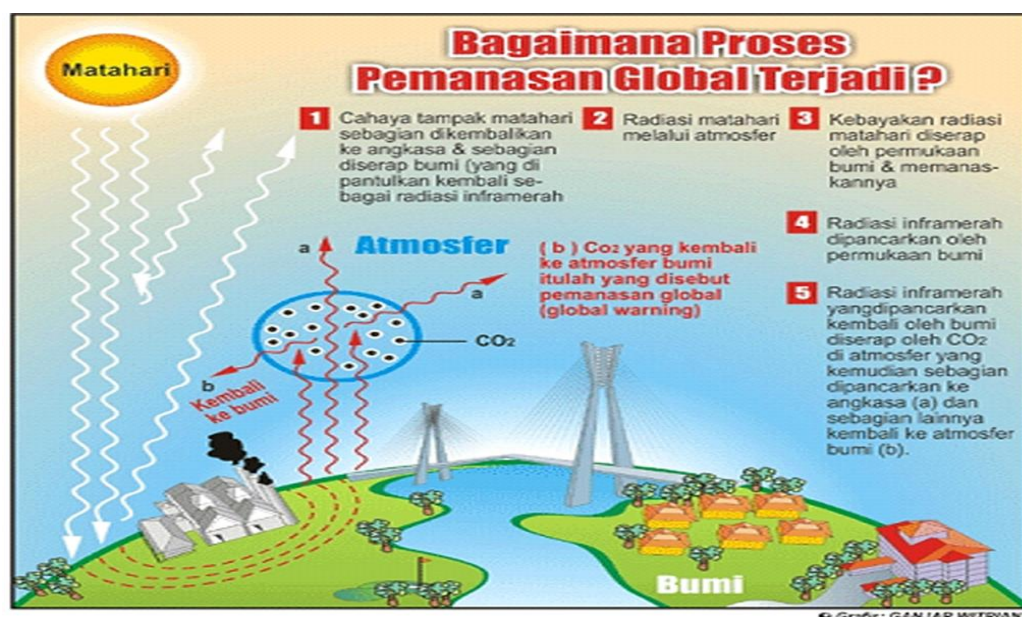
Dampak *Global Warming* Terhadap Perubahan Iklim

A. Proses terjadinya *global warming*

Proses terjadinya *global warming* dimulai dari cahaya matahari yang menyinari bumi, sebagian panas diserap oleh bumi sebagian dikembalikan ke angkasa (atmosfer). Sinar matahari yang dikembalikan ke angkasa terperangkap oleh gas-gas yang ada di atmosfer seperti gas karbon dioksida, sulfur dioksida, metana, uap air dan lain sebagainya yang mana peristiwa ini dinamakan efek rumah kaca¹.

Radiasi sinar matahari atmosfer bumi menyebabkan lapisan ozon semakin menipis dan ini membuat sinar matahari yang menyinari bumi semakin panas. Efek rumah kaca juga menyebabkan sinar matahari yang menyinari bumi semakin panas. Efek rumah kaca juga menyebabkan sinar matahari yang kembali ke angkasa dipantulkan ke bumi. Hal ini yang menyebabkan bumi semakin panas. Dan seperti itulah proses terjadinya *global warming*.

Gambar 1 *Global Warming*



¹"proses terjadinya pemanasan global" dalam <https://brainly.co.id> di akses pada 17 february 2017

Aktifitas kehidupan manusia melibatkan banyak kegiatan dari kegiatan kecil merokok, merebus air untuk kopi, pergi bekerja naik kendaraan, penggunaan energi untuk melihat TV sampai dengan proses yang lebih besar yaitu Industri ternyata memberi dampak pada lingkungan. Pengaruh aktifitas manusia tersebut terhadap fenomena alam yang terjadi belum banyak yang dikenal karena masih begitu asing dan masih ada silang pendapat dari beberapa ahli. Dampak pemanasan global ini tidak langsung dirasakan oleh manusia saat ini, namun akan dirasakan beberapa tahun mendatang dalam jangka waktu yang panjang².

Global Warming secara harfiah di terjemahkan sebagai pemanasan Global. Terjadinya pemanasan Global di bumi dimulai dari kenyataan bahwa energi panas yang di pancarkan berasal dari matahari yang masuk ke bumi menciptakan cuaca dan iklim serta panas pada permukaan bumi secara Global³.

Global Warming juga disebut sebagai peningkatan suhu rata-rata atmosfer, laut, dan daratan Bumi. Suhu rata-rata global pada permukaan Bumi telah meningkat 0.74 + 0.18oC (1.33 + 0.32oF) selama seratus tahun terakhir. *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* menyimpulkan bahwa, sebagian besar peningkatan suhu rata-rata global sejak pertengahan abad ke-20 adalah akibat aktivitas manusia melalui efek rumah kaca⁴. Kesimpulan dasar ini telah dikemukaakan oleh setidaknya 30 badan ilmiah dan akademik, termasuk semua akademi sains nasional dari negara-negara G8. Akan tetapi, masih terdapat

² Global warming dalam <https://books.google.co.id/books?isbn=9793927364> di akses pada tanggal 4 maret 2017

³ Wisnu Arya Wardhana, "Dampak Pemanasan Global" (Jakarta : Gudang penerbit 2011) hlm.21

⁴"Summary for Policymakers" (PDF). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. *Intergovernmental Panel on Climate Change*. 05-02-2007. Diarsipkan dari versi asli tanggal 2007-02-03. Diakses tanggal 02-02-2007.

beberapa ilmuwan yang tidak setuju dengan beberapa kesimpulan yang dikemukakan IPCC tersebut.

Model iklim yang dijadikan acuan oleh projek IPCC menunjukkan suhu permukaan global akan meningkat 1.1 hingga 6.4 oC (2.0 hingga 11.5 oF) antara tahun 1990 dan 2010.⁵ Perbedaan angka perkiraan itu disebabkan oleh penggunaan scenario-scenario berbeda mengenai gas-gas rumah kaca di masa mendatang, serta model-model sensitivitas iklim yang berbeda. Walaupun sebagian besar penelitian terfokus pada periode hingga 2010, pemanasan dan kenaikan muka air laut diperkirakan akan terus berlanjut selama lebih dari 1000 tahun walaupun tingkat emisi gas rumah kaca telah stabil. Ini mencerminkan besarnya kapasitas panas dari lautan.

Beberapa hal-hal yang masih diragukan para ilmuwan adalah mengenai jumlah pemanasan yang diperkirakan akan terjadi di masa depan, dan bagaimana pemanasan serta perubahan-perubahan yang terjadi tersebut akan bervariasi dari satu daerah ke daerah lain. Hingga saat ini masih terjadinya perdebatan politik dan publik di dunia mengenai apa, jika ada, tindakan yang harus dilakukan untuk mengurangi atau membalikkan pemanasan lebih lanjut atau untuk beradaptasi terhadap konsekuensi-konsekuensi yang ada. Sebagian besar pemerintahan negara-negara di dunia telah menandatangani dan meratifikasi Protokol Kyoto, yang mengarah pada pengurangan emisi gas-gas rumah kaca.

⁵*Ibid.*

1. Faktor-faktor penyebab terjadinya *Global Warming*

Ditinjau dari kejadiannya, *Global Warming* merupakan kejadian yang diakibatkan oleh :

A. Efek rumah kaca

Segala sumber energi yang terdapat di Bumi berasal dari Matahari. Sebagian besar energi tersebut berbentuk radiasi gelombang pendek, termasuk cahaya tampak. Ketika energi ini tiba di permukaan Bumi, ia berubah dari cahaya menjadi panas yang menghangatkan Bumi. Permukaan Bumi, akan menyerap sebagian panas dan memantulkan kembali sisanya. Sebagian dari panas ini berwujud radiasi infra merah gelombang panjang ke angkasa luar⁶. Namun sebagian panas tetap terperangkap di atmosfer bumi akibat menumpuknya jumlah gas rumah kaca, antara lain uap air, karbon dioksida, dan metana yang menjadi perangkap gelombang radiasi ini. Gas-gas ini menyerap dan memantulkan kembali radiasi gelombang yang dipancarkan Bumi dan akibatnya panas tersebut akan tersimpan di permukaan Bumi. Keadaan ini terjadi terus menerus sehingga mengakibatkan suhu rata-rata tahunan bumi terus meningkat. Gas-gas tersebut berfungsi seagaimana gas dalam rumah kaca. Dengan demikian meningkatnya konsentrasi gas-gas ini di atmosfer, semakin banyak panas yang terperangkap di bawahnya. Efek rumah kaca ini sangat dibutuhkan oleh segala makhluk hidup yang ada di bumi, karena tanpanya, planet ini akan menjadi sangat dingin. Dengan temperature rata-rata sebesar 15 oC (59 oF), bumi sebenarnya telah lebih panas 33 oC (59 oF) dari temperaturnya semula, jika tidak ada efek rumah kaca suhu bumi hanya -18 oC sehingga es akan menutupi seluruh permukaan Bumi. Akan tetapi

⁶Faktor-faktor penyebab Global Warming dalam <http://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/iklim/penyebab-pemanasan-global> di akses pada 4 januari 2017

sebaliknya, apabila gas-gas tersebut telah berlebihan di atmosfer, akan mengakibatkan *global warming*.

Gambar 2 Efek Rumah Kaca



B. Efek Umpan Balik

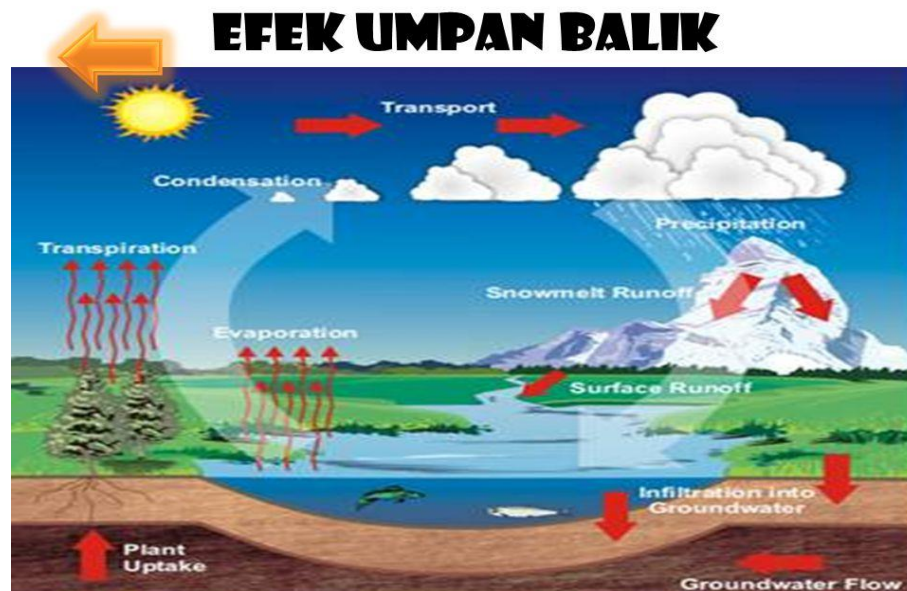
Penyebab *global warming* juga dipengaruhi oleh berbagai proses umpan balik yang dihasilkannya. Sebagai contoh adalah pada penguapan air. Pada kasus pemanasan akibat bertambahnya gas-gas rumah kaca seperti CO₂, pemanasan pada awalnya akan menyebabkan lebih banyaknya air yang menguap ke atmosfer⁷. Karena uap air sendiri merupakan gas rumah kaca, pemanasan akan terus berlanjut dan menambah jumlah uap air di udara sampai tercapainya suatu kesetimbangan konsentrasi uap air⁸. Efek rumah kaca yang dihasilkannya lebih besar bila dibandingkan oleh akibat gas CO₂ sendiri. (Walaupun umpan balik ini meningkatkan kandungan air absolut di udara, kelembaban relatif udara hampir

⁷"Efek Umpan Balik" dalam <https://novt.wordpress.com> di akses pada 6 maret 2017

⁸"question" dalam <https://brainly.co.id/> di akses pada 6 maret 2017

konstan atau bahkan agak menurun karena udara menjadi menghangat). Umpan balik ini hanya berdampak secara perlahan-lahan karena CO₂ memiliki usia yang panjang di atmosfer⁹. Efek umpan balik karena pengaruh awan sedang menjadi objek penelitian saat ini. Bila dilihat dari bawah, awan akan memantulkan kembali radiasi infra merah ke permukaan, sehingga akan meningkatkan efek pemanasan. Sebaliknya bila dilihat dari atas, awan tersebut akan memantulkan sinar Matahari dan radiasi infra merah ke angkasa, sehingga meningkatkan efek pendinginan. Apakah efek netto-nya menghasilkan pemanasan atau pendinginan tergantung pada beberapa detail-detail tertentu seperti tipe dan ketinggian awan tersebut. Detail-detail ini sulit direpresentasikan dalam model iklim, antara lain karena awan sangat kecil bila dibandingkan dengan jarak antara batas-batas komputasional dalam model iklim (sekitar 125 hingga 500 km untuk model yang digunakan dalam Laporan Pandangan IPCC ke Empat).

Gambar 3 Efek Umpan Balik



⁹"penyebab global warming" dalam www.medrec07.com/2015/03/ diakses pada 6 maret 2017

Walaupun demikian, umpan balik awan berada pada peringkat dua bila dibandingkan dengan umpan balik uap air dan dianggap positif (menambah pemanasan) dalam semua model yang digunakan dalam Laporan Pandangan IPCC ke Empat. Umpan balik penting lainnya adalah hilangnya kemampuan memantulkan cahaya (*albedo*) oleh es. Ketika temperatur global meningkat, es yang berada di dekat kutub mencair dengan kecepatan yang terus meningkat¹⁰. Bersamaan dengan melelehnya es tersebut, daratan atau air dibawahnya akan terbuka. Baik daratan maupun air memiliki kemampuan memantulkan cahaya lebih sedikit bila dibandingkan dengan es, dan akibatnya akan menyerap lebih banyak radiasi Matahari. Hal ini akan menambah pemanasan dan menimbulkan lebih banyak lagi es yang mencair, menjadi suatu siklus yang berkelanjutan.

Umpan balik positif akibat terlepasnya CO₂ dan CH₄ dari melunaknya tanah beku (*permafrost*) adalah mekanisme lainnya yang berkontribusi terhadap pemanasan. Selain itu, es yang meleleh juga akan melepas CH₄ yang juga menimbulkan umpan balik positif.

Kemampuan lautan untuk menyerap karbon juga akan berkurang bila ia menghangat, hal ini diakibatkan oleh menurunnya tingkat nutrisi pada zona mesopelagic sehingga membatasi pertumbuhan diatom daripada fitoplankton yang merupakan penyerap karbon yang rendah.

C. Variasi Matahari

Terdapat hipotesa yang menyatakan bahwa variasi dari Matahari, dengan kemungkinan diperkuat oleh umpan balik dari awan, dapat memberi kontribusi dalam pemanasan saat ini¹¹. Perbedaan antara mekanisme ini dengan pemanasan

¹⁰"mekanisme terjadinya pemanasan global" dalam <http://gustiniij.blogspot.co.id/2013/01/> diakses pada tanggal 6 maret 2017

¹¹Marsh, Nigel; Henrik, Svensmark (November 2000). "Cosmic Rays, Clouds, and Climate"

akibat efek rumah kaca adalah meningkatnya aktivitas Matahari akan memanaskan stratosfer sebaliknya efek rumah kaca akan mendinginkan stratosfer¹². Pendinginan stratosfer bagian bawah paling tidak telah diamati sejak tahun 1960, yang tidak akan terjadi bila aktivitas Matahari menjadi kontributor utama pemanasan saat ini. (Penipisan lapisan ozon juga dapat memberikan efek pendinginan tersebut tetapi penipisan tersebut terjadi mulai akhir tahun 1970-an.) Fenomena variasi Matahari dikombinasikan dengan aktivitas gunung berapi mungkin telah memberikan efek pemanasan dari masa pra-industri hingga tahun 1950, serta efek pendinginan sejak tahun 1950¹³. Ada beberapa hasil penelitian yang menyatakan bahwa kontribusi Matahari mungkin telah diabaikan dalam *global warming*. Dua ilmuwan dari Duke University mengestimasi bahwa Matahari mungkin telah berkontribusi terhadap 45-50% peningkatan temperatur rata-rata global selama periode 1900-2000, dan sekitar 25-35% antara tahun 1980 dan 2000¹⁴. Stott dan rekannya mengemukakan bahwa model iklim yang dijadikan pedoman saat ini membuat estimasi berlebihan terhadap efek gas-gas rumah kaca dibandingkan dengan pengaruh Matahari; mereka juga mengemukakan bahwa efek pendinginan dari debu vulkanik dan aerosol sulfat juga telah dipandang remeh¹⁵. Walaupun demikian, mereka menyimpulkan bahwa bahkan dengan meningkatkan sensitivitas iklim terhadap pengaruh Matahari sekalipun, sebagian besar

¹²"Solar Forcing of Climate". *Climate Change 2001: Working Group I: The Scientific Basis*. Diakses tanggal 10 Maret

¹³Hansen, James (2000). "Climatic Change: Understanding Global Warming". *One World: The Health & Survival of the Human Species in the 21st Century*. Health Press. Diakses pada 6 januari 2017.

¹⁴Weart, Spencer (2006), "Changing Sun, Changing Climate?", di Weart, Spencer, *The Discovery of Global Warming*, American Institute of Physics, diakses tanggal 14-januari-2017

¹⁵Scafetta, Nicola; West, Bruce J. (09-03-2006). "Phenomenological solar contribution to the 1900-2000 global surface warming"(PDF). *Geophysical Research* hal.33

pemanasan yang terjadi pada dekade-dekade terakhir ini disebabkan oleh gas-gas rumah kaca.

Pada tahun 2006, sebuah tim ilmuwan dari Amerika Serikat, Jerman dan Swiss menyatakan bahwa mereka tidak menemukan adanya peningkatan tingkat "keterangan" dari Matahari pada seribu tahun terakhir ini. Siklus Matahari hanya memberi peningkatan kecil sekitar 0,07% dalam tingkat "keterangannya" selama 30 tahun terakhir. Efek ini terlalu kecil untuk berkontribusi terhadap pemanasan global. Sebuah penelitian oleh *Lockwood* dan *Fröhlich* menemukan bahwa tidak ada hubungan antara pemanasan global dengan variasi Matahari sejak tahun 1985, baik melalui variasi dari output Matahari maupun variasi dalam sinar kosmis.

D. Industri

Pembakaran bahan bakar fosil untuk memenuhi kebutuhan energi telah meningkatkan gas-gas rumah kaca. Pembangkit-pembangkit listrik berbahan bakar minyak bumi dan batu bara, serta mesin-mesin kendaraan bermotor banyak melepaskan sejumlah gas-gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO_2), sulfur dioksida (SO_2), dan nitrogen oksida (NO_x) ke atmosfer. Penggunaan *Klorofluorokarbon/KFK* (*Chlorofluorocarbon*(CFC) pada penyejuk udara (*air conditioner*) dan lemari es (refrigerator) menjadikan gas KFK ikut dilepaskan ke atmosfer. Gas KFK juga dilepaskan ke udara pada saat lemari es dan air conditioner rusak dan ditumpuk sebagai sampah. Lebih jauh, pemanasan global ini mengakibatkan penipisan lapisan ozon.

2. Penyebab *Global Warming* di Indonesia

Indonesia sebagai Negara dengan peringkat ke empat dunia penyebab *global warming* dalam pembuangan emisi gas rumah kaca (*green house gas / GHG*) yang tinggi. Namun jika berdasar indikator koversi lahan dan perusakan hutan, posisi Indonesia sebagai “aktor” penyebab *global warming* berada di posisi ketiga. Kepala Ekonomi dan Penasihat Pemerintah Inggris untuk Urusan Efek Ekonomi Perubahan Iklim dan Pembangunan *Sir Nicholas Stern* mengatakan, ada empat penyebab emisi gas rumah kaca, yaitu aktivitas dan pemakaian energi, pertanian, kehutanan, dan limbah. “Emisi yang terbang dari kebakaran hutan di Indonesia lima kali lebih besar dari emisi yang terbang diluar nonkehutanan. Emisi terbang dari pemakaian energi dan ativitas industri relatif masih kecil, namun secara perlahan tumbuh secara cepat” kata Stern, dalam seminar bertajuk “*The Economics of Climate Change*” di Gedung Perwakilan Bank Dunia, di Jakarta, kemarin. Stern menuturkan, setiap tahunnya aktivitas dan pemakaian energi, pertanian, dan limbah di Indonesia membuang emisi 451 juta ton karbon dioksida atau setara (MtCO₂e)¹⁶.

Jumlah itu belum termasuk akibat konversi lahan dan perusakan hutan yang diperkirakan mengeluarkan 2,563 MtCO₂e. “Indonesia masih terbesar sebagai emitters gas rumah kaca,” kata dia. Stern mengungkapkan, meningkatnya emisi gas rumah kaca menyebabkan perubahan iklim dunia. Sebagai negara pertanian, kata dia, perubahan iklim berdampak buruk bagi Indonesia, sebab dengannya kerap terjadi perubahan cuaca secara mendadak, termasuk hujan lebat yang sulit di prediksi.

¹⁶“Indonesia Peringkat Empat Dunia Penyebab Pemanasan Global” 24 April 2007 dalam <http://suaranusantara.wordpress.com/2009/05/19/>. Di akses pada 19 Maret 2017

Stern menyebutkan “Bukti tersebut menunjukkan bahwa mengabaikan perubahan iklim pada akhirnya akan merusak pertumbuhan ekonomi”. Dia menambahkan, peningkatan jumlah emisi *global warming*. Dengan kecenderungan saat ini, 50 tahun mendatang, diperkirakan rata-rata suhu global akan naik antara 2-3 derajat celcius. Di antara akibat yang ditimbulkannya, seperti menurunnya hasil panen serta meningkatnya resiko banjir.

Bagi Indonesia ketahanan pangan menjadi suatu yang bisa terancam. Perubahan cuaca ini di prediksi akan menambah jumlah curah hujan di Indonesia sebesar 2-3% per tahun. Pada kesempatan yang sama, Menteri Negara Lingkungan Hidup Rachmat Witoelar mengatakan bahwa pemerintah masih memprioritaskan masalah-masalah lingkungan hidup urutan keempat. Bagi negara berkembang, masih ada isu yang lebih berat untuk diselesaikan, misalnya pendidikan, kemiskinan, kesehatan.

Rachmat Witoelar juga mengatakan bahwa “sekarang lingkungan nomor empat, kurang penting dari pengurangan kemiskinan. Kalau di dunia ini (lingkungan) nomor satu”. Dia menambahkan, persoalan mendasar di Indonesia adalah perhatian semua kalangan yang masih rendah terhadap lingkungan. Bagi Rachmat, meski Kementerian Lingkungan Hidup hanya beranggaran 0,3% dari belanja pemerintah, bukan berarti pemerintah tidak serius menangani berbagai masalah lingkungan¹⁷.

1. Sektor Energi

Sektor energi, khususnya dengan kegiatan pembakaran hutan bakar fosil (terutama batubara, minyak bumi dan gas bumi) adalah penyebab utama emisi karbondioksida (CO₂). Yang dianggap bertanggung jawab terhadap

¹⁷*Ibid.*

peubahan iklim global dan yang di targetkan untuk dikurangi oleh Protokol Kyoto. Sekitar tiga-per-empat dari emisi gas rumah kaca yang dipancarkan bumi pada tahun 1990 berasal dari kegiatan pembakaran bahan bakar fosil. Berdasarkan hubungan ini, dampak penerapan Protokol Kyoto bagi sektor energi sangat jelas: mendesak dilakukannya perubahan pola konsumsi, produksi, distribusi energi serta dikembangkannya teknologi energi akrab lingkungan atau yang menghasilkan sedikit emisi gas rumah kaca. Konsumsi energi dunia perlu dikurangi atau diefisienkan karena pola konsumsi energi ini berkaitan langsung dengan tingkat emisi gas rumah kaca yang diproduksi bumi. Pola konsumsi yang berubah akan membawa pengaruh terhadap pola produksi dan perdagangan internasional bahan-bahan bakar fosil, yang pada umumnya dikonsumsi oleh negara-negara industri dan sebagian besar bahan bakunya diproduksi oleh negara-negara berkembang¹⁸.

Indonesia masih sangat bergantung pada energi fosil seperti gas alam (28,5%, minyak bumi (51,60%), dan batu bara (15,34%). Jenis-jenis energi ini bukan hanya tidak ramah lingkungan, tetapi ketersediaannya pun semakin terbatas. Energi merupakan sektor penghasil emisi dan memang tidak memiliki fungsi mengabsorpsi. Karena itu, konversi ke arah energi baru terbarukan menjadi sebuah keharusan. Saat ini penggunaan energi baru terbarukan seperti air dan panas bumi baru menyumbang sekitar 5%. Rencana Aksi Nasional menargetkan, penggunaan energi baru terbarukan seperti pembangkit tenaga air, angin, surya, bio massa, dan biofuel bisa mencapai 17% pada tahun 2025. Target sebesar ini tidak mudah untuk

¹⁸Hanan Nugroho, "Ratifikasi Protokol Kyoto, Mekanisme Pembangunan Bersih dan Pengembangan Sektor Energi Indonesia: Catatan Strategis" dalam pdf. Diakses pada 21 maret 2017

direalisasi. Potensi energi baru terbarukan memang sangat besar, namun pemanfaatannya masih terbatas. Pembangkit tenaga air memiliki potensi sebesar 75,67 Giga Watt (GW), sedangkan kapasitas terpasang baru 4,200 Mega Watt (MW). Potensi panas bumi sebesar 27 GW, sementara kapasitas terpasang baru 807 MW. Potensi microhydro mencapai 500 MW, namun pemanfaatannya masih sebesar 84 MW. Potensi biomas sebesar 49,81 GW, dengan kapasitas terpasang 445 MW. Demikian juga untuk energi surya dan angin. Kapasitas terpasangnya masih sangat kecil. Kendala terbesar dalam hal ini adalah biaya instalasi yang masih tinggi, sehingga harga masih belum kompetitif¹⁹.

2. Sektor Kehutanan

Sektor kehutanan merupakan penghasil emisi terbesar di Indonesia. Bahkan *Guinness Book Of Record* mencatat bahwa Indonesia adalah Negara tercepat didunia dalam pengrusakan hutan. Salah satu fungsi tumbuhan yaitu menyerap karbondioksida(CO₂), yang merupakan salah satu dari gas rumah kaca, dan mengubahnya menjadi oksigen (O₂). Saat ini di Indonesia diketahui telah terjadi kerusakan hutan yang cukup parah²⁰. Laju kerusakan hutan di Indonesia, menurut data dari *Forest Watch* Indonesia (2001), sekitar 2,2 juta/tahun. Kerusakan hutan tersebut disebabkan oleh kebakaran hutan, perubahan tata guna lahan, antara lain perubahan hutan menjadi perkebunan dengan tanaman tunggal secara besar-besaran, misalnya perkebunan kelapa sawit, serta kerusakan-kerusakan yang ditimbulkan oleh pemegang Hak Pengusahaan Hutan

¹⁹ Sudharto P Hadi, "Strategi Melawan Pemansan Global" 22 April 2008. Dalam www.suaramerdeka.com diakses pada 21 maret 2017

²⁰"Penyebab Kerusakan Hutan" dalam <http://ipemanasanglobal.com/2015/01/penyebab-kerusakan-hutan-serta.html> di akses pada 6 maret 2017

(HPH) dan Hutan Tanaman Industri (HTI). Menurut FAO dalam laporan *State of World Forest* tahun 2009 laju kerusakan hutan di Indonesia mencapai sekitar 1,87 juta hektar pertahun. Apabila laju kerusakan hutan tidak dikendalikan, hutan Indonesia akan musnah sekitar 15 tahun ke depan²¹.

Dengan kerusakan seperti tersebut diatas, tentu saja proses penyerapan karbondioksida tidak dapat optimal. Hal ini akan mempercepat terjadinya *global warming*.

B. Perubahan Iklim Dunia

Perubahan Iklim merupakan suatu keniscayaan yang sedang kita hadapi bersama saat ini. Semakin hari perubahan iklim semakin kita rasakan bahkan semakin mengkhawatirkan. Untuk itu kita harus berusaha menanggulunginya dengan mulai mencintai dan menjaga lingkungan seperti menanam pohon, bersepeda, dan cara-cara lainnya. Perubahan iklim adalah perubahan jangka panjang dalam distribusi pola cuaca secara statistik sepanjang periode waktu mulai dasawarsa hingga jutaan tahun. Istilah ini bisa juga berarti perubahan keadaan cuaca rata-rata atau perubahan distribusi peristiwa cuaca rata-rata, contohnya, jumlah peristiwa cuaca ekstrem yang semakin banyak atau sedikit. Perubahan iklim terbatas hingga regional tertentu atau dapat terjadi di seluruh wilayah Bumi. Dalam penggunaannya saat ini, khususnya pada kebijakan lingkungan, perubahan iklim merujuk pada perubahan iklim modern. Perubahan ini dapat dikelompokkan sebagai perubahan iklim antropogenik atau lebih umumnya dikenal sebagai *global warming* atau *global warming antropogenik*²².

²¹“Penebangan Hutan” dalam www.kompasiana.com di akses pada 6 maret

²²Edwards, Paul Geoffrey; Miller, Clark A. (2001). *Changing the atmosphere: expert knowledge and environmental governance*. Cambridge, Mass: MIT Press. ISBN 0-262-63219-5.

Perlu diingat bahwa perubahan iklim tidak terjadi tiba-tiba, peristiwa ini terjadi oleh berbagai sebab, *Global Warming* adalah penyebab terjadinya perubahan iklim, yang juga di pengaruhi oleh Aktivitas manusia, terlebih aktivitas manusia yang mengarah kepada pengrusakan lingkungan seperti penabangan hutan, pembangunan pemukiman di daerah resapan air, membuang limbah pabrik sembarangan, dan lain sebagainya. Aktivitas-aktivitas manusia yang tidak memperdulikan lingkungan membuat bumi semakin tidak ramah kepada manusia dan menjadikan bumi semakin tidak nyaman ditempati lagi²³.

Perubahan iklim dan pemanasan global (*global warmig*), pemicu utamanya adalah meningkatnya emisi karbon, akibat penggunaan energi fosil (bahan bakar minyak, batubara dan sejenisnya, yang tidak dapat diperbarui)²⁴. Penghasil terbesarnya adalah negeri-negeri industri seperti Amerika Serikat, Inggris, Rusia, Kanada, Jepang, China, dll. Ini diakibatkan oleh pola konsumsi dan gaya hidup masyarakat negara-negara utara yang 10 kali lipat lebih tinggi dari penduduk negara selatan. Untuk negara-negara berkembang meski tidak besar, ikut juga berkontribusi dengan skenario pembangunan yang mengacu pada pertumbuhan²⁵. Memacu industrilisme dan meningkatnya pola konsumsi tentunya, meski tidak setinggi negara utara. Industri penghasil karbon terbesar di negeri berkembang seperti Indonesia adalah perusahaan tambang (migas, batubara dan yang terutama berbahan baku fosil). Selain kerusakan hutan Indonesia yang tahun ini tercatat pada rekor dunia "*Guinnes Record Of Book*" sebagai negara tercepat yang rusak hutannya²⁶.

²³Penyebab Perubahan Iklim dalam <http://ipemanasanglobal.com/2014/05/> diakses pada 28 maret 2017

²⁴*Ibid*

²⁵Stott, Peter A.; *et al.* (03-12-2003). "Do Models Underestimate the Solar Contribution to Recent Climate Change?"(PDF). *Journal of Climate***16** (24): 4079–4093

²⁶Foukal, Peter; *et al.* (14-09-2006). "Variations in solar luminosity and their effect on the Earth's climate.". *Nature*. Diakses tanggal 16-04-2007

Gambar 4 Perubahan Cuaca dan Iklim (*climate change*)



Menurut temuan *Intergovernmental Panel and Climate Change* (IPCC). Sebuah lembaga panel internasional yang beranggotakan lebih dari 100 negara di seluruh dunia. Sebuah lembaga dibawah PBB menyatakan pada tahun 2005 terjadi peningkatan suhu di dunia 0,6-0,70 sedangkan di asia lebih tinggi, yaitu 10. Selanjutnya adalah ketersediaan air di negeri-negeri tropis berkurang 10-30 persen dan melelehnya Gleser (gunung es) di Himalaya dan Kutub Selatan²⁷. Secara general yang juga dirasakan oleh seluruh dunia saat ini adalah makin panjangnya musim panas dan makin pendeknya musim hujan, selain itu makin maraknya badai dan banjir di kota-kota besar (el Nino) di seluruh dunia. Serta meningkatnya cuaca ekstrem, yang tentunya sangat dirasakan di negara-negara tropis. Jika ini kita kaitkan dengan wilayah Indonesia tentu sangat terasa, begitu juga dengan kota-kota yang dulunya dikenal sejuk dan dingin makin hari makin panas saja. Contohnya di Jawa Timur bisa kita rasakan adalah Kota Malang, Kota Batu, Kawasan Prigen Pasuruan di Lereng Gunung Welireng dan sekitarnya, juga kawasan kaki Gunung Semeru.

²⁷Hansen, James (2000). "Climatic Change: Understanding Global Warming". *One World: The Health & Survival of the Human Species in the 21st Century*. Health Press. Diakses tanggal 2007-08-18

Atau kota-kota lain seperti Bogor Jawa Barat, Ruteng Nusa Tenggara. Adalah daerah yang dulunya dikenal dingin tetapi sekarang tidak lagi.

Meningkatnya suhu ini, ternyata telah menimbulkan makin banyaknya wabah penyakit endemik “lama dan baru” yang merata dan terus bermunculan; seperti leptospirosis, demam berdarah dan diare, malaria. Padahal penyakit-penyakit seperti malaria, demam berdarah dan diare adalah penyakit lama yang seharusnya sudah lewat dan mampu ditangani dan kini telah mengakibatkan ribuan orang terinfeksi dan meninggal. Selain itu, ratusan desa di pesisir Jawa Timur terancam tenggelam akibat naiknya permukaan air laut, indikatornya serasa makin dekat saja jika kita lihat naiknya gelombang pasang di minggu ketiga bulan Mei 2007 kemarin. Mulai dari Pantai Kenjeran, Pantai Popoh Tulungagung, Ngeliyep Malang dan pantai lain di pulau-pulau di Indonesia.

Ada penyebab alamiah yang berkontribusi terhadap fluktuasi iklim, tetapi praktik industri merupakan penyumbang terbesar di balik pemanasan global. Tuntutan pertumbuhan populasi telah menyebabkan deforestasi, pembakaran bahan bakar fosil, dan pertanian yang meluas. Kegiatan ini semua menghasilkan gas rumah kaca di atmosfer kita - gas seperti karbondioksida, nitrogenoksida dan metana. Gas rumah kaca menahan panas dari matahari dan tidak terpantulkan kembali ke angkasa. Hal ini menyebabkan atmosfer bumi memanas, yang dikenal sebagai efek rumah kaca. Hanya dalam 200 tahun, tingkat karbondioksida di atmosfer kita telah meningkat sebesar 30%²⁸.

Global warming yang mengakibatkan perubahan iklim juga berdampak pada mencairnya es di Kutub Utara dan daerah Antartika (Kutub Selatan)²⁹. Suhu di

²⁸Perubahan iklim dalam <https://brightfuture.unilever.co.id/stories/473087> di akses pada 4 maret 2017

²⁹Hart, John. "Global Warming." Microsoft® Encarta® 2006 [DVD]. Redmond, WA: Microsoft Corporation, 2005

daerah ini telah meningkat sekitar dua sampai tiga kali lipat. Mencairnya lapisan es di kutub Utara dan Selatan. Peristiwa ini mengakibatkan naiknya permukaan air laut secara global, hal ini dapat mengakibatkan sejumlah pulau-pulau kecil tenggelam. Kehidupan masyarakat yang hidup di daerah pesisir terancam. Permukiman penduduk dilanda banjir rob akibat air pasang yang tinggi, dan ini berakibat kerusakan fasilitas sosial dan ekonomi. Jika ini terjadi terus menerus maka akibatnya dapat mengancam sendi kehidupan masyarakat³⁰. Es di kutub memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan lingkungan. Jika es mencair, pulau-pulau yang berada di bawah permukaan laut akan terancam bahaya. Kota-kota seperti Shanghai dan negara kepulauan Maladewa adalah beberapa tempat yang akan terpapar risiko tertinggi dalam skenario seperti itu.

Sejak tahun 2004 setidaknya sudah 24% es di kutub utara semakin menipis dan mencair di setiap musim panasnya, demikian laporan beberapa ilmuwan di lembaga antariksa AS, NASA³¹. Melalui laporan yang dikirim pesawat ICESat yang digunakan NASA, para ilmuwan menggambarkan, secara keseluruhan es Laut Kutub Utara menipis sebanyak 7 inci (17.78 cm) per tahun sejak tahun 2004. Sebanyak 2,2 kaki (0,67 meter) selama 4 musim dingin. Temuan dilaporkan pada "*Journal Of Geophysical Research-Ocean*".

³⁰"lapisan es di kutub" dalam <http://www.dw.com/id/pemanasan-global-dan-lapisan-es-di-kutub-bumi/a-2957925> di akses pada 4 februari 2017

³¹"mencairnya lapisan es di kutub", Harian Kompas, Jakarta 4 maret 2009, hlm 5

Gambar 5 Pencairan Es di Kutub



Kawasan kutub kini mengalami *global warming* lebih cepat dari kawasan lain di dunia. Dalam tiga dekade terakhir, lapisan es di lautan sekitar kutub menyusut sekitar 990 ribu kilometer persegi.

Sejak beberapa dekade terakhir, para pakar iklim terus mencemaskan dampak pemanasan global, khususnya yang menimpa kedua kutub bumi. Yang terutama diamati dan diteliti adalah kawasan Kutub Utara. Pasalnya, lapisan es di Kutub Utara terus menyusut drastis dalam 30 tahun terakhir ini³².

Efek dari perubahan iklim sudah berdampak pada mata pencaharian masyarakat, serta pada satwa liar dan lingkungan di seluruh dunia. Di Cina, bencana alam telah melanda 24,89 juta hektar tanaman pada tahun 2014, di mana 3,09 juta hektar di antaranya hancur, sementara kekeringan menyebabkan kerugian ekonomi secara langsung hingga 83,6 miliar yuan¹ atau lebih dari 13 miliar dolar. Di Turki, panen yang tertunda di wilayah Laut Hitam pada tahun 2014 mengakibatkan produsen teh Turki mengalami kerugian lebih dari 15% dari pendapatan tahunan

³²"Lapisan Es di Kutub Bumi" dalam <http://www.dw.com/iddi> akses pada 4 maret 2017

mereka, karena suhu dingin ekstrem. Secara keseluruhan, bencana alam dalam dekade terakhir telah menelan biaya di seluruh dunia hingga 2,7 triliun dolar. Kebakaran hutan terus mengancam kehidupan spesies yang terancam punah, saat iklim yang berubah-ubah dan pembukaan lahan pertanian memaksa binatang keluar dari kawasan lindung untuk mencari air dan wilayah untuk ditempati. Kerugian yang ditimbulkan akibat perubahan iklim juga turut mempengaruhi Unilever sebagai satu perusahaan. Kami memperkirakan biaya tahunan yang harus dikeluarkan oleh Unilever terkait dengan dampak perubahan iklim sekitar 300 juta dolar per tahun.

1. Dampak Perubahan Iklim bagi kehidupan

Perubahan Iklim diartikan sebagai perubahan dalam jangka panjang dalam hal cuaca dalam periode waktu tertentu, umumnya antara puluhan hingga ratusan tahun. Perubahan iklim merupakan sebuah bencana besar dan malapetaka bagi umat manusia, hal ini dikarenakan dampak perubahan iklim bagi kehidupan manusia sangat merugikan sekali³³. Dan inilah pembahasan singkat mengenai berbagai macam dampak perubahan iklim bagi kehidupan di muka bumi:

1. Sarana Prasarana Menjadi Rusak

Perubahan iklim menyebabkan terjadinya cuaca ekstrem yang menyebabkan terjadinya bencana. Jika sudah terjadi bencana seperti tanah longsor, badai angin topan dan banjir misalnya, maka sudah bisa dipastikan akan ada banyak sarana prasarana dan infrastruktur yang rusak. Ini merupakan sebuah kerugian yang besar akibat dari terjadinya perubahan iklim di bumi ini.

³³"Dampak Perubahan Iklim Bagi Kehidupan" dalam <http://nationalgeographic.co.id/berita/2013/01/> diakses pada 29 maret 2017

2. Merebaknya Wabah Penyakit

Salah satu dampak perubahan iklim bagi kehidupan di muka bumi adalah merebaknya wabah-wabah penyakit khususnya untuk penyakit-penyakit pernapasan. Hal ini dikarenakan perubahan iklim menyebabkan polusi dan pencemaran udara yang akhirnya menurunkan fungsi dari paru-paru. Tentunya ini sangat merugikan bagi kehidupan kita di dunia ini.

3. Kekeringan dan Kekurangan Sumber Air

Perubahan iklim serta *global warming* berdampak kepada terjadinya kekeringan di hampir seluruh wilayah Indonesia. Bencana kekeringan diperparah dengan penyedotan secara besar-besaran sumber air yang ada karena kebutuhan manusia yang tinggi akan air. Jika hal ini tidak segera diatasi maka fenomena kekeringan dan kekurangan air akan semakin parah.

4. Bencana Alam

Dampak perubahan iklim yang mungkin sering kita lihat adalah bencana alam seperti meningkatnya kejadian atau intensitas terjadinya badai, hal ini bukan hanya merusak infrastruktur yang ada tetapi juga memakan korban jiwa. Perubahan iklim juga mengakibatkan cuaca ekstrim dan turun hujan deras sehingga seringkali terjadi banjir misalnya di Jakarta.

5. Udara Semakin Tidak Sehat

Dampak perubahan iklim lainnya adalah tingkat pencemaran udara yang tinggi sehingga membuat kualitas udara semakin tidak sehat. Perubahan iklim, *global warming*, pertumbuhan penduduk semakin meningkatkan permintaan akan energi. Sedangkan kita tahu bahwa energi dihasilkan dari

bahan bakar fosil yang notabene mengeluarkan emisi gas berupa karbon dioksida.

6. Krisis Pangan

Hal yang dikhawatirkan dari perubahan iklim adalah meningkatnya harga jual pangan, ini jelas sangat menyesakkan karena pangan merupakan kebutuhan yang mau tidak mau harus dipenuhi. Meningkatnya harga pangan ini karena tidak lain dan tidak bukan berkurangnya produksi hasil pangan karena beberapa faktor penghambat seperti kekeringan dan gagal panen

Pada tanggal 5 juni 2007, negara-negara seluruh dunia umumnya memperingatnya sebagai Hari Lingkungan Hidup. *Global warming* yang berakibat pada perubahan iklim (*climate change*) belum menjadi mengedepan dalam kesadaran multipihak. *Global warming* telah menjadi sorotan utama berbagai masyarakat dunia, terutama negara yang mengalami industrialisasi dan pola konsumsi tinggi (gaya hidup konsumtif). Tidak banyak memang yang memahami dan peduli pada isu perubahan iklim. Sebab banyak yang mengatakan, memang dampak lingkungan itu biasanya terjadi secara akumulatif. Pada titik inilah masalah lingkungan sering dianggap tidak penting oleh banyak kalangan, utamanya penerima mandat kekuasaan dalam membuat kebijakan³⁴. Tingkat dari dampak yang ditimbulkan oleh perubahan iklim tergantung pada tingkat kenaikan suhu bumi. Kenaikan satu derajat akan memiliki dampak ekologis yang serius dan diperkirakan kerugian yang ditimbulkan sekitar 68 triliun dollar. Perubahan iklim akan menyebabkan

³⁴"[Summary for Policymakers](#)" (PDF). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Di akses pada 29 februari 2017

beberapa daerah menjadi basah, dan daerah lainnya menjadi lebih hangat. Permukaan air laut akan naik akibat dari gletser yang mencair, sementara beberapa daerah akan lebih berisiko terkena gelombang panas, kekeringan, banjir, dan bencana alam. Perubahan iklim bisa merusak rantai makanan dan ekosistem, menempatkan seluruh spesies terancam kepunahan.

2. Perubahan Iklim di Indonesia

Perubahan iklim yang terjadi di Indonesia umumnya ditandai adanya perubahan temperatur rata-rata harian, pola curah hujan, tinggi muka laut, dan variabilitas iklim (misalnya *El Niño* dan *La Niña*, *Indian Dipole*, dan sebagainya). Perubahan ini memberi dampak serius terhadap berbagai sektor di Indonesia, misalnya kesehatan, pertanian, perekonomian, dan lain-lain³⁵. Beberapa studi institusi, baik dari dalam maupun luar negeri menunjukkan bahwa iklim di Indonesia mengalami perubahan sejak tahun 1960, meskipun analisis ilmiah maupun data-datanya masih terbatas.

Perubahan temperatur rata-rata harian merupakan indikator paling umum perubahan iklim. Ke depan, UK Met Office memproyeksikan peningkatan temperatur secara umum di Indonesia berada pada kisaran 20 C – 2,50 C pada tahun 2100 berdasarkan skenario emisi A1B-nya IPCC, yaitu penggunaan energi secara seimbang antara energi non-fosil dan fosil (UK Met Office, 2011). Data historis mengonfirmasi skenario tersebut, misalnya kenaikan temperatur linier berkisar 2,60 C per seratus tahun untuk wilayah

³⁵Perubahan Iklim di Indonesia dalam <http://sains.kompas.com/read/2013/04/01/11290330/> diakses pada 29 maret 2017

Malang (Jawa Timur) berdasarkan analisis data 25 tahun terakhir (KLH, 2012).

Peningkatan temperatur rata-rata harian tersebut berpengaruh secara signifikan terhadap pola curah hujan yang umumnya ditentukan sirkulasi monsun Asia dan Australia. Dengan sirkulasi monsun, Indonesia memiliki dua musim utama yang berubah setiap setengah tahun sekali (musim penghujan dan kemarau). Perubahan temperatur rerata harian juga dapat mempengaruhi terjadinya perubahan pola curah hujan secara ekstrem.

UK *Met Office* lebih lanjut mencatat kekeringan maupun banjir parah sepanjang 1997 hingga 2009. Analisis data satelit (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) TRMM dalam (*Indonesian Climate Change Sectoral Roadmap; Bappenas, 2010*) ICCSR untuk periode 2003-2008 memperlihatkan peningkatan peluang kejadian curah hujan dengan intensitas ekstrem, terutama di wilayah Indonesia bagian barat (Jawa, Sumatera, dan Kalimantan) serta Papua. Salah satu fenomena yang mengonfirmasi terjadinya peningkatan temperatur di Indonesia adalah melelehnya es di Puncak Jayawijaya, Papua.

Di samping mengakibatkan kekeringan atau banjir ekstrem, peningkatan temperatur permukaan atmosfer juga menyebabkan terjadinya peningkatan temperatur air laut yang berujung pada ekspansi volum air laut dan mencairnya *glestser* serta es pada kutub. Pada tahap selanjutnya, tinggi

muka air laut mengalami kenaikan yang berisiko terhadap penurunan kualitas kehidupan di pesisir pantai³⁶.

Kenaikan rerata tinggi muka laut pada abad ke-20 tercatat sebesar 1,7 mm per tahun secara global, namun kenaikan tersebut tidak terjadi secara seragam. Bagi Indonesia yang diapit oleh Samudera Hindia dan Pasifik, kenaikan tinggi muka laut yang tidak seragam dapat berpengaruh pada pola arus laut. Selain perubahan terhadap pola arus, kenaikan tinggi muka laut yang tidak seragam juga meningkatkan potensi terjadinya erosi, perubahan garis pantai, mereduksi *wetland* (lahan basah) di sepanjang pantai, dan meningkatkan laju intrusi air laut terhadap akuifer daerah pantai.

Berdasarkan kajian yang dilakukan oleh Bappenas (ICCSR, 2010) dan Dewan Nasional Perubahan Iklim (DNPI) pada tahun 2011, gelombang badai (*storm surge*); pasang surut, serta variabilitas iklim ekstrem seperti *La Niña* yang termodulasi oleh kenaikan tinggi muka laut juga turut berkontribusi dalam memperparah bahaya penggenangan air laut di pesisir.

Analisis awal terhadap data-data simulasi gelombang menunjukkan bahwa rerata tinggi gelombang maksimum di perairan Indonesia pada periode monsun Asia berkisar antara 1 m hingga 6 m. Untuk Laut Jawa, tinggi gelombang maksimum, terutama Januari dan Februari mencapai 3,5 m. Hal ini menambah risiko banjir di daerah Pantai Utara Jawa (Pantura) karena bertepatan dengan puncak musim penghujan di Indonesia.

Selain risiko banjir di pantai, gelombang ekstrem juga berdampak buruk terhadap distribusi barang antar pulau yang banyak menggunakan

³⁶*Ibid.*

transportasi laut. Di sisi lain, analisis yang dilakukan terhadap fenomena *El Niño dan La Niña* (Sofian, 2010) menunjukkan bahwa kedua fenomena tersebut akan lebih banyak berpeluang terjadi di masa mendatang dengan periode dua hingga tiga tahun sekali yang diduga disebabkan perubahan iklim³⁷.

Perubahan iklim di Indonesia berdampak cukup besar terhadap produksi bahan pangan, seperti jagung dan padi. Produksi bahan pangan dari sektor kelautan (ikan maupun hasil laut lainnya) diperkirakan akan mengalami penurunan yang sangat besar dengan adanya perubahan pada pola arus, temperatur, tinggi muka laut, umbalan, dan sebagainya.

Indonesia bahkan berada pada peringkat 9 dari 10 negara paling rentan dari ancaman terhadap keamanan pangan akibat dampak perubahan iklim pada sektor perikanan (Huelsenbeck, Oceana, 2012). Akibat dampak perubahan iklim dan pengasaman laut (*ocean acidification*) pada ketersediaan makanan hasil laut, Indonesia berada pada peringkat 23 dari 50 negara paling rentan berdasarkan kajian yang sama.

Kajian mengenai kekeringan di Indonesia akibat perubahan iklim, terutama pada skala nasional masih kurang. Namun peluang banjir di Indonesia akan meningkat seiring peningkatan tinggi muka laut, intensitas gelombang ekstrem, curah hujan yang sangat tinggi dan kejadian La Niña. Bencana banjir ekstrem terutama terjadi pada daerah pesisir yang merupakan

³⁷*Ibid.*

lokasi kota-kota strategis seperti DKI Jakarta. Bencana ini berdampak buruk bagi perekonomian serta mengancam kesehatan masyarakat³⁸.

Dari beberapa kajian, beberapa indikator menunjukkan bahwa perubahan iklim sudah berlangsung di Indonesia. Perubahan tersebut diketahui memberi dampak terhadap multisektor meskipun kajian maupun data yang tersedia masih terbatas. Di samping itu, proyeksi iklim selalu mengandung ketidakpastian. Tantangan terbesar adalah melakukan kuantifikasi terhadap ketidakpastian tersebut untuk meningkatkan kedayagunaannya dalam pengambilan keputusan.

Dalam hal proyeksi iklim berdasarkan *Global Climate Model* (GCM), setidaknya terdapat tiga sumber ketidakpastian yang harus diperhitungkan yaitu skenario emisi gas rumah kaca, sensitivitas iklim global terhadap emisi gas rumah kaca (pemilihan model GCM), dan respon sistem iklim regional terhadap pemanasan global (*model downscaling*).

Langkah penyempurnaan perlu terus dilakukan untuk mengatasi segala keterbatasan data yang tersedia maupun metodologi yang telah digunakan dalam kajian perubahan iklim di Indonesia, guna memenuhi kebutuhan nasional akan informasi mengenai perubahan iklim yang lebih akurat. Untuk masa mendatang, perlu suatu program yang disusun untuk memperkuat basis ilmiah (*scientific basis*) perubahan iklim secara lebih terkoordinasi.

Program ini perlu disusun melalui pemberdayaan berbagai lembaga yang relevan secara optimal, khususnya lembaga penelitian dan pengembangan serta perguruan tinggi. Dengan demikian, *roadmap* dapat

³⁸*ibid.*

digunakan bukan hanya untuk memberi panduan bagi aksi adaptasi dan mitigasi tiap sektor, tapi juga untuk memperkuat basis ilmiah mengenai perubahan iklim di masa mendatang³⁹.

Pada dasarnya, perubahan iklim bukan merupakan penyebab tunggal dari bencana alam yang saat ini semakin sering terjadi. Namun perubahan iklim berkontribusi dalam membuat fenomena atau bencana alam hidro-meteorologi ini menjadi ekstrem atau luar biasa.

Pemerintah Indonesia telah melakukan beberapa kajian tentang perubahan iklim yang – meskipun masih terbatas dan belum akurat – dapat menjadi titik awal dari suatu program yang bermanfaat bagi penguatan basis ilmiah perubahan iklim yang terkoordinasi bagi sektor-sektor yang ada di Indonesia. Pada akhirnya, kapasitas masing-masing sektor dapat meningkat untuk mengatasi berbagai persoalan akibat perubahan iklim di Indonesia.

Tantangan terbesar Indonesia: kebakaran lahan

Salah satu tantangan yang terbesar yang erat kaitannya dengan perubahan iklim adalah permasalahan kebakaran lahan. Berbagai kajian telah disampaikan, betapa kebakaran lahan tersebut telah meningkatkan emisi gas rumah kaca Indonesia secara signifikan⁴⁰. Beberapa argumen mempertentangkan kebutuhan pembangunan yang semakin menekan sehingga terjadi perubahan tata guna lahan. Paradigma ini harus diubah.

Lahan yang ada perlu dipertahankan fungsinya dan jika memang lahan tersebut memiliki potensi kebakaran karena rendahnya kandungan air yang

³⁹*Ibid.*

⁴⁰Ancaman Serius Perubahan Iklim di Indonesia dalam <http://www.dw.com/id/di> akses pada 29 maret 2017

ada, maka harus dilakukan perbaikan sehingga fungsinya dapat terjaga, ini yang sekarang gencar dilakukan dengan restorasi lahan. Restorasi lahan bukan hal yang mustahil, dan juga bukan hal yang akan mematikan pertumbuhan ekonomi karena dapat dilakukan sebagai bentuk pengelolaan lahan yang bernilai ekonomi.

Tantangannya adalah memastikan bahwa upaya restorasi dapat dilakukan di lahan yang memang harus direstorasi dan memberikan manfaat kepada berbagai pemangku kepentingan yang ada, termasuk masyarakat yang ada di sekitarnya.

Tantangan berikut: kebutuhan energi

Tantangan lain yang tidak kalah besarnya adalah peningkatan kebutuhan energi, terutama energi listrik. Indonesia yang sangat luas dan terdiri dari pulau-pulau besar dan kecil, memang masih sangat memerlukan energi listrik⁴¹. Target pemerintah untuk 100% elektrifikasi tentu akan memiliki implikasi dalam hal pembiayaan yang akan menentukan jenis pembangkitan yang dipilih.

Kecenderungan yang selama ini ada untuk mengatasi dengan pembangunan pembangkit skala besar dan terpusat perlu ditimbang ulang dengan mengedepankan pembangunan pembangkit skala kecil dan tersebar sehingga dapat pula memenuhi kebutuhan di pulau-pulau kecil yang terpencil dengan memanfaatkan sumberdaya setempat⁴².

⁴¹*Ibid.*

⁴²*Ibid.*

Pemanfaatan sumberdaya setempat dan lebih difokuskan pada sumber energi terbarukan, akan dapat membantu pertumbuhan ekonomi lokal dan turut mengendalikan perubahan iklim dengan sumber energi yang tidak mengeluarkan emisi gas rumah kaca.

3. Peranan dan Keterlibatan Organisasi Internasional Terhadap Perubahan Iklim

Perubahan iklim dari tahun ke tahun adalah sebuah kepastian. Perubahan alam terjadi seiring dengan berkembangnya peradaban dan bertambahnya jumlah manusia yang menghuni bumi. Karena itu, pelestarian lingkungan akibat perubahan iklim atau *climate change* bukan hanya menjadi tanggung jawab salah satu negara, akan tetapi seluruh negara yang ada di muka bumi.

Kesadaran ini pula yang kemudian menggugah lahirnya pembentukan *United Nation Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC). Pembentukan lembaga tingkat dunia ini diawali dari pertemuan KTT Bumi (*Earth Summit*) pada tanggal 3 - 14 Juni 1992 di Rio de Janeiro, Brazil yang dihadiri oleh perwakilan 172 negara. Konferensi ini dihadiri 35.000 peserta yang terdiri dari kepala negara, peneliti, LSM, wartawan, akademisi, dan pihak terkait lainnya. Isu utama yang didiskusikan waktu itu adalah isu lingkungan, termasuk di dalamnya pemanasan global, kerusakan hutan dan spesies langka, serta pengembangan industri yang ramah lingkungan. Salah satu hasil konferensi yang fenomenal adalah dirumuskannya kerangka kerja internasional mengenai perubahan iklim atau lebih dikenal dengan *United Nation Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC)⁴³.

⁴³ Peranan Organisasi Internasional Dalam Penanggulangan Dampak Fenomena Perubahan Iklim Global dalam <https://www.academia.edu/23500732/> diakses pada 2 mei 2017

Lembaga ini memiliki tujuan meningkatkan kerjasama secara berkesinambungan dengan mengadakan berbagai konferensi yang dibuat melalui pertemuan atau forum-forum bilateral, regional dan multilateral seperti G8, G20, dan MEF (Major Economic Forum), dan juga dengan sejumlah organisasi LSM tingkat internasional, perwakilan-perwakilan antar negara dan organisasi kemasyarakatan.

Menurut Ketua Utusan Khusus Presiden Indonesia untuk Perubahan Iklim dan Ketua Harian Dewan Nasional Perubahan Iklim Indonesia **Rachmat Witoelar**, UNFCCC merupakan lembaga independen dan bukan merupakan bagian dari PBB. Otoritas tertinggi UNFCCC dipegang oleh pertemuan anggota yang dilakukan setiap tahunnya yang dikenal dengan nama *Conference of Parties* (COP) sejak tahun 1995.

COP dipimpin oleh seorang presiden yang secara bergantian dipimpin oleh perwakilan masing-masing kawasan atau regional PBB yaitu Afrika, Asia, Amerika Latin dan Karibia, Eropa Bagian Timur dan Tengah, Eropa barat dan daerah lainnya. Dan, Rachmat Witoelar adalah Presiden COP 13/CMP 3 yang diselenggarakan di Bali, Indonesia, pada tahun 2007.

Dua Badan UNFCCC

UNFCCC memiliki dua badan permanen yang masing-masing menangani urusan tertentu. Badan pertama yaitu penasehat sains dan teknologi atau *Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice* (SBSTA). Badan ini memiliki tanggung jawab memberi masukan atau saran pada COP dalam bidang ilmiah, teknologi dan metodologi. Tugas utama badan ini mempromosikan pengembangan dan transfer teknologi yang ramah lingkungan dan melakukan

pekerjaan teknis. Juga meningkatkan pedoman dalam menyiapkan komunikasi nasional dan inventarisasi emisi.

Selain itu SBSTA juga memainkan peranan penting sebagai penghubung antara informasi ilmiah yang disediakan oleh para ahli di IPCC dan kebijakan yang berorientasi terhadap kebutuhan COP. Badan ini juga kerap meminta informasi ilmiah lainnya kepada IPCC dan juga melakukan kerjasama dengan organisasi-organisasi internasional yang relevan lainnya untuk berbagi informasi mengenai pembangunan berkelanjutan.

Badan yang kedua yaitu badan pelaksana atau *Subsidiary Body for Implementation* (SBI). SBI bertanggung jawab dalam hal memberikan saran kepada COP dalam segala hal yang berkaitan dengan penerapan konvensi. Tugas utamanya adalah untuk menguji informasi dari inventarisasi komunikasi nasional dan inventarisasi emisi yang dikeluarkan oleh negara anggota dengan tujuan untuk menaksir efektifitas konvensi secara menyeluruh⁴⁴.

Jika menengok sejarahnya, sepanjang COP 1 dan COP 2 hampir tidak ada kesepakatan yang berarti dalam upaya penurunan emisi GRK (Gas Rumah Kaca). Sedangkan pada COP 3, event ini menjadi ajang perjuangan negosiasi antara negara-negara Annex 1 seperti Amerika Serikat, Kanada, Inggris, Prancis, Italia, Jepang, dan Australia yang lebih dulu mengemisikan GRK (gas rumah kaca) sejak revolusi industri tahun 1850-an dengan negara-negara berkembang yang rentan terhadap perubahan iklim.

Negara-negara maju memiliki kepentingan bahwa pembangunan di negara mereka tidak dapat lepas dari konsumsi energi dari sektor kelistrikan,

⁴⁴ *Ibid.*

transportasi, dan industri. Untuk mengakomodasikan kepentingan antara kedua pihak tersebut Protokol Kyoto adalah satu-satunya kesepakatan internasional untuk berkomitmen dalam mengurangi emisi GRK yang mengatur soal pengurangan emisi tersebut dengan lebih tegas dan terikat secara hukum, papar Rahmat Witoelar (Ketua Dewan Nasional Perubahan Iklim Republik Indonesia). Pada saat pertemuan otoritas tertinggi tahunan dalam UNFCCC ke-3 (*Conference of Parties 3 - COP*) yang diadakan di Kyoto (Jepang), suatu perangkat aturan yang disebut Protokol Kyoto diadopsi sebagai pendekatan untuk mengurangi emisi GRK. Kepentingan protokol tersebut adalah mengatur pengurangan emisi GRK dari semua negara-negara yang meratifikasi (mengadopsi) aturan. Protokol Kyoto ditetapkan tanggal 12 Desember 1997, kurang lebih 3 tahun setelah Konvensi Perubahan Iklim mulai menegosiasikan bagaimana negara-negara peratifikasi konvensi harus mulai menurunkan emisi GRK mereka. Negara-negara yang meratifikasi protokol ini berkomitmen untuk mengurangi emisi atau pengeluaran CO₂ dan lima gas rumah kaca lainnya, atau bekerja sama dalam perdagangan emisi jika mereka menjaga jumlah atau menambah emisi gas-gas tersebut, yang telah dikaitkan dengan pemanasan global. Jika sukses diterapkan, Protokol Kyoto diprediksi akan mengurangi rata-rata suhu global antara 0,02C dan 0,28C pada tahun 2050⁴⁵.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) atau Panel Antar pemerintah Tentang Perubahan Iklim adalah suatu panel ilmiah yang terdiri dari para ilmuwan dari seluruh dunia. IPCC didirikan pada tahun 1988 oleh dua organisasi PBB, *World Meteorological Organization* (WMO) dan *United Nations Environment Programme* (UNEP) untuk mengevaluasi risiko perubahan iklim

⁴⁵ *Ibid.*

akibat aktivitas manusia, dengan meneliti semua aspek berdasarkan pada literatur teknis/ilmiah yang telah dikaji dan dipublikasikan. Panel ini terbuka untuk semua anggota WMO dan UNEP. Laporan-laporan dari IPCC sering dikutip dalam setiap perdebatan yang berhubungan dengan perubahan iklim. Badan-badan nasional dan internasional yang terkait dengan perubahan iklim menganggap panel iklim PBB ini sebagai layak dipercaya. UNEP adalah badan resmi dari PBB, jadi UNEP dapat membuat kebijakan-kebijakan di bidang lingkungan. UNEP membuat kebijakan tentang manajemen ekosistem yang berada di bawah perubahan iklim, bagaimana merawat bidang sektor perikanan dan kelautan, dan riset tentang pengurangan resiko bencana alam. Program ini dinamakan *Ecosystem Management Programme*⁴⁶. UNEP Mengadakan *World Water Day* untuk kampanye tentang air bersih. Kinerja UNEP terfokus pada air bersih, hutan, kehidupan biota laut dan pesisir, juga servis ekosistem dan ekonomi. UNEP juga mengadakan UNEA atau *United Nations Environment Assembly* atau konferensi lingkungan PBB. *Event COP21* yang diadakan oleh PBB, yaitu konferensi tentang perubahan iklim yang diadakan di Paris pada tahun 2015. COP adalah *Conference of the Parties* yang dihadiri oleh perwakilan dari 196 partai yang mengadakan perjanjian berdasarkan konsensus untuk menurunkan emisi global. Perjanjian ini diikuti oleh 55 Negara di dunia.

Greenpeace adalah organisasi yang mendukung penggunaan energi alternatif dan pengurangan emisi karbon dunia. *Greenpeace* juga organisasi yang dalam kegiatannya berusaha mempengaruhi pembuat kebijakan untuk membuat kebijakan yang sesuai dengan lingkungan. Contohnya membantu penolakan

⁴⁶“Peranan Organisasi Internasional Dalam Penanggulangan Dampak Fenomena Perubahan Iklim Bagi Dunia Global” dalam <https://www.academia.edu/23500732> diakses pada 29 maret 2017

pembangunan PLTU baru, membantu orang-orang di Filipina untuk membuat tempat bebas rekayasa genetik, dan lain-lain.

Organisasi DNPI di Indonesia

Di Indonesia, penanggulangan masalah perubahan iklim dilaksanakan oleh pemerintah pusat, pemerintah daerah, sektor swasta, masyarakat madani, dunia pendidikan, masing-masing individu maupun pemangku kepentingan lainnya. Untuk mengkoordinasikan pelaksanaan pengendalian perubahan iklim dan untuk memperkuat posisi Indonesia di forum internasional dalam pengendalian perubahan iklim, Pemerintah Indonesia membentuk Dewan Nasional Perubahan Iklim (DNPI) melalui Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 46 Tahun 2008. Lembaga ini diketuai oleh mantan Menteri Lingkungan Hidup era 2004 - 2009 Prof. Rachmat Witoelar.

Menurut Rachmat, visi dari lembaga ini adalah mewujudkan pembangunan rendah emisi karbon yang mampu beradaptasi terhadap perubahan iklim dengan dukungan sistem pendanaan dan alih teknologi yang tepat guna⁴⁷.

Berdasar Perpres No. 46 Tahun 2008, tugas pokok dan fungsi DNPI meliputi: merumuskan kebijakan nasional, strategi program dan kegiatan pengendalian perubahan iklim; mengoordinasikan kegiatan dalam pelaksanaan tugas pengendalian perubahan iklim yang meliputi kegiatan adaptasi, mitigasi, alih teknologi dan pendanaan; merumuskan kebijakan pengaturan mekanisme

⁴⁷ *Ibid.*

dan tata cara perdagangan karbon; melaksanakan pemantauan dan evaluasi implementasi kebijakan tentang pengendalian perubahan iklim; dan memperkuat posisi Indonesia untuk mendorong negara-negara maju untuk lebih bertanggung jawab dalam pengendalian perubahan iklim.

Kementrian Lingkungan Hidup Indonesia juga bekerja sama dengan IPCC dan melaksanakan lokakarya dalam upaya untuk menanggulangi dampak dari perubahan iklim di Indonesia. Hasil dari lokakarya ini adalah untuk bagaimana kedepannya menguatkan para tim riset dalam meneliti tentang perubahan iklim dan solusinya. Selain itu juga dibentuk kebijakan-kebijakan dalam hal ini misalnya kebijakan riset nasional untuk mendukung implementasi pengendalian dampak perubahan iklim oleh deputi pendayagunaan ilmu pengetahuan dan teknologi kementrian riset dan teknologi⁴⁸.

⁴⁸ *Ibid.*