



Meliput cuaca ekstrem dan perubahan iklim

Panduan bagi jurnalis



Ben Clarke
Imperial College London

Friederike Otto
Imperial College London



World Weather Attribution

Daftar isi

Kata Pengantar	4
Pengantar	8
Studi atribusi peristiwa Gambaran umum	10
Kajian atribusi peristiwa Contoh-contoh	14
Bagaimana meliput peristiwa cuaca ekstrem ketika tidak ada studi atribusi	18
Gelombang Panas	20
Banjir.	23
Kekeringan	26
Kebakaran hutan dan lahan	29
Siklon tropis	31
Salju tebal	34
Cuaca ekstrem dan perubahan iklim Daftar cek satu halaman!	36

Kata Pengantar

Ahmad Arif

Jurnal senior Kompas dan co-founder
Lapor Iklim yang fokus pada peliputan
isu sains, lingkungan hidup, dan bencana.

Suhu bulan Juni 2024 tercatat 1,5 derajat celcius lebih panas di atas suhu rata-rata bulan Juni selama tahun 1850-1900. Dengan catatan ini, suhu Bumi telah menembus ambang batas 1,5 derajat Celcius selama 12 bulan berturut-turut dan bulan ke-13 yang mencetak rekor suhu tertinggi. Catatan kenaikan suhu Bumi ini dilaporkan Copernicus Climate Change Service ERA5 dalam laporan terbarunya pada Senin (8/7/2024). Menurut laporan tersebut, suhu udara permukaan rata-rata global selama periode 12 bulan terakhir (Juli 2023 – Juni 2024) mencapai 1,64 derajat Celcius di atas rata-rata pra-industri tahun 1850-1900.

Suhu yang memanas telah mengganggu sistem atmosfer sehingga memicu kontras cuaca ekstrem dalam beberapa tahun terakhir: di satu bagian gelombang panas, namun di bagian lain hujan lebat memicu banjir dan longsor.

Di Chile, panas ekstrem telah memicu kebakaran hutan hebat yang menewaskan sedikitnya 51 orang pada Minggu (5/5/2024). Di Brazil, banjir besar dan longsor menewaskan sedikitnya 78 orang, sementara 105 orang lainnya masih hilang, dan 175 orang luka-luka. Hampir 19.000 orang kehilangan tempat tinggal akibat banjir ini, sekitar 116.000 orang mengungsi, dan hampir 850.000 orang terkena dampaknya di 341 kota di Brazil.

Kontras cuaca ekstrem juga terjadi di Afrika. Hujan lebat telah menyebabkan banjir besar dan tanah longsor di Kenya, Tanzania, dan Burundi. Sekitar 210 orang tewas di Kenya sejak Maret, dan 90 orang lainnya hilang. Sementara itu, di Tanzania 155 orang meninggal, dan

di Burundi 29 orang kehilangan nyawa. Sebelumnya, pada akhir Maret dan awal April, panas ekstrem melanda negara-negara di Sahel dan Afrika Barat. Suhu terpanas terjadi pada 3 April, saat Mali mencatat suhu 48,5 derajat Celcius. Rumah Sakit Gabriel-Toure, di Ibukota Mali mengumumkan lonjakan jumlah kematian berlebih, dengan 102 kematian selama empat hari pertama bulan April.

Gelombang panas yang memecahkan rekor tertinggi juga melanda negara-negara Asia Selatan dan sebagian Asia Tenggara beberapa waktu lalu. Rekor suhu nasional Myanmar tercapai pada Senin (29/4/2024), dengan suhu 48,2 derajat Celcius. Kamboja dan Thailand juga mengalami suhu panas yang luar biasa, dan suhu panas ekstrem telah meluas hingga ke India, di mana banyak lokasi yang suhunya mencapai suhu tertinggi di siang hari melebihi 46 derajat Celcius.

Indonesia juga mengalami bencana terkait cuaca yang tak berkesudahan. Data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) menunjukkan, frekuensi dan intensitas bencana di Indonesia terkait cuaca terus meningkat. Kini, semakin sering kita temui, di sebagian wilayah Indonesia mengalami kemarau dan kekeringan, namun di bagian lain mengalami banjir dan longsor hebat.

