

PERUBAHAN IKLIM: SEBAB DAN DAMPAKNYA TERHADAP KEHIDUPAN

Kurniatun Hairiah, Subekti Rahayu, Didik Suprayogo dan Cahyo Prayogo



BAHAN AJAR 1

PERUBAHAN IKLIM: SEBAB DAN DAMPAKNYA TERHADAP KEHIDUPAN

Kurniatun Hairiah, Subekti Rahayu, Didik Suprayogo dan Cahyo Prayogo

World Agroforestry Centre (ICRAF)
dan Universitas Brawijaya

Sitasi

Hairiah K, Rahayu S, Suprayogo D, Prayogo C. 2016. *Perubahan iklim: sebab dan dampaknya terhadap kehidupan*. Bahan Ajar 1. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program dan Malang, Indonesia: Universitas Brawijaya.

Penerbitan publikasi ini didanai oleh European Union (EU) melalui proyek Participatory Civil Society Monitoring (ParCiMon), namun tanggungjawab mengenai isi naskah berada pada penulis.

Pernyataan Hak Cipta

The World Agroforestry Centre (ICRAF) memegang hak cipta atas publikasi dan halaman webnya, namun memperbanyak untuk tujuan non-komersial dengan tanpa merubah isi yang terkandung di dalamnya diperbolehkan. Pencantuman referensi diharuskan untuk semua pengutipan dan perbanyak tulisan dari buku ini. Pengutipan informasi yang menjadi hak cipta pihak lain tersebut harus dicantumkan sesuai ketentuan.

Link situs yang ICRAF sediakan memiliki kebijakan tertentu yang harus dihormati. ICRAF menjaga database pengguna meskipun informasi ini tidak disebarluaskan dan hanya digunakan untuk mengukur kegunaan informasi tersebut. Informasi yang diberikan ICRAF, sepengetahuan kami akurat, namun kami tidak memberikan jaminan dan tidak bertanggungjawab apabila timbul kerugian akibat penggunaan informasi tersebut. Tanpa pembatasan, silahkan menambah link ke situs kami www.worldagroforestry.org pada situs anda atau publikasi.

ISBN 978-979-3198-84-2

World Agroforestry Centre (ICRAF)
Southeast Asia Regional Program
Jl. CIFOR, Situ Gede, Sindang Barang, Bogor 16115
[PO Box 161 Bogor 16001] Indonesia
Tel: +(62) 251 8625 415 Fax: +(62) 251 8625416
Email: icraf-indonesia@cgiar.org
www.worldagroforestry.org/region/southeast-asia
www.blog.worldagroforestry.org

Foto Sampul

Kurniatun Hairiah, Rahman Pasha dan Meine van Noordwijk

Desain dan Tata letak

Bobby Haryanto, Riky Mulya Hilmansyah dan Tikah Atikah

2016

Sinopsis

Jawaban apa yang dapat kita berikan bila masyarakat bertanya tentang apa yang telah terjadi dengan iklim kita, mengapa terjadi perubahan iklim, apa dampaknya terhadap kehidupan, dan upaya-upaya yang harus kita ambil? Menjawab pertanyaan tersebut sangat penting terutama bagi masyarakat di negara berkembang yang terkena dampak perubahan iklim paling besar dan dalam skala paling luas. Telah banyak versi tulisan beredar tentang perubahan iklim dan dampaknya di Indonesia, namun demikian kebanyakan tulisan yang ada adalah berhubungan erat dengan kebijakan Pemerintah RI dalam mengantisipasi terjadinya perubahan iklim. Sementara itu, tingkat penguasaan masyarakat terhadap pemanasan global dan perubahan iklim masih bervariasi antar tempat dan golongan. Guna menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut di atas, dan guna mendukung rencana Pemerintah RI dalam menurunkan emisi GRK dan dampaknya bagi kehidupan, maka para pendamping masyarakat di berbagai daerah perlu dibekali dengan pengetahuan dasar sederhana tentang perubahan iklim.

Bahan ajar ini disusun menggunakan gaya bahasa lebih sederhana yang diharapkan dapat dengan mudah diserap dan dipahami oleh berbagai pihak, yang bermanfaat untuk mempelajari lebih jauh tentang cara praktis pengukuran cadangan karbon, keanekaragaman hayati dan fungsi hidrologi kawasan dalam bahan ajar lainnya yang telah dikembangkan bersamaan dengan tulisan ini. Selamat membaca, semoga bermanfaat.

Kata Pengantar

Dalam satu dekade ke depan ini diperkirakan kawasan tropis di seluruh dunia akan dihadapkan pada masalah perubahan iklim yang cukup serius, yang diperkirakan akan terjadi lebih awal dari pada di tempat-tempat lainnya. Banyak penelitian telah dilaporkan tentang dampak perubahan iklim yang sangat ekstrem terhadap kehidupan, lingkungan, sosial dan budaya serta beberapa upaya pengendaliaannya, namun bencana masih kerap terjadi yang tak jarang memakan banyak korban dan kerugian-kerugian lainnya.

Pemerintah RI telah bekerjasama dengan masyarakat untuk menyusun strategi adaptasi terhadap kondisi iklim yang berubah, dan juga sekaligus berupaya mengurangi penyebab terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim. Apa sebenarnya yang menyebabkan perubahan iklim? Parameter lingkungan apa yang berubah? Apa dampaknya bagi kehidupan dan lingkungan? Bahan ajar 1 ini berisi tentang pengertian pemanasan global dan perubahan iklim, sebab dan dampaknya terhadap lingkungan dan kehidupan. Bahan ajar ini disusun menggunakan bahasa yang sederhana agar dapat membantu masyarakat dari berbagai kalangan dalam pengendalian perubahan iklim.

Bahan ajar ini dapat tersusun berkat dukungan finansial dari Proyek Participatory Civil Society Monitoring (ParCiMon) Papua, tahun 2013-2016. Penulis juga menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para 'reviewer' yang telah memberikan masukan untuk perbaikan buku ini. Meskipun demikian, penulis mengakui bahwa buku ini masih jauh dari kesempurnaannya.

Akhir kata, penulis berharap, buku ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai kalangan dan dapat diterapkan hingga tujuan pembangunan berkelanjutan dengan rendah emisi dapat tercapai.

Malang, 4 Februari, 2016

Penulis

Perubahan Iklim: Pengantar Aktivitas Pemantauan dan Evaluasi

Di era perubahan iklim ini Pemerintah Indonesia harus berusaha keras untuk menyusun rancangan pembangunan daerah dengan tingkat emisi gas rumah kaca (GRK) yang rendah, dengan jalan mengendalikan deforestasi dan degradasi hutan. Tingkat keberhasilan dari upaya tersebut akan meningkat bila ada keterlibatan berbagai lapisan masyarakat, untuk itu tingkat pengetahuan dan ketrampilan masyarakat tentang cara menaksir emisi GRK perlu ditambah melalui pelibatan dalam pelatihan-pelatihan dan meningkatkan ketersediaan bahan ajar.

Tiga macam data utama yang dibutuhkan oleh Pemerintah saat ini terutama terkait dengan: (a) Perubahan emisi GRK terkait dengan kebakaran dan alih guna lahan hutan menjadi bentuk penggunaan lahan lainnya, maka perubahan emisi GRK di masa yang akan datang bisa ditaksir; (b) Kondisi keanekaragaman hayati dan jasa lingkungan yang ada, dan (c) kondisi hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS).

Guna mengetahui perubahan emisi GRK sebagai akibat adanya perubahan manajemen baik di lahan maupun di seluruh bentang lahan, maka perlu dilakukan **pemantauan** (monitoring) dan **evaluasi** (P&E), tahapan kegiatan secara skematis disajikan dalam Gambar 1. **Pemantauan**

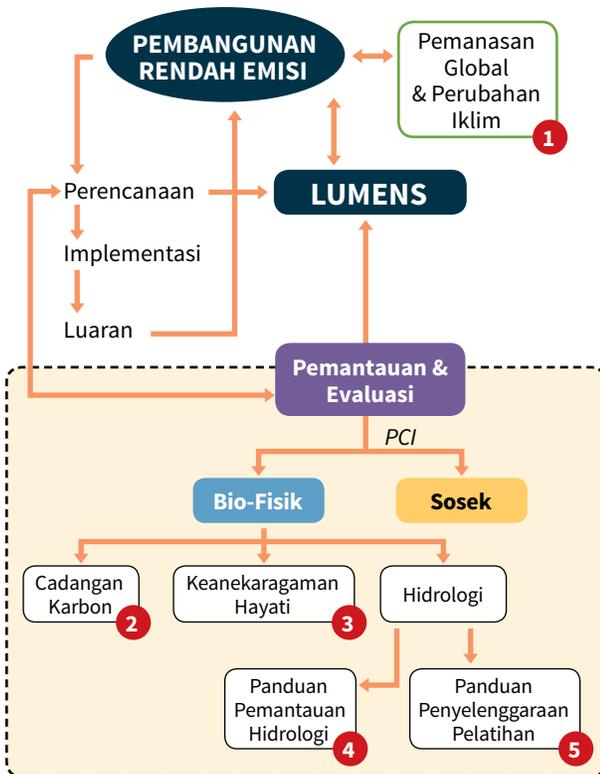


terhadap perubahan emisi yang terjadi sebagai akibat adanya manajemen yang dilakukan di tingkat lahan dan seluruh bentang lahan, selanjutnya dilakukan **evaluasi** secara analitis terhadap data hasil pengamatan yang diperoleh. Tujuan dari evaluasi tersebut adalah untuk mengetahui tingkat kemajuan akibat usaha manajemen yang telah dilakukan, dibandingkan dengan

Gambar 1. Empat langkah kegiatan sebagai upaya dalam menurunkan emisi GRK di suatu wilayah

rencana dan standard yang ada. Jadi, gol terakhir dari kegiatan P&E adalah perbaikan strategi manajemen lahan saat ini dan di masa mendatang untuk mendapatkan hasil dan dampak yang lebih menguntungkan.

Sebagai bagian dari kegiatan ParCiMon (*Participatory Civil Society Monitoring*) di Papua, Program Kerja (PK) 2 yaitu “Penguatan Kapasitas dalam Perencanaan, Pemantauan dan Evaluasi Berbasis Masyarakat”, ada dua kegiatan utama telah dilakukan untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat Papua adalah dengan: (a) Menyelenggarakan pelatihan pemantauan dan evaluasi cadangan karbon, keanekaragaman hayati dan tata air bentang lahan, (b) Penyediaan bahan bacaan yang relevan agar masyarakat dapat belajar lebih mandiri. Ada lima bahan ajar telah dikembangkan dan keterkaitan antar materi dalam kegiatan ParCiMon disajikan secara skematis dalam Gambar 2.



Keterangan

1, 2...5= Bahan ajar yang dikembangkan;
6 = Petunjuk praktis. LUMENS= Land Use Planning for Multiple Environmental Services

Gambar 2. Skema kegiatan ParCiMon dalam menurunkan emisi GRK di Papua (Keterangan: PCI = Principal Criteria and Indikator atau Prinsip Kriteria dan Penanda)

Bahan ajar yang telah dikembangkan dalam kegiatan ParCiMon tersebut adalah:

Bahan Ajar	Judul
1	Perubahan Iklim: Sebab dan Dampaknya Terhadap Kehidupan
2	Pengukuran cadangan karbon untuk masyarakat
3	Keanekaragaman hayati pada bentang lahan: Pemahaman, Pemantauan dan Evaluasi oleh masyarakat
4	Fungsi Hidrologi di Daerah Aliran Sungai (DAS): Pemahaman, Pemantauan dan Evaluasi
5	Pedoman Pelatihan untuk Pelatih: Pemantauan dan Evaluasi Fungsi Hidrologi DAS oleh Masyarakat

Bahan ajar 1, penulis memfokuskan pada upaya meningkatkan pemahaman masyarakat akan pemanasan global dan perubahan iklim, penyebab terjadinya pemanasan global, dan dampaknya terhadap kehidupan serta strategi pengendalian dampak perubahan iklim yang dilengkapi dengan contoh-contoh studi kasus. Materi dari bahan ajar ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman masyarakat agar dapat membantu Pemerintah Daerah dalam melaksanakan P&E perubahan lingkungan.

Bahan ajar 2, merupakan petunjuk praktis tentang cara menaksir (mengestimasi) jumlah cadangan karbon yang ada dalam biomasa tanaman, bahan ajar tersebut dilengkapi dengan tabel jumlah karbon yang terkandung dalam biomasa pohon yang dihitung menggunakan persamaan allometri berdasarkan data pengukuran diameter batang.

Bahan Ajar 3, penulis memfokuskan pada peningkatan pemahaman masyarakat mengenai keanekaragaman hayati, peran dan fungsinya dalam ekosistem dan kehidupan manusia serta dampak yang terjadi apabila kehilangan salah satu fungsi dari keanekaragaman hayati. Penulis juga memfokuskan pada peningkatan kapasitas masyarakat untuk dapat melakukan pengumpulan data dan informasi pada pemantauan dan evaluasi keanekaragaman hayati

Bahan Ajar 4. Dalam bahan ajar tersebut banyak dibahas tentang teknik pemantauan dan evaluasi kondisi hidrologi suatu DAS bagi para pendamping masyarakat, buku ini dilengkapi pula dengan prinsip pemantauan, kriteria dan penandanya.

Bahan Ajar 5. Bahan ajar 5 merupakan materi pendukung dari Bahan Ajar 4 yang dikembangkan untuk membantu para pendamping masyarakat dalam merancang dan menyelenggarakan kegiatan pelatihan Pemantauan dan Evaluasi bagi masyarakat.

Daftar Isi

Sinopsis.....	i
Kata Pengantar	ii
Perubahan Iklim: Pengantar Aktivitas Pemantauan dan Evaluasi	iii
Pemanasan global	1
Penyebab Pemanasan Global	3
2.1. Peningkatan jumlah gas rumah kaca di atmosfer.....	3
2.2. Apa itu gas rumah kaca?	4
2.3. Aktivitas Manusia sebagai Penyumbang GRK.....	6
2.3.1. Sektor Kehutanan	6
2.3.2. Industri.....	7
2.3.3. Transportasi	7
2.3.4. Pertanian	8
2.3.5. Peternakan.....	10
2.3.6. Limbah rumah tangga	10
Pemanasan Global dan Perubahan Iklim	11
3.1. Pengertian akan perbedaan cuaca dan iklim.....	11
Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kehidupan	15
4.1. Dampak dari peningkatan suhu bumi	15
4.2. Dampak dari perubahan curah hujan.....	15
4.3. Dampak dari kenaikan suhu dan tinggi muka laut (TML).....	15
4.4. Dampak dari peningkatan kejadian iklim dan cuaca ekstrim	16

Strategi Adaptasi dan Mitigasi Terhadap Perubahan Iklim	17
5.1. Apa itu ADAPTASI dan MITIGASI Perubahan Iklim?	17
5.2. Contoh kasus.....	18
5.2.1. Adaptasi Masyarakat Adat Terhadap Perubahan Iklim.....	18
5.2.2. Aksi Mitigasi Emisi Karbon di Papua.....	20
Daftar Pustaka	22

Daftar Tabel

Tabel 1. Emisi CO ₂ dan Rencana Aksi Penurunan Emisi di Kabupaten Jayapura, Jayawijaya dan Merauke (POKJA Teknis Pembangunan Rendah Emisi, 2015).....	20
---	----

Daftar Gambar

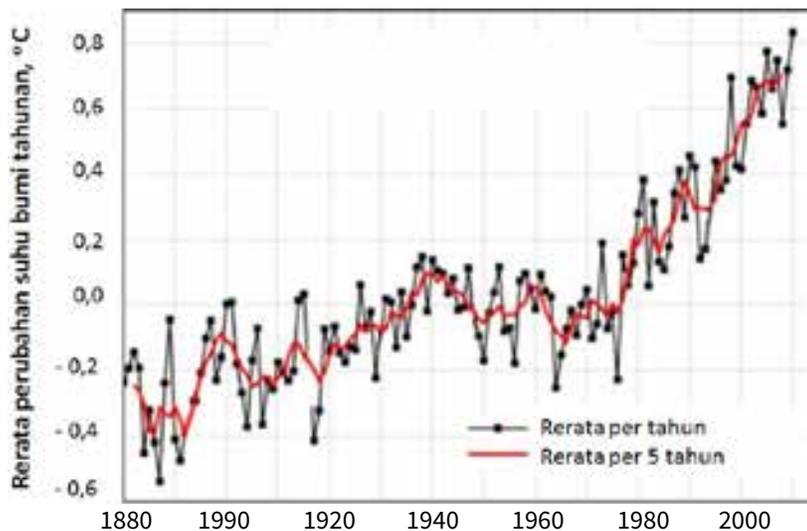
Gambar 1. Empat langkah kegiatan sebagai upaya dalam menurunkan emisi GRK di suatu wilayah ..	iii
Gambar 2. Skema kegiatan ParCiMon dalam menurunkan emisi GRK di Papua (Keterangan: PCI = Principal Criteria and Indikator atau Prinsip Kriteria dan Penanda).....	iv
Gambar 3. Rata-rata tahunan perubahan suhu global di permukaan bumi berdasarkan data pengamatan tahun 1880-2014 (NASA/GISS, 2015)	1
Gambar 4. (A) Lapisan dari GRK yang menyelimuti bumi akan menyerap radiasi gelombang dan diubah menjadi gelombang panjang yang memanaskan bumi, dan memantulkan kembali gelombang panjang kembali ke bumi sehingga suhu bumi semakin panas (Sumber: UNEP/ WMO, 2000), (B) Simulasi dalam kelas selama pelatihan, untuk memberikan gambaran pengabnya dalam rumah kaca dengan menutup kepala seorang peserta dengan sebuah kantong plastik.....	4
Gambar 5. Komposisi dan sumber Gas Rumah Kaca di alam	5
Gambar 7. Kegiatan penyediaan lahan pertanian dengan menebang pohon dan tumbuhan di hutan, dilanjutkan dengan pembakaran.....	6

Gambar 8.	Penggunaan energy BBM dalam operasional industry dan melepaskan beberapa macam gas.....	7
Gambar 9.	Kemacetan lalu lintas yang terjadi di beberapa tempat terutama di Jawa	7
Gambar 10.	Pemupukan berbagai hara untuk meningkatkan ketersediaan hara yang dilakukan pada masa pertumbuhan (musim penghujan).....	8
Gambar 11.	Pemupukan pada lahan pertanian system terbuka (jarak tanam lebar) berpotensi besar hara tidak terserap akar dan menguap ke udara	9
Gambar 12.	Pembajakan tanah sebagai persiapan tanam padi sawah.....	9
Gambar 13.	Peternakan sapi dan produksi kotoran padat dan cair yang kurang dikelola dengan benar, berpotensi besar meningkatkan pencemaran air tanah dan emisi N ₂ O	10
Gambar 14.	Tumpukan sampah yang terus menggunung di kota ikut berperan dalam meningkatkan emisi GRK.....	10
Gambar 15.	Simbol-simbol yang biasa digunakan untuk menunjukkan kondisi cuaca	12
Gambar 16.	Pembagian iklim berdasarkan posisi geografi	13
Gambar 17.	Perbedaan iklim karena perbedaan ketinggian tempat di Kabupaten Jayapura dan Kabupaten Jayawijaya.....	13
Gambar 18.	Skema upaya Adaptasi yang digambarkan dengan memasang sabuk pengaman dan upaya mitigasi kecelakaan dengan menginjak pedal rem	17
Gambar 19.	Buaya sungai lebih mudah terlihat di musim kemarau karena jumlah air sungai berkurang dan vegetasi di sekitar sungai juga semakin terbuka. (http://cabiklunik.blogspot.co.id/2011/04/tanah-air-hidup-mereka-bertumpu-di-rawa.html dan http://www.andi.my.id/2014/04/inilah-spesies-buaya-yang-ada-di.html)	19
Gambar 20.	Aksi mitigasi daerah dan area pelaksanaannya (POKJA Teknis Pembangunan Rendah Emisi, 2015)	21

01

Pemanasan global

Secara sederhana, pemanasan global dapat diartikan sebagai peningkatan suhu rata-rata permukaan bumi dari tahun ke tahun. Menurut laporan terbaru dari NASA/GISS (2015), bahwa suhu global terus mengalami kenaikan sebesar $0,68^{\circ}\text{C}$ hingga tahun 2014 (Gambar 3). Penyimpangan suhu atau lebih dikenal dengan anomali suhu ini jauh di atas rata-rata suhu bumi pada abad ke-20. Dilaporkan oleh Hance (2015) bahwa pada tahun 2014 adalah tahun terpanas dalam beberapa milenium terakhir. Pemanasan global tersebut berdampak terhadap mencairnya es di kutub utara dan selatan, maka tinggi permukaan laut meningkat sehingga akan mengganggu keseimbangan ekosistem dan semua kehidupan.



Gambar 3. Rata-rata tahunan perubahan suhu global di permukaan bumi berdasarkan data pengamatan tahun 1880-2014 (NASA/GISS, 2015)



Foto: ICRAF/Meine van Noordwijk

Penyebab Pemanasan Global

2.1. Peningkatan jumlah gas rumah kaca di atmosfer

Menurut laporan dari IPCC (2007) jumlah gas rumah kaca (GRK) di atmosfer akhir-akhir ini terus meningkat hingga dua kali lipat bila dibandingkan pada jaman pra industri. Ada tiga jenis GRK utama yaitu karbondioksida (CO_2) yang juga dikenal sebagai gas asam arang, gas metana (CH_4), gas tertawa atau dinitrogen oksida (N_2O) yang mempunyai rentang masa hidup cukup panjang 10 hingga 200 tahun. Dari ketiga GRK tersebut, gas CO_2 merupakan gas yang paling pesat laju peningkatannya, dan masa hidupnya paling panjang, walaupun kemampuan radiasinya lebih rendah dari pada kedua gas lainnya. Peningkatan konsentrasi GRK tersebut sebagian besar berhubungan erat dengan berbagai kegiatan manusia.

Di Indonesia, emisi GRK terbesar adalah berasal dari konversi lahan gambut dan alih fungsi hutan menjadi bentuk penggunaan lahan lainnya (LULUCF= *Land Use and Land Use Land Cover Change of Forest*), emisi dari industri, transportasi dan penambangan semen, pertanian, peternakan dan sebagainya. Berdasarkan laporan DNPI (Dewan Nasional Perubahan Iklim), bahwa pada tahun 2005 emisi GRK Indonesia kira-kira sebesar 4,97%, jumlah tersebut diperkirakan akan terus meningkat di tahun 2030 menjadi 5,1%. Oleh karena itu alih fungsi hutan di lahan gambut perlu diperhitungkan dengan seksama.

Lahan gambut merupakan timbunan bahan organik berumur puluhan bahkan ribuan tahun yang selalu tergenang sehingga proses pembusukannya berlangsung sangat lambat. Namun, dengan adanya alih fungsi gambut menjadi lahan pertanian atau penggunaan lainnya, melalui kegiatan penebangan pohon, pengeringan lahan, penambahan kapur untuk meningkatkan pH (menurunkan keasaman tanah) akan mempercepat proses pembusukan (dekomposisi) gambut. Hal tersebut akan terus melepaskan atau meng-emisikan gas CO_2 ke atmosfer dalam kurun waktu yang lama.

2.2. Apa itu gas rumah kaca?

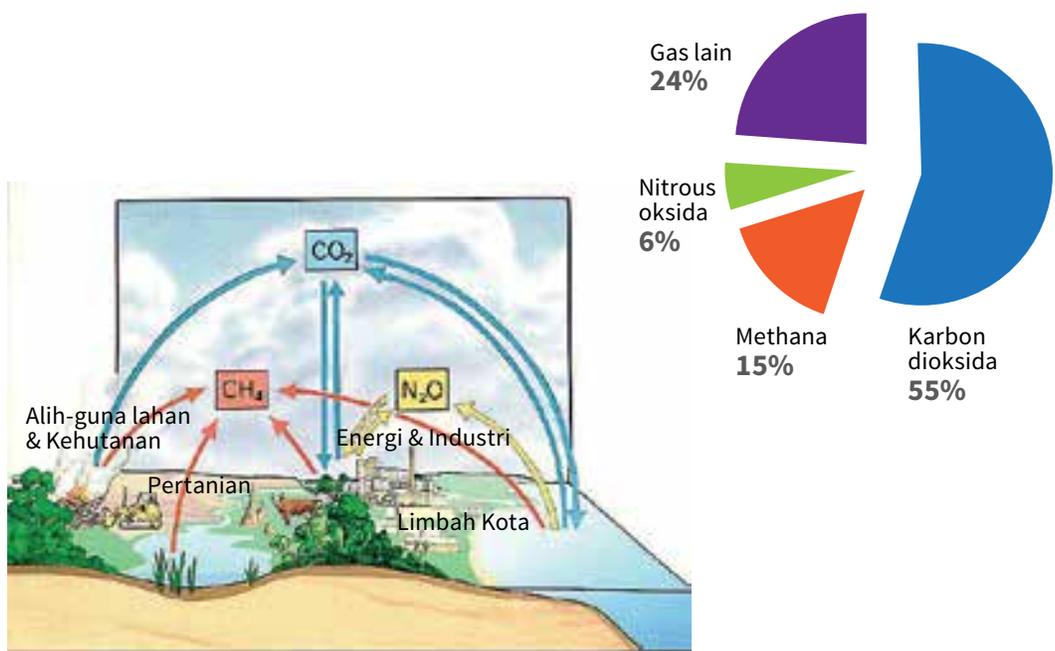
Sejak 20-30 tahun yang lalu, suhu di bumi semakin panas karena radiasi gelombang panjang matahari (sinar infra merah atau gelombang panas) yang dipancarkan oleh bumi terperangkap lapisan tebal yang terdiri dari berbagai gas, sehingga menyebabkan panas tidak dapat lepas ke angkasa sehingga suhu di bumi memanas (Gambar 4), rasanya pengap seperti saat kita berada di dalam rumah kaca. Oleh karena itu, kejadian seperti ini dinamakan sebagai “EFEK RUMAH KACA”. Pemanasan akibat efek rumah kaca ini dapat dirasakan oleh seluruh makhluk di bumi, maka kejadian ini juga dinamakan sebagai “PEMANASAN GLOBAL”.

Lapisan gas tebal yang menjebak gelombang panas matahari tersebut di atas berperan seperti dinding kaca, sehingga gasnya dinamakan “gas rumah kaca”. Semakin banyak gas rumah kaca yang ada di atmosfer, maka suhu di bumi menjadi semakin panas. Sebenarnya, efek rumah kaca ini sangat dibutuhkan oleh segala makhluk hidup yang ada di bumi, karena tanpa gas tersebut, planet bumi ini menjadi sangat dingin. Namun bila gas-gas tersebut berlebihan jumlahnya di atmosfer, maka semakin banyak sinar gelombang panjang yang terperangkap dan terjadi pemanasan global seperti saat ini.



Gambar 4. (A) Lapisan dari GRK yang menyelimuti bumi akan menyerap radiasi gelombang dan diubah menjadi gelombang panjang yang memanaskan bumi, dan memantulkan kembali gelombang panjang kembali ke bumi sehingga suhu bumi semakin panas (Sumber: UNEP/WMO, 2000), (B) Simulasi dalam kelas selama pelatihan, untuk memberikan gambaran pengabnya dalam rumah kaca dengan menutup kepala seorang peserta dengan sebuah kantong plastic. (foto: Universitas Brawijaya/Rika Ratna Sari)

Macam GRK yang terkumpul pada ketinggian antara 6,2 - 15 km di atas permukaan bumi, terdiri dari tiga gas utama yaitu gas asam arang atau karbon dioksida (CO_2), gas methana (CH_4), gas tertawa atau dinitrogen oksida (N_2O) (Gambar 5). Komposisi GRK di udara tersusun dari gas CO_2 55%, gas methana 15%, gas N_2O 6%, dan gas-gas lainnya 24%. Uap air (H_2O) sebenarnya juga merupakan GRK yang penting dan pengaruhnya dapat segera dirasakan. Misalnya pada saat menjelang hujan terdapat awan tebal dan kelembaban tinggi, udara terasa panas karena radiasi gelombang-panjang tertahan oleh uap air atau mendung yang menggantung di atmosfer. Namun demikian, keberadaan (masa tinggal) uap air di atmosfer lebih singkat dari pada ketiga gas tersebut di atas, maka perhatian terhadap uap air relatif lebih kecil..



Gambar 5. Komposisi dan sumber Gas Rumah Kaca di alam

Secara alami, GRK berasal dari respirasi tumbuhan, pelapukan bahan organik, aktivitas gunung berapi dan sebagainya, tetapi pada era industri ini GRK juga banyak berasal dari hasil samping aktivitas manusia (antropogenik) misalnya dari sektor industri, transportasi, kehutanan, pertanian, dan peternakan. Pelepasan GRK ke udara secara teknis disebut dengan EMISI, sedangkan penyerap GRK disebut dengan SEQUESTRASI.

2.3. Aktivitas Manusia sebagai Penyumbang GRK

2.3.1. Sektor Kehutanan

Kegiatan deforestasi (pengalih fungsian lahan hutan menjadi bentuk penggunaan lahan lainnya) dan adanya tindakan perusakan hutan dalam skala luas, berpengaruh sangat besar baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap peningkatan emisi GRK.

Pengaruh langsung:

- Aktivitas pembakaran selama membersihkan lahan untuk pertanian (Gambar 7), ada 2 gas yang dilepas ke udara yaitu CO₂ dan CH₄ (methana). Bila kondisinya kering, pembakaran berlangsung sempurna, maka gas yang dilepas terbanyak adalah gas CO₂, tetapi bila kondisinya agak lembab akan banyak diproduksi asap, maka banyak gas CH₄ yang dilepaskan;
- Kegiatan menebang dan mengangkut biomasa pohon keluar lahan, berarti penyerap gas buang CO₂ telah berkurang jumlahnya dari lahan.

Pengaruh tidak langsung:

- Penebangan vegetasi hutan, menyebabkan permukaan tanah terbuka, sehingga proses pembusukan atau pelapukan bahan organik berlangsung lebih cepat, hal tersebut menyebabkan jumlah gas CO₂ yang dilepas ke udara (emisi) meningkat.



Gambar 7. Kegiatan penyediaan lahan pertanian dengan menebang pohon dan tumbuhan di hutan, dilanjutkan dengan pembakaran. (foto: ICRAF/Meine van Noordwijk)

2.3.2. Industri

Semua kegiatan industri adalah bergantung pada penggunaan bahan bakar minyak (BBM). Selama pembakaran dilepaskan gas buang terbesar adalah CO₂.



Gambar 8. Penggunaan energy BBM dalam operasional industry dan melepaskan beberapa macam gas

<http://breakingenergy.com/2014/02/05/carbon-conversion-is-key-to-solving-climate-change-problems/>

2.3.3. Transportasi

Transportasi yang cukup padat, sering menyebabkan kemacetan lalu lintas kendaraan bermotor, sehingga terjadi peningkatan emisi gas buang CO₂, CH₄ dan N₂O dari penggunaan bahan bakar minyak.



Gambar 9. Kemacetan lalu lintas yang terjadi di beberapa tempat terutama di Jawa

<https://backthelight.wordpress.com/2014/03/05/jakarta-flooded-or-traffic-jammed-long-read/>

2.3.4. Pertanian

Penyediaan pangan, pakan, sandang, obat-obatan dan kebutuhan manusia lainnya tidak bisa lepas dari kegiatan pertanian. Manajemen lahan pertanian yang kurang memperhatikan kaidah-kaidah pelestarian alam, banyak menuai masalah di belakang hari. Beberapa kegiatan dalam sector pertanian yang berpotensi menjadi sumber emisi antara lain adalah:

1. **Pemupukan.** Penambahan pupuk nitrogen dalam bentuk urea dan pemberian kapur sering dilakukan pada lahan pertanian untuk memperbaiki kondisi kesuburan tanah. Namun demikian, bila jumlah nitrogen yang diberikan tidak terjangkau akar dan bila kondisi tanah basah maka jumlah gas N_2O yang dilepas ke udara semakin meningkat.



Gambar 10. Pemupukan berbagai hara untuk meningkatkan ketersediaan hara yang dilakukan pada masa pertumbuhan (musim penghujan). (foto: Universitas Brawijaya/Kurniatun Hairiah)

Pada kebun dengan jarak antar tanaman lebar, pemberian pupuk dengan cara disebar ke permukaan tanah akan meningkatkan jumlah pupuk yang hilang, karena pupuk tidak terjangkau oleh akar tanaman. Pada kondisi demikian, hara bisa hilang ke lapisan bawah lewat proses pencucian atau bila kondisi tanah tergenang maka nitrogen akan terlepas ke udara sebagai N_2O .



Gambar 11. Pemupukan pada lahan pertanian system terbuka (jarak tanam lebar) berpotensi besar hara tidak terserap akar dan menguap ke udara. (foto: Universitas Brawijaya/Kurniatun Hairiah)

2. **Penanaman padi sawah.** Budidaya padi sawah menghasilkan gas CH_4 terbesar dari pada kegiatan lainnya, karena adanya penggenangan. Sebagian besar gas CH_4 yang dihasilkan dialirkan melalui saluran aerenchima dari akar padi, merupakan sumber energy bagi bakteri metanotrop. Besarnya emisi GHG dari kegiatan ini adalah 60% berasal dari pembakaran, pelepasan gas N_2O dari kegiatan pemupukan, dan CO_2 dari proses respirasi tanaman dan dekomposisi (pelapukan).



Gambar 12. Pembajakan tanah sebagai persiapan tanam padi sawah (foto: Universitas Brawijaya/Kurniatun Hairiah)

2.3.5. Peternakan

Peternakan merupakan sektor yang cukup besar dalam menyumbang emisi gas CH_4 yaitu melalui pernafasan dan sendawa hewan terutama sapi, gas N_2O lewat produksi kotoran dan urin yang tidak dikelola dengan benar.



Gambar 13. Peternakan sapi dan produksi kotoran padat dan cair yang kurang terkelola dengan benar, berpotensi besar meningkatkan pencemaran air tanah dan emisi N_2O (foto: Universitas Brawijaya/Kurniatun Hairiah)

2.3.6. Limbah rumah tangga

Tumpukan sampah terus meningkat sejalan dengan meningkatnya jumlah penduduk. Dengan jalannya waktu, sampah baik organik maupun anorganik akan mengalami pelapukan yang menghasilkan gas CH_4 dan gas CO_2 lepas ke udara, tetapi produksi gasnya jauh lebih sedikit dari pada yang dihasilkan dari sektor kehutanan dan energi. Setiap 1 ton sampah padat akan menghasilkan sekitar 50 kg gas methane



Gambar 14. Tumpukan sampah yang terus menggunung di kota ikut berperan dalam meningkatkan emisi GRK

<http://www.kemendagri.go.id/news/2016/03/24/pemkab-bekasi-mewacanakan-bangun-tpa-baru>

Pemanasan Global dan Perubahan Iklim

Suhu rata-rata bumi telah menghangat sekitar $0,76^{\circ}\text{C}$ selama 100 tahun terakhir, dengan sebagian besar pemanasan ini terjadi dalam 20 tahun terakhir. Kenaikan suhu ini mungkin terlihat kecil, namun kenaikan kecil pada suhu berdampak besar bagi iklim dunia.

Di Indonesia, perubahan iklim ditunjukkan oleh adanya 4 hal, yaitu: (a) Peningkatan suhu rata-rata per tahunnya sekitar $0,3^{\circ}\text{C}$, (b) Curah hujan tahunan cenderung menurun sekitar 2-3%, (c) Berubahnya rata-rata curah hujan, di wilayah bagian selatan Indonesia cenderung menurun dan di bagian utara cenderung meningkat, (d) Terjadi pergeseran musim (penghujan dan kemarau). Pada musim hujan di wilayah selatan Indonesia semakin basah, sedangkan di wilayah utara semakin kering pada musim kemarau (Boer and Faqih, 2004).

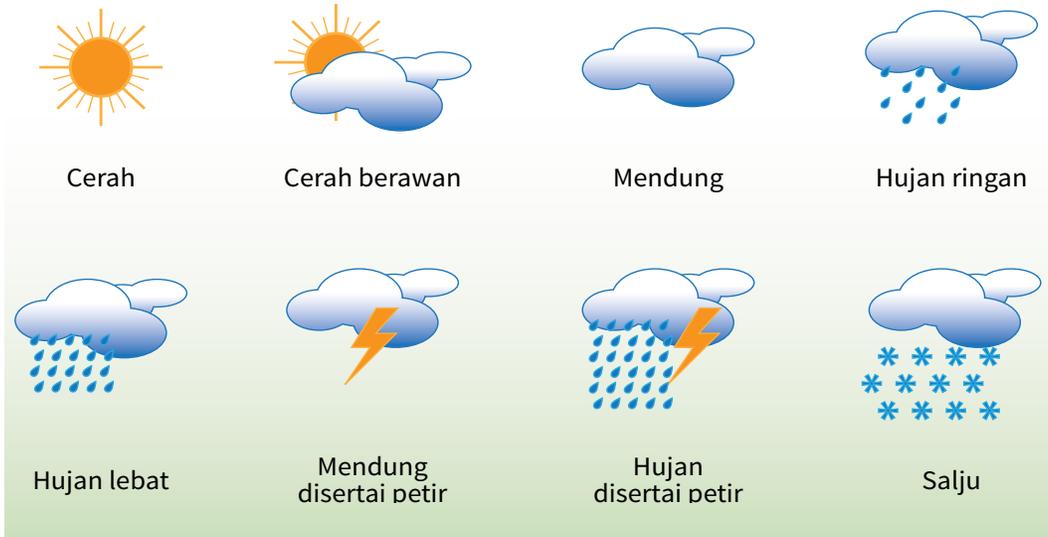
3.1. Pengertian akan perbedaan cuaca dan iklim



Apakah anda merasakan bahwa kondisi di bumi kita selalu berubah? Coba pandang kedepan sejenak, mungkin anda akan melihat perubahan cuaca. Bila anda memandang dalam waktu yang lebih panjang, anda akan melihat perubahan musim. ... DAN....Iklim di bumi ini juga telah berubah, tetapi Anda tidak dapat melihatnya dengan mudah! Anda hanya dapat melihat akibatnya dan merasakan dampaknya. —Jadi, apa beda cuaca dan iklim?

Cuaca adalah keadaan udara seperti suhu, kelembaban, kecepatan angin, penyinaran matahari pada suatu tempat dalam jangka waktu terbatas. Cuaca dapat berubah-ubah dalam waktu yang sangat singkat dalam ukuran jam, bahkan menit. Contoh, suhu dan kelembaban udara dapat berubah setiap saat bila ada awan tebal; panas terik tiba-tiba berubah menjadi hujan; panas terik berubah menjadi hujan angin kencang dan sebagainya.

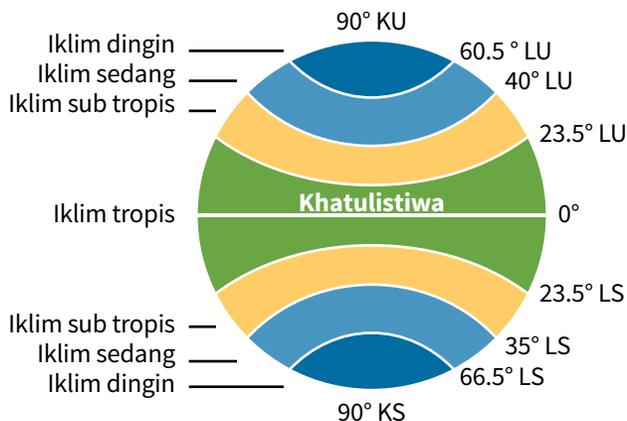
Beberapa istilah yang digunakan untuk menunjukkan cuaca antara lain: cerah, cerah berawan, hujan, hujan badai, hujan disertai petir dan lain sebagainya yang seringkali disajikan dalam bentuk symbol seperti ditunjukkan dalam Gambar 15.



Gambar 15. Simbol-simbol yang biasa digunakan untuk menunjukkan kondisi cuaca

Prakiraan cuaca sangat diperlukan sebagai informasi dalam pengoperasian pesawat terbang dan kapal laut, untuk tujuan keamanan. Oleh karena itu, stasiun pengamat cuaca umumnya ditempatkan di lapangan udara dan pelabuhan. Selain untuk kepentingan penerbangan dan perjalanan melalui laut, pencatatan cuaca secara terus menerus dalam waktu yang lebih lama dapat menunjukkan iklim suatu daerah.

Iklim adalah kondisi rata-rata cuaca suatu wilayah yang lebih luas dan dalam waktu yang lebih lama, paling tidak selama 30 tahun, jadi iklim bersifat lebih stabil. Iklim dipengaruhi oleh letak geografi dan topografi (rupa bumi) suatu tempat. Indonesia termasuk dalam iklim tropis. Pembagian iklim berdasarkan letak geografi adalah: iklim tropis untuk daerah katulistiwa antara 0° - $23,5^{\circ}$ LU dan 0° - $23,5^{\circ}$ LS, iklim subtropis antara $23,5^{\circ}$ - 40° LU dan $23,5^{\circ}$ - 40° LS, iklim sedang 40° - $60,5^{\circ}$ LU dan 40° - $60,5^{\circ}$ LS dan iklim dingin (iklim kutub) antara $60,5^{\circ}$ - 90° LU dan $60,5^{\circ}$ - 90° LS seperti pada Gambar 16.



Sumber data: http://www.ilmuku.com/file.php/1/simulasi/mp_214/materi1.html , Pustekkom Kemdikbud@2013

Gambar 16. Pembagian iklim berdasarkan posisi geografi

Perbedaan topografi berpengaruh terhadap iklim suatu daerah. Sebagai contoh, Kabupaten Jayapura yang berada pada ketinggian antara 0,5 – 1.500 m di atas permukaan laut termasuk dalam daerah beriklim basah, sedangkan Kabupaten Jayawijaya yang berada pada ketinggian antara 1.500 – 2.000 m di atas permukaan laut termasuk beriklim sedang. Bentang lahan pada kedua daerah ini memiliki kisaran suhu, rata-rata hari hujan tahunan dan komposisi jenis tumbuhan yang berbeda (Gambar 17).



KABUPATEN JAYAPURA: terletak antara 0,5 – 1.500 m dpl, suhu udara berkisar antara 25 - 35 °C dengan rata-rata 26 °C. Musim hujan hampir sama dengan musim kering. Curah hujan berkisar antara 1.500 - 6.000 mm/tahun, dengan jumlah hari hujan dalam setahun berkisar antara 159 - 229 hari.



KABUPATEN JAYAWIJAYA: terletak pada ketinggian antara 1.500 – 2.000 m dpl, suhu udara berkisar antara 14,5 - 24,5 °C. Rata-rata curah hujan 1.900 m/tahun, dengan hari hujan rata-rata setahun 192 hari, merata sepanjang tahun sehingga sulit dibedakan antara musim kemarau dan musim penghujan.

Gambar 17. Perbedaan iklim karena perbedaan ketinggian tempat di Kabupaten Jayapura dan Kabupaten Jayawijaya. (foto: Universitas Brawijaya/Kurniatun Hairiah)

Pemahaman cuaca dan iklim secara baik oleh masyarakat sangat penting bagi kehidupan manusia terutama di bidang pertanian dan transportasi. Di bidang pertanian, iklim ini sangat penting berkaitan dengan penentuan jenis tanaman yang dapat dibudidayakan, karena salah satu faktor yang mempengaruhi kesesuaian tanaman pada suatu daerah adalah iklim. Sebagai contoh, tanaman kelapa dapat berproduksi dengan baik pada dataran rendah, tetapi pada dataran tinggi di atas 1.200 m di atas permukaan laut (dpl) produktivitasnya sangat rendah. Sementara cuaca penting bagi pertanian berkaitan dengan penentuan waktu tanam.

Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kehidupan

4.1. Dampak dari peningkatan suhu bumi

Pemanasan global berakibat langsung pada peningkatan suhu bumi. Suhu bumi yang meningkat dapat berdampak langsung terhadap kehidupan manusia melalui:

- Peningkatan konsumsi energi dan meningkatnya ancaman kelaparan akibat penurunan produksi tanaman atau gagal panen, sebagai akibat dari evaporasi yang berlebihan sehingga ketersediaan air sangat terbatas, serangan hama dan penyakit yang meningkat.
- Meningkatnya serangan wabah penyakit malaria, demam berdarah, diare, gangguan pernafasan akibat meningkatnya kabut asap karena kebakaran hutan dan sebagainya.

4.2. Dampak dari perubahan curah hujan

Perubahan yang terjadi ditunjukkan dengan adanya ketidak-menentuan musim, meningkatnya curah hujan pada saat musim penghujan sehingga meningkatkan potensi kejadian banjir dan longsor yang dapat mengurangi luasan lahan pertanian, kekeringan dan penurunan ketersediaan air berkepanjangan yang akan mempengaruhi pasokan air untuk wilayah perkotaan dan pertanian, serta meluasnya kebakaran hutan.

4.3. Dampak dari kenaikan suhu dan tinggi muka laut (TML)

Kenaikan suhu permukaan laut berdampak terhadap 2 hal:

1. Merusak terumbu karang (*coral bleaching*) dan mengubah arus laut yang berakibat pada pola migrasi ikan di laut yang berdampak besar terhadap penghasilan nelayan,
2. meluasnya genangan air laut dan abrasi di wilayah pesisir serta peningkatan intrusi air laut ke daratan sehingga mengancam kehidupan di wilayah pesisir.

4.4. Dampak dari peningkatan kejadian iklim dan cuaca ekstrim

Dampak terjadinya cuaca ekstrim bisa beragam, bisa terjadi secara spontan dan memakan banyak korban dalam jumlah besar (bencana), tetapi juga bisa berdampak tidak langsung yaitu melalui hilangnya beberapa jasa lingkungan di lingkup sektor pertanian, perikanan dan kelautan serta kesehatan. Dalam sektor pertanian antara lain berkurangnya populasi hewan penyerbuk tanaman (polinator) dan penyebar biji seperti burung, serta berkurangnya populasi musuh alami dari hama dan penyakit tanaman.

Strategi Adaptasi dan Mitigasi Terhadap Perubahan Iklim

Mengingat masalah perubahan iklim ini sangat kompleks yang mencakup banyak sektor, maka penyelesaian masalah yang dihadapi juga harus dilakukan secara terpadu dari banyak sektor sehingga adaptasi dan pengurangan resiko bencana merupakan suatu tantangan baru untuk disinergikan dalam sistem pembangunan nasional.

Perubahan iklim telah terjadi dan dampaknya sudah dirasakan oleh semua makhluk hidup di semua belahan bumi ini, maka banyak upaya yang bisa dilakukan untuk mengendalikan dampak dari perubahan iklim, baik dengan cara ADAPTASI atau MITIGASI atau kombinasi keduanya.

5.1. Apa itu ADAPTASI dan MITIGASI Perubahan Iklim?

Upaya ADAPTASI dan MITIGASI dapat diilustrasikan sebagai orang mengendarai mobil (Gambar 15). Dalam perjalanannya pengemudi harus menginjak rem agar mobil tidak menabrak. Upaya menginjak rem tersebut adalah upaya MITIGASI karena pengemudi hanya mengurangi kecepatan atau bahkan menghentikan mobil. Selanjutnya, mobil akan menabrak atau tidak menabrak, pengemudi harus memasang sabuk pengaman sebagai antisipasi terjadinya kecelakaan. Upaya tersebut adalah upaya ADAPTASI karena tidak ada upaya mengurangi kecepatan mobil.



Gambar 18. Skema upaya Adaptasi yang digambarkan dengan memasang sabuk pengaman dan upaya mitigasi kecelakaan dengan menginjak pedal rem.

ADAPTASI merupakan cara/upaya dalam menghadapi efek dari perubahan iklim, dengan melakukan penyesuaian yang tepat dengan melakukan upaya untuk mengurangi pengaruh merugikan dari perubahan iklim, atau memanfaatkan pengaruh positifnya (Nair, 2011). Sebagai contoh, adanya strategi dan kebijakan umum Kementerian Pertanian (2011) dalam menanggulangi dampak perubahan iklim terhadap pertanian adalah memposisikan program aksi adaptasi pada subsektor tanaman pangan dan hortikultura sebagai prioritas utama. Sementara, MITIGASI adalah segala upaya yang dilakukan untuk mengendalikan penyebab terjadinya perubahan iklim (emisi GRK), yaitu dengan menyerap CO₂ di udara dan menyimpannya dalam tanaman dan tanah baik dalam ekosistem hutan maupun pertanian dalam jangka waktu yang lama, misalnya system kebun campuran (agroforestri). Namun demikian, kebun campuran banyak macamnya tergantung dari lokasi (iklim, tanah dan posisinya dalam lanskap), manajemen dan kebutuhan pasar; sehingga pengembangannya memerlukan pendekatan yang lebih seksama.

5.2. Contoh kasus

5.2.1. Adaptasi Masyarakat Adat Terhadap Perubahan Iklim

Dampak perubahan iklim terhadap kehidupan telah banyak dilaporkan. Sebagai contoh di Kalimantan Barat, pada tahun 2006 telah terjadi krisis pangan di dua desa di Kecamatan Tanjung Lokang. Hal tersebut diduga terjadi karena produksi pertanian menurun bahkan mengalami gagal panen akibat kemarau panjang. Di laporkan pula bahwa di Kalimantan Barat telah terjadi gagal panen di pertengahan tahun 2010 akibat cuaca yang selalu berubah-ubah tak menentu, sehingga produksi beras menurun hingga 70% dari produksi sebelumnya. Akibatnya, petani lebih berfokus untuk memperbaiki produksi getah pohon karetnya guna menutup biaya beli beras.

Sebagai akibat dari bencana banjir di sejumlah kabupaten di Provinsi Kalimantan Barat tersebut, ratusan ribu orang kehilangan harta bendanya—yang berarti angka kemiskinan akan semakin meningkat (<http://www.jeratpapua.org/2014/05/13/banjir-dan-perubahan-iklim-di-papua/>).

Contoh lain adalah dari bumi Papua. Boissiere *et al.*, (2013) melaporkan hasil kegiatan penelitian yang dilakukan di Mamberamo, bahwa adanya ketidak-menentuan cuaca yang terjadi akhir-akhir ini berdampak langsung dan tidak langsung terhadap kehidupan, antara lain yaitu:

1. Bencana banjir dan longsor lebih sering terjadi, selain mengurangi luasan lahan pertanian juga berdampak mengurangi luasan daerah tangkapan ikan dan arena berburu hewan liar

2. Kegiatan berburu binatang. Di musim kemarau, jumlah perburuan buaya semakin meningkat karena binatang tersebut semakin mudah terlihat (Gambar 16). Biasanya, buaya dimanfaatkan daging dan kulitnya. Demikian pula dengan burung kasuari dan kanguru dahan yang menjadi lebih sering terlihat dekat dengan sumber air, sehingga hewan tersebut lebih mudah menjadi obyek perburuan, maka potensi kepunahan dari hewan-hewan liar tersebut akan meningkat
3. Wabah malaria, diare dan influenza semakin meluas
4. Ketersediaan air sumur semakin terbatas dan bila ada-- air sumur berkualitas rendah dikarenakan tingkat salinitas yang tinggi. Hal tersebut terjadi mungkin berhubungan dengan berkurangnya vegetasi di hutan.



Gambar 19. Buaya sungai lebih mudah terlihat di musim kemarau karena jumlah air sungai berkurang dan vegetasi di sekitar sungai juga semakin terbuka. (<http://cabiklunik.blogspot.co.id/2011/04/tanah-air-hidup-mereka-bertumpu-di-rawa.html> dan <http://www.andi.my.id/2014/04/inilah-spesies-buaya-yang-ada-di.html>)

Masyarakat desa umumnya mempunyai pengetahuan lokal yang selaras dengan alam sekitarnya sehingga mereka bisa bertahan dengan perubahan kondisi yang terjadi di sekitarnya. Sebagai contoh berikut adalah usaha masyarakat Mamberamo untuk beradaptasi dengan masalah yang timbul terkait dengan perubahan iklim tersebut di atas, antara lain adalah:

1. Adaptasi terhadap banjir di musim penghujan: Masyarakat menanam tanaman (semusim) di tempat-tempat yang terlindung dari banjir, membangun ladang baru di tempat yang lebih tinggi, membangun rumah bergaya panggung, dan menyiapkan tempat tinggal yang letaknya lebih tinggi (lereng atas) sebagai tempat untuk mengungsi bila terjadi banjir.
2. Adaptasi terhadap kekeringan di musim kemarau: Sebenarnya di musim kemarau, masyarakat lebih diuntungkan dengan jumlah tangkapan ikan yang semakin banyak, tetapi untuk petani ikan mereka melapisi kolam ikannya dengan terpal agar

kehilangan air dapat lebih terkontrol. Makanan pokok biasanya mereka makan ketela (batatas) beralih ke ubi kayu (kaspi), karena tanaman ubi kayu lebih tahan terhadap kekeringan; sedangkan kebutuhan sayuran seperti daun belinjo (Gnemo) digantikan oleh daun-daun dari tumbuhan liar yang ada di hutan seperti daun pakis dan sebagainya. Penyediaan air tawar dilakukan dengan jalan mengambil air dari tempat lain yang letaknya jauh dari tempat tinggal mereka.

3. Adaptasi terhadap suhu tinggi. Masyarakat banyak mengganti atap rumah dengan atap daun pandan untuk mendapatkan suhu dan ventilasi udara yang lebih sejuk, atau mereka berpindah ke gubuk-gubuk sementara yang dibangun di hutan yang lebih tertutup dengan kanopi pohon yang rapat. Upaya lain biasanya adalah masyarakat melakukan upacara adat meminta hujan.

Pertanyaan untuk Latihan

Berdasarkan uraian contoh kasus di atas, coba pikirkan macam strategi adaptasi yang bisa disarankan kepada para peneliti untuk mendukung program pemerintah dalam mengantisipasi perubahan iklim.

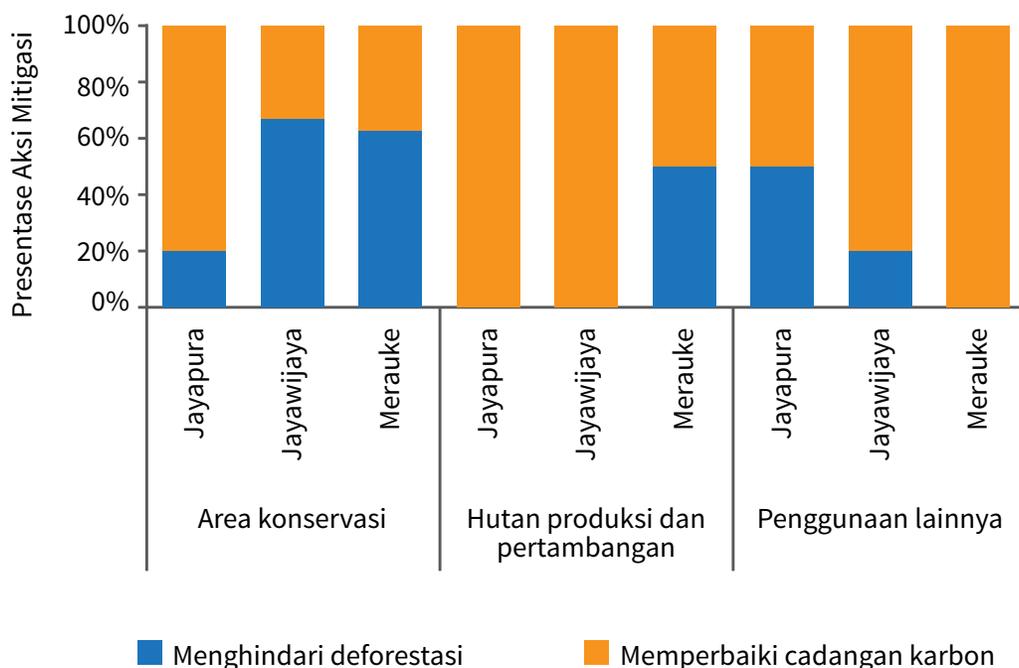
5.2.2. Aksi Mitigasi Emisi Karbon di Papua

Sebagai bagian dari proses pembangunan rendah emisi di Papua (POKJA Teknis Pembangunan Rendah Emisi, 2015) diawali dengan kegiatan penghitungan besarnya emisi di tiga Kabupaten perwakilan yaitu Jayapura, Jayawijaya dan Merauke (Tabel 1). Emisi terbesar terjadi di Kabupaten Merauke yang sebagian besar berasal dari lahan pertanian basah, dengan demikian rencana aksi penurunan emisi terbesar diajukan oleh Merauke sebesar 20% dari total emisi BAU.

Tabel 1. Emisi CO₂ dan Rencana Aksi Penurunan Emisi di Kabupaten Jayapura, Jayawijaya dan Merauke (POKJA Teknis Pembangunan Rendah Emisi, 2015)

Kabupaten	Emisi CO ₂ th 2020 berdasarkan BAU (M ton CO ₂ eq./th)	Aksi Mitigasi	Rencana Aksi Penurunan Emisi (M ton M ton CO ₂ eq./th)
Jayapura	2.12	8	0.30 (14% dari BAU)
Jayawijaya	1.23	10	0.62 (50% dari BAU)
Merauke	59.4	6	11.83 (20% dari BAU)

Pada dasarnya ada 2 strategi mitigasi yang direncanakan daerah yaitu meningkatkan cadangan karbon dan menghindari deforestasi serta kerusakan hutan, tentu saja pelaksanaannya akan dipengaruhi oleh rencana pembangunan daerah masing-masing, topografi, iklim dan latar belakang budaya. Pada umumnya Pemerintah Daerah yang ada lebih memilih strategi meningkatkan cadangan karbon dengan melakukan penanaman berbagai jenis pohon (Gambar 20), kecuali di area konservasi dimana penghindaran deforestasi lebih banyak dipilih seperti yang ditunjukkan oleh Kabupaten Jayawijaya dan Merauke. Upaya meningkatkan cadangan karbon melalui penanaman pepohonan akan dilakukan di area hutan produksi, hutan bakau dan lahan bekas pertambangan atau di area penggunaan lahan lainnya.



Gambar 20. Aksi mitigasi daerah dan area pelaksanaannya (POKJA Teknis Pembangunan Rendah Emisi, 2015)

Peningkatan jumlah pohon di suatu wilayah tidak hanya menguntungkan dari segi penurunan emisi karbon, namun yang paling utama dengan peningkatan jumlah pohon di kawasan bermanfaat dalam meningkatkan pendapatan di masa mendatang, menjaga kondisi hidrologi kawasan sehingga menghasilkan air dalam jumlah cukup dan berkualitas baik, serta menjaga keanekaragaman hayati.



Foto: Universitas Brawijaya/Kurniatun Hairiah

Daftar Pustaka

- [DNPI] Dewan Nasional Perubahan Iklim. 2010. *Kurva biaya (cost curve) pengurangan gas rumah kaca Indonesia*. 58 hal.
- [BAPPENAS] Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. 2011. Pedoman Pelaksanaan rencana aksi penurunan emisi Gas Rumah Kaca.
- Boissiere M, Locatelli B, Sheil D, Padmanaba M, Sajudin Ermayanti. 2013. Local perceptions of climate variability and change in tropical forests of Papua, Indonesia. *Ecology and Society* 18(4) 13. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05822-180413>
- Boer, Faqih. 2004. Climate risk and adaptation country profile (Indonesia). Vulnerability, risk reduction and adaptation to climate change. World Bank Group.
- [IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. *Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, Switzerland. pp 104.
- UNEP/WMO. 2000. The global climate 2001-2010. A decade of climate extremes. Summary Report. WMO No 1119, 20 hal.
- Watson RT, Noble IR, Bollin B, Ravindranath NH, Verardo DJ, Dokken DJ. 2000. Land Use, Land-Use Change and Forestry. A Special Report of the IPCC. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 377pp.

Jawaban apa yang dapat kita berikan bila masyarakat bertanya tentang apa yang telah terjadi dengan iklim kita, mengapa terjadi perubahan iklim, apa dampaknya terhadap kehidupan, dan upaya-upaya yang harus kita ambil? Menjawab pertanyaan tersebut sangat penting terutama bagi masyarakat di negara berkembang yang terkena dampak perubahan iklim paling besar dan dalam skala paling luas. Telah banyak versi tulisan beredar tentang perubahan iklim dan dampaknya di Indonesia, namun demikian kebanyakan tulisan yang ada adalah berhubungan erat dengan kebijakan Pemerintah RI dalam mengantisipasi terjadinya perubahan iklim. Sementara itu, tingkat penguasaan masyarakat terhadap pemanasan global dan perubahan iklim masih bervariasi antar tempat dan golongan. Guna menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut di atas, dan guna mendukung rencana Pemerintah RI dalam menurunkan emisi GRK dan dampaknya bagi kehidupan, maka para pendamping masyarakat di berbagai daerah perlu dibekali dengan pengetahuan dasar sederhana tentang perubahan iklim.

Bahan ajar ini disusun menggunakan gaya bahasa lebih sederhana yang diharapkan dapat dengan mudah diserap dan dipahami oleh berbagai pihak, yang bermanfaat untuk mempelajari lebih jauh tentang cara praktis pengukuran cadangan karbon, keanekaragaman hayati dan fungsi hidrologi kawasan dalam bahan ajar lainnya yang telah dikembangkan bersamaan dengan tulisan ini. Selamat membaca, semoga bermanfaat.