Deretan bencana terkait cuaca merupakan sinyal nyata dari pemanasan global yang mengacaukan iklim di Bumi kita. Namun, tidak semua bencana ini semata-mata dipicu oleh krisis iklim. Bencana kerap terjadi karena kombinasi berbagai faktor, termasuk juga karena merosotnya daya dukung lingkungan dan buruknya tata kelola.

Jurnalis perlu menyampaikan peristiwa bencana ini dengan akurat, termasuk bukti-bukti saintifik, untuk mengurangi bias pemahaman masyarakat. Menggunakan istilah-istilah yang tidak tepat justru bisa memicu kebingungan, bahkan penyangkalan di masyarakat. Misalnya, penggunaan istilah “cuaca ekstrem”. Jurnalis perlu menjelaskan tren perubahan iklim jangka panjang sehingga publik memahami bahwa fenomena cuaca ekstrem adalah bagian dari pola yang lebih besar akibat perubahan iklim.

Di satu sisi, melaporkan bencana alam seperti banjir, kebakaran hutan, atau badai tanpa mengaitkannya dengan perubahan iklim bisa berdampak mengurangi pemahaman publik tentang bagaimana perubahan iklim memperburuk frekuensi dan intensitas bencana alam tersebut. Hal ini pada akhirnya bisa melemahkan rasa tanggungjawab dan upaya melakukan mitigasi terkait iklim.

Namun di sisi lain, banyak jurnalis gagal menyertakan penjelasan ilmiah tentang bagaimana perubahan iklim berkontribusi terhadap bencana tersebut. Hal ini juga bisa menyebabkan informasi yang disampaikan menjadi kurang edukatif dan tidak memberi pemahaman yang cukup mendalam tentang mekanisme di balik bencana, yang justru bisa memicu maraknya penyangkal terhadap krisis iklim.

Sebagian jurnalis juga kerap memberitakan bencana ini hanya untuk mencari sensasi dan dramatisasi, tanpa menyajikan fakta-fakta penting, upaya, dan solusi yang bisa dilakukan. Dampaknya membuat masyarakat khawatir dan panik. Hanya berfokus pada bencana. Tanpa membahas langkah-langkah mitigasi dan adaptasi yang sedang atau bisa dilakukan, justru akan memicu terjadinya pengabaian atau banalisme. Cuaca ekstrem yang berulang kali melanda bisa dianggap sebagai "normal yang baru", bahkan sangat normal. Mereka yang menormalisasi anomali demi anomali ini akhirnya tidak menyadari betapa buruknya kondisi Bumi saat ini dan kurang termotivasi untuk melawan pemanasan global: normal chaos of everyday life.

Dengan menghindari kesalahan-kesalahan ini, jurnalis dapat memberikan laporan yang lebih akurat, informatif, dan konstruktif tentang bencana yang berkaitan dengan krisis iklim, membantu meningkatkan kesadaran publik serta mendorong tindakan yang lebih efektif dalam menangani perubahan iklim. Panduan ini bermaksud membantu para jurnalis menjawab pertanyaan-pertanyaan "atribusi kejadian ekstrem" dengan perubahan iklim secara lebih akurat dan proporsional, tanpa melebih-lebihkan atau mengurangi substansinya.

Sekalipun tidak semua atribusi kejadian ekstrem dalam panduan ini sesuai konteks Indonesia. Misalnya, keberadaan salju tebal yang lebih cocok untuk negara subtropis. Namun demikian, kejadian ekstrem lain seperti banjir, kekeringan, dan kebakaran hutan serta lahan, sangat sesuai dengan dinamika di Indonesia. Untuk siklon tropis, zona tropis di Indonesia merupakan pusat pembentukan siklon, tetapi biasanya kita hanya mendapat dampak tidak langsung. Namun demikian, dalam beberapa tahun terakhir, intensifikasi siklon tropis yang semakin cepat telah menimbulkan tantangan besar jika terjadi di dekat daratan, seperti ketika Siklon Seroja melanda sebagian wilayah Nusa Tenggara Timur (NTT) pada tahun 2021.

Pengantar

Peristiwa cuaca ekstrem, seperti gelombang panas, hujan deras, badai dan kekeringan, semakin sering terjadi dan semakin kuat di berbagai belahan dunia, sebagai imbas dari perubahan iklim buatan manusia. Namun, tidak semuanya menjadi lebih sering, dan perubahannya tidaklah merata di seluruh dunia. Kejadian-kejadian ini sering kali berdampak luas pada masyarakat, termasuk hilangnya hasil panen dan lahan pertanian, rusaknya harta benda, gangguan besar terhadap ekonomi, dan timbulnya korban jiwa. Setelah peristiwa ekstrem terjadi dengan dampak yang parah, banyak perhatian publik yang timbul terhadap penyebabnya. Pertanyaan yang sering muncul adalah: “Apakah ini disebabkan oleh perubahan iklim?”

Panduan ini bermaksud membantu para jurnalis menjawab pertanyaan ini. Pertama, panduan ini memperkenalkan ilmu ‘atribusi kejadian ekstrem’ - metode untuk mengaitkan (atau tidak) sejauh mana peristiwa cuaca dipengaruhi oleh perubahan iklim. Kedua, buku ini menjabarkan pernyataan-pernyataan tepercaya mengenai beberapa jenis cuaca ekstrem yang paling menarik perhatian publik, bahkan ketika tidak ada penelitian ilmiah spesifik yang dilakukan. Hal ini didasarkan pada pengetahuan mutakhir terkini, yang menggunakan kajian peristiwa ekstrem baru-baru ini, dan laporan terbaru dari Panel Antarpemerintah tentang Perubahan Iklim (IPCC). Di bagian akhir, Anda akan menemukan daftar cek yang mudah dibaca untuk tiap-tiap jenis cuaca ekstrem.

Ada tiga kesalahan umum yang dilakukan oleh organisasi berita ketika meliput peristiwa cuaca ekstrem: mengabaikan perubahan iklim sebagai penyebab peristiwa tersebut, mengaitkan peristiwa tersebut dengan perubahan iklim tanpa memberikan bukti pendukung untuk klaim tersebut, dan menjadikan perubahan iklim sebagai satu-satunya penyebab peristiwa cuaca ekstrem.

Hal ini terjadi, antara lain, karena pertanyaan apakah perubahan iklim menyebabkan suatu peristiwa, meskipun tampak masuk akal, tidak dikemukakan dengan baik. Sebagai contoh, jika seorang perokok berat terkena kanker paru-paru, kita tidak akan mengatakan bahwa rokok lah yang menyebabkan kanker tersebut - tetapi kita dapat mengatakan bahwa kerusakan yang disebabkan oleh rokok lah yang membuat kanker tersebut menjadi lebih mungkin terjadi. Demikian pun, perubahan iklim tidak dapat menyebabkan suatu peristiwa, karena semua peristiwa cuaca memiliki banyak penyebab, termasuk peluang, karena sifat cuaca sehari-hari yang tidak menentu. Namun, perubahan iklim dapat mempengaruhi seberapa besar kemungkinan dan seberapa kuatnya suatu kejadian. Dan karena itu, perubahan iklim dapat mempengaruhi seberapa besar dampak suatu peristiwa tertentu terhadap manusia, harta benda, dan alam. Jurnalis yang ditugaskan untuk menjawab kepentingan publik ketika terjadinya bencana, perlu mengetahui bagaimana perubahan iklim mempengaruhi setiap peristiwa cuaca. Atribusi kejadian ekstrem adalah cara yang dapat digunakan oleh para ilmuwan untuk memberikan jawaban.

Sebelumnya, para ilmuwan sebagian besar menghindari menghubungkan setiap peristiwa cuaca dengan perubahan iklim. Alih-alih, mereka menunjuk ke arah tren, dan mengatakan bahwa suatu peristiwa mungkin mencerminkan satu hal, yang dapat lebih sering kita lihat di masa depan. Namun, perubahan iklim telah memberikan pengaruh yang besar terhadap cuaca yang kita alami, dan ini telah berlangsung selama beberapa dekade. Ilmu pengetahuan akhirnya menjadi sepadan dengan fakta ini. Dalam beberapa tahun terakhir, sejumlah metode telah dikembangkan, dan memungkinkan para ilmuwan untuk mengetahui hubungan antara perubahan iklim global dan kejadian cuaca ekstrem, menghitung seberapa besar atau kecil kemungkinannya, dan mengukur intensitasnya, suatu peristiwa terjadi karena pemanasan global.

Jawabannya bervariasi dari peristiwa satu ke lainnya, berdasarkan jenis cuaca, lokasi, waktu dalam setahun, serta seberapa parah, luas, dan lamanya. Tidak semua kejadian cuaca ekstrem menjadi lebih sering terjadi dan lebih buruk karena perubahan iklim. Beberapa mungkin berkurang kemungkinannya karena perubahan iklim, atau mungkin tidak banyak berubah. Oleh karena itu, jurnalis dimohon untuk berhati-hati dalam membuat hubungan yang mungkin tidak ada.

Tujuan dari panduan ini adalah untuk membantu jurnalis melaporkan peristiwa cuaca ekstrem secara akurat, dalam konteks planet yang memanas: bagaimana cara terbaik untuk menginformasikan kepada audiens, tentang dampak perubahan iklim terhadap peristiwa ekstrem yang semakin sering kita alami, tanpa melebih-lebihkan atau mengerdilkan kaitannya?

Studi atribusi peristiwa

Gambaran umum

Gagasan untuk mengaitkan sebuah peristiwa cuaca datang dari seorang ilmuwan iklim yang rumahnya tengah didatangi banjir. Ketika dia menyaksikan air naik, dia mulai merenungkan pertanyaan tentang tanggung jawab - **siapa yang harus disalahkan** atas dampak lokal dari perubahan iklim global? Dan apakah mungkin untuk mencari hubungan ini lewat ketelitian ilmiah?

Studi atribusi peristiwa menghitung apakah, dan sejauh mana, suatu peristiwa ekstrem tertentu menjadi lebih (atau kurang) kemungkinannya, dan/atau lebih intens karena perubahan iklim.

Studi **atribusi peristiwa ekstrem pertama** diterbitkan pada tahun 2004, berkaitan dengan gelombang panas pada tahun sebelumnya. Musim panas tahun 2003 sangatlah panas di Eropa Barat, gelombang panas yang belum pernah terjadi sebelumnya dan **menewaskan 70.000 orang**. Setelah bencana di seluruh wilayah ini, para peneliti menggunakan model iklim untuk mencari tahu peran yang dimainkan oleh perubahan iklim.

Mereka melakukan langkah-langkah berikut:

- Pertama, mereka mensimulasikan iklim modern (yang menghangat oleh aktivitas manusia) ribuan kali. Sederhananya, menjalankan simulasi model iklim berulang

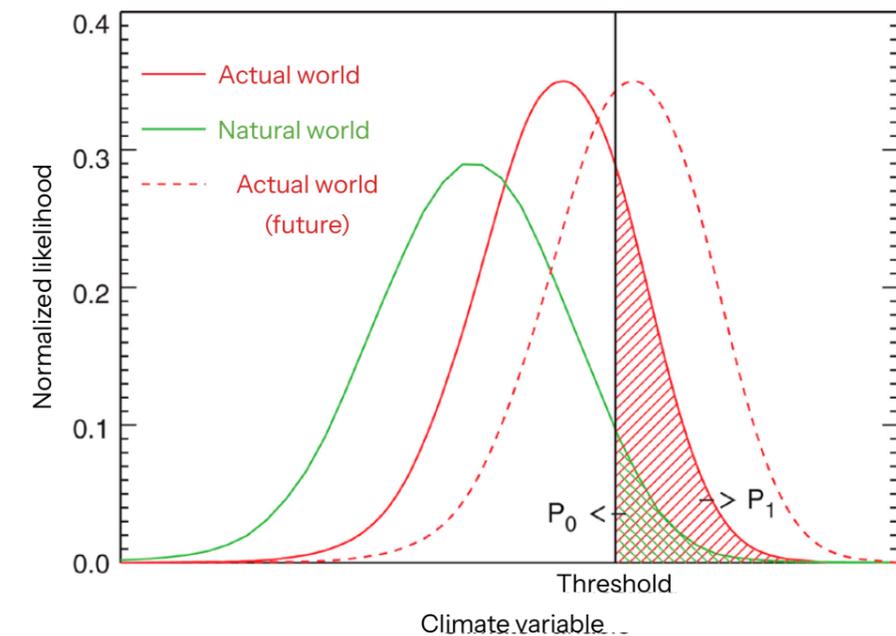
kali dengan kondisi yang sama, yang pada dasarnya menghasilkan cuaca ribuan tahun dalam iklim saat ini. Hal ini berguna untuk mempelajari cuaca ekstrem karena berdasarkan definisi, cuaca ekstrem jarang terjadi. Dalam simulasi ini, mereka menghitung berapa kali gelombang panas ekstrem seperti tahun 2003 terjadi. Mereka menemukan bahwa itu sangat jarang terjadi, bahkan di dunia yang semakin hangat.

- Kedua, mereka mensimulasikan iklim tanpa adanya emisi dari manusia, termasuk gas rumah kaca dan aerosol, yang secara efektif menghapus perubahan iklim yang diciptakan oleh manusia. Diketahui dengan jelas berapa banyak gas rumah kaca yang ada di atmosfer akibat pembakaran bahan bakar fosil, sehingga hal ini dapat ditentukan dengan mudah. Kemudian mereka menghitung berapa kali gelombang panas yang ekstrem terjadi. Itu jauh lebih jarang lagi. Bahkan, saking jaranganya, kejadian tersebut hampir tidak mungkin terjadi tanpa pengaruh manusia.
- Terakhir, mereka membandingkan angka-angka antara pemanasan global dan tanpa pemanasan global, dan menyimpulkan bahwa efek perubahan iklim buatan manusia, telah membuat kejadian seperti musim panas di Eropa, menjadi setidaknya dua kali lebih mungkin terjadi, dan bisa saja jauh lebih mungkin terjadi.

Sejak tahun 2004, studi atribusi telah dilakukan untuk berbagai peristiwa cuaca di seluruh dunia oleh para peneliti dari berbagai negara- meski baik dari segi studi maupun peneliti, sangat **condong ke negara maju di Global Utara**. Kendati demikian, saat ini telah ada metode yang mapan dan telah berkembang, melampaui tiga langkah yang dijelaskan di atas, yang dokumentasinya bisa dilihat **di sini**, untuk mengaitkan berbagai jenis peristiwa cuaca ekstrem.

Pertama-tama, para ilmuwan mendefinisikan kejadian ekstrem. Hal ini tidaklah gampang, karena peristiwa yang sama - katakanlah gelombang panas di Inggris - dapat

digambarkan dengan beberapa cara, seperti tiga hari dengan suhu lebih dari 30°C di London, atau sepuluh hari dengan suhu lebih dari 25°C di seluruh Inggris dan Wales. Pilihan ini mempengaruhi hasil studi atribusi. Pendekatan modern menggunakan sejumlah definisi dan menghitung hasilnya untuk masing-masing. Ini memberikan gambaran kepada para ilmuwan tentang bagaimana definisi kejadian mempengaruhi hasil, dan memungkinkan mereka untuk menyesuaikan studi, terhadap aspek kejadian yang paling terkait dengan dampak. Dalam kasus di atas, gelombang panas di London mungkin lebih berdampak meskipun terjadi di wilayah yang lebih kecil, karena gelombang panas tersebut jauh lebih parah.



Gambar 1 | Atribusi kejadian ekstrem dalam praktiknya, dari **Stott et al., 2016**. Kedua kurva mewakili variabel iklim, seperti suhu harian. Suhu rata-rata adalah yang paling mungkin terjadi (puncak kurva), sedangkan suhu ekstrem (panas dan dingin, di ujung masing-masing) adalah yang paling kecil kemungkinannya. Kurva hijau menunjukkan seberapa besar kemungkinan suhu tersebut, terjadi di dunia pra-industri yang tidak menghangat oleh pengaruh manusia, sedangkan warna merah adalah dunia modern. Garis ambang batas adalah apa yang kami pilih ketika peristiwa ekstrem (misalnya hari yang sangat panas) terjadi. Kemudian, ukuran relatif area yang diarsir menunjukkan seberapa besar kemungkinan kejadian tersebut terjadi di dunia modern. Garis putus-putus menunjukkan bagaimana cuaca dapat berubah lagi di masa depan - dalam hal ini menunjukkan bahwa hari yang sangat panas pada iklim saat ini dapat menjadi hari yang relatif sejuk pada iklim di masa depan.

Analisis atribusi saat ini terdiri dari tiga metode yang terpisah namun saling berkaitan. Langkah-langkah yang tercantum di atas menjelaskan satu bagian dari metodologi modern: mensimulasikan dan membandingkan iklim modern dan pra-industri dengan model iklim. Banyak model iklim yang berbeda digunakan untuk memastikan hal tersebut. Bagian kedua menggunakan metode yang menggabungkan pengamatan data cuaca dari masa kini dan masa lalu untuk melihat bagaimana probabilitas (kemungkinan) kejadian serupa telah berubah. Bagian terakhir menggunakan model iklim dengan cara yang sama seperti pengamatan. Alih-alih mensimulasikan dunia dengan dan tanpa pengaruh manusia, model ini mensimulasikan iklim dari tanggal historis - katakanlah tahun 1900 - hingga masa kini, dengan emisi manusia yang perlahan-lahan meningkat. Hal ini memungkinkan para ilmuwan untuk mendeteksi tren yang ekstrem serta menghitung perubahan probabilitas secara keseluruhan. Dengan menggunakan beberapa metode atribusi, serta model iklim yang berbeda, untuk menilai pengaruh perubahan iklim, **membuat hasil menjadi lebih reliabel.**

Hasil penelitian ini memungkinkan para ilmuwan untuk membuat pernyataan tentang peristiwa cuaca: "Peristiwa ini setidaknya dua kali lebih mungkin terjadi akibat perubahan iklim yang disebabkan oleh manusia", atau, "Gelombang panas ini terjadi 3 derajat lebih panas dibandingkan dengan yang seharusnya terjadi di dunia tanpa pemanasan global." Kami juga dapat mengatakan bahwa suatu kejadian tidak mungkin terjadi tanpa adanya perubahan iklim, karena kejadian tersebut tidak memiliki preseden historis dan tidak dapat disimulasikan dalam model tanpa adanya perubahan iklim.

Basis data (database) hasil studi atribusi kejadian yang telah dilakukan terhadap kejadian-kejadian ekstrem di seluruh dunia (lebih dari 400 kejadian hingga saat ini) **dipublikasikan di Carbon Brief.** Sejak tahun 2014, sebuah inisiatif yang dipimpin oleh kolaborasi ilmuwan atribusi seluruh Eropa, **World Weather Attribution** (Atribusi Cuaca Dunia), telah melakukan sejumlah kajian atribusi cepat. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan hasil mengenai peran perubahan iklim secepat mungkin- bahkan dalam beberapa kasus, saat kejadian masih berlangsung. Karena skala waktu yang singkat dalam penelitian ini, mereka mempublikasikan hasilnya lebih cepat daripada tinjauan sejawat (peer review), tetapi menggunakan metode yang telah melalui tinjauan sejawat.

Baru-baru ini, studi atribusi telah digunakan dalam berbagai kesempatan. Misalnya, sebagai bukti dalam kasus-kasus litigasi iklim yang penting, seperti **Juliana vs Amerika Serikat, Pabai Pabai and Guy Paul Kabai vs Persemakmuran Australia**, dan **Lluyia vs RWE**, serta klaim terhadap Jair Bolsonaro di **Mahkamah Pidana Internasional.** Memanfaatkan atribusi secara efektif dalam kasus-kasus hukum merupakan bidang penelitian yang berkembang pesat. Lebih lanjut, **penelitian** mengenai atribusi sebagai alat komunikasi perubahan iklim menunjukkan bahwa "atribusi menjanjikan [...] karena kemampuannya untuk menghubungkan informasi ilmiah yang baru, menarik perhatian, dan spesifik terhadap peristiwa tertentu dengan pengalaman pribadi dan pengamatan terhadap peristiwa ekstrem."

Kajian atribusi peristiwa

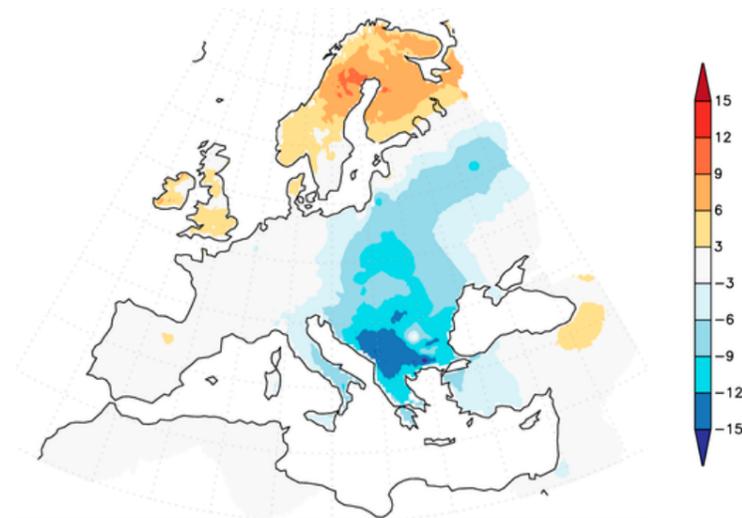
Contoh-contoh

Banjir di Bangladesh

Agustus 2017

- **Peristiwa:** Pada bulan Agustus 2017, Bangladesh mengalami curah hujan yang tinggi, di mana aliran air dari hulu di India bergabung dengan cekungan sungai yang besar. Daerah aliran sungai Brahmaputra menampung sebagian besar air ini dan meluap, menyebabkan genangan air yang memecahkan rekor serta banjir yang meluas, terutama di bagian utara negara tersebut. Banjir ini berdampak pada rumah dan mata pencaharian hampir tujuh juta orang.

- **Kaitan dengan perubahan iklim:** Studi atribusi yang dilakukan untuk peristiwa ini tidak dapat menyimpulkan apakah curah hujan ekstrem telah menjadi lebih intens karena perubahan iklim. Hal ini sebagian karena catatan curah hujan yang pendek, dan sebagian lagi karena aerosol sulfat di sekitar Asia Selatan menyebabkan efek pendinginan lokal, sehingga mengimbangi sebagian pemanasan global. Namun, di masa depan, dengan pemanasan global sebesar 2°C, kejadian curah hujan ekstrem seperti ini akan menjadi sekitar 70% lebih mungkin terjadi.

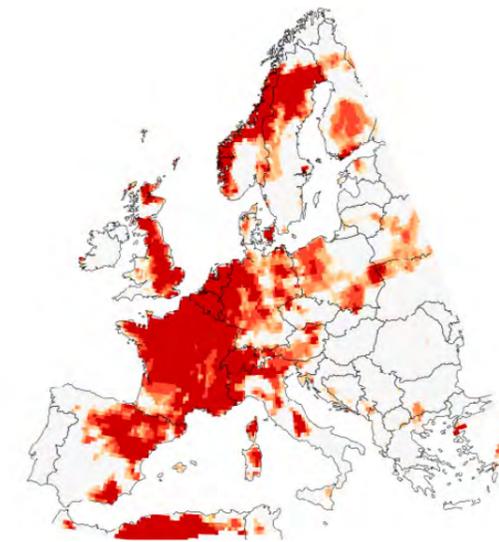


Gambar 2 | Penyimpangan dari normal suhu rata-rata harian selama lima hari dari tanggal 7-11 Januari 2017 di Eropa. Sumber: [World Weather Attribution](#) (diakses pada: 27/10/2021)

Suhu dingin ekstrem di Eropa tenggara

Januari 2017 | Gambar 2

- **Peristiwa:** Pada bulan Januari 2017, sebuah sistem tekanan tinggi membawa suhu dingin yang ekstrem dan salju ke Italia, Balkan, dan Turki. Daerah yang terkena dampak berkisar antara 5-12°C di bawah rata-rata pada waktu itu dan kondisi ekstrem menyebabkan penutupan sekolah, kecelakaan di jalan raya, dan pembatalan penerbangan.
- **Kaitannya dengan perubahan iklim:** Peristiwa seperti ini tidak sepenuhnya baru, tapi terjadi kira-kira sekali dalam 35 tahun. Suhu di wilayah ini sangat bervariasi, sehingga tidak mungkin untuk memberikan angka pada efek pemanasan global. Namun, jelas bahwa peristiwa hawa dingin seperti ini akan lebih dingin sebelum adanya perubahan iklim yang diciptakan oleh manusia.



Gambar 3 | Peringkat suhu maksimum tahunan yang diamati di Eropa pada tahun 2019 dibandingkan dengan tahun 1950-2018. Sumber: [World Weather Attribution](#) (diakses pada: 27/10/2021)

Gelombang panas di Eropa Barat

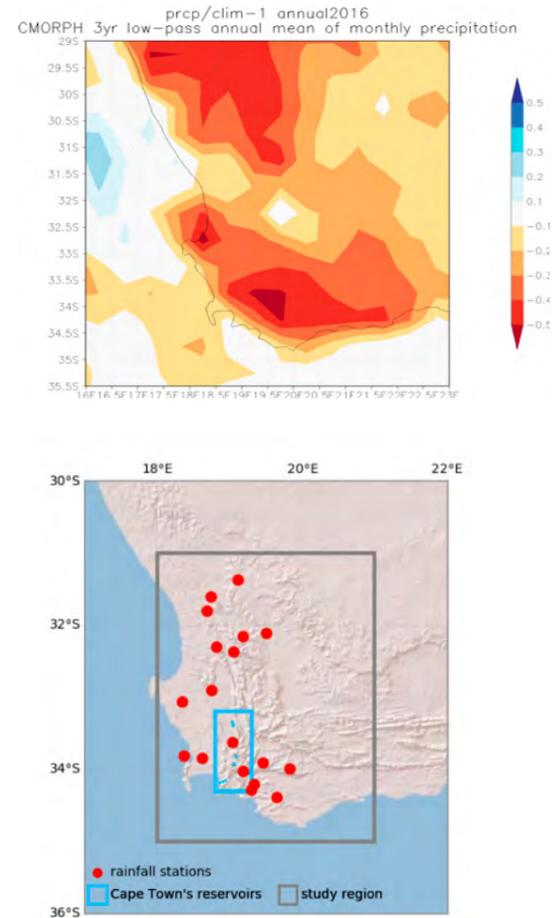
Juli 2019 | Gambar 3

- **Peristiwa:** Pada akhir Juli 2019, suhu udara melonjak di seluruh Eropa Barat dan Skandinavia selama 3-4 hari, memecahkan rekor sebelumnya dari musim panas 2003. Di Belanda dan Belgia, suhu mencapai 40°C untuk pertama kalinya.
- **Kaitannya dengan perubahan iklim:** Di Prancis dan Belanda, kejadian yang setidaknya selevel gelombang panas ini, menjadi sekitar 100 kali lebih mungkin terjadi akibat perubahan iklim. Di Jerman dan Inggris, kemungkinannya sekitar 10 kali lebih besar. Di seluruh wilayah yang terkena dampak, panas yang dialami sekitar 1,5-3°C lebih panas dari yang seharusnya.

Kekeringan di Cape Town, Afrika Selatan

2015-2017 | Gambar 4

- Peristiwa:** Dari tahun 2015 hingga 2017, provinsi Western Cape di Afrika Selatan mengalami curah hujan di bawah rata-rata setiap tahunnya. Persediaan waduk di seluruh wilayah tersebut pun menjadi sangat tipis. Cape Town, yang bergantung pada air dari waduk-waduk ini, hanya punya sisa beberapa hari sebelum 'Hari Nol' (ketika pipa-pipa air di kota tersebut kering). Sistem pengelolaan air yang terdiri dari 14 bendungan dan jaringan pipa dirancang untuk memitigasi kekeringan sekali dalam 50 tahun. Namun, pengelolaan air di wilayah ini tersandung dalam **masalah politik** dan **korupsi**.
- Kaitannya dengan perubahan iklim:** Meskipun kejadian seperti ini masih jarang terjadi pada iklim saat ini (kira-kira sekali dalam seratus tahun), kemungkinannya meningkat tiga kali lipat akibat perubahan iklim.



Gambar 4 | (Atas) Anomali curah hujan tahun 2015-2017 di wilayah ini relatif terhadap tahun 1998-2014. (Bawah) Wilayah studi (kotak abu-abu) dan lokasi waduk (kotak biru). Sumber: [World Weather Attribution](#) (diakses pada: 03/11/2021)

Bagaimana meliput peristiwa cuaca ekstrem ketika tidak ada studi atribusi

Alasan mungkin tidak ada studi atribusi

Meski lebih dari 400 peristiwa cuaca ekstrem telah dikaji dengan menggunakan studi atribusi sejak yang pertama diterbitkan pada tahun 2004, ini hanya mencakup sebagian kecil dari jumlah total peristiwa ekstrem yang telah menyebabkan dampak pada masyarakat selama periode tersebut.

Bahkan studi atribusi yang cepat sekalipun, membutuhkan perhatian dari sejumlah peneliti yang bekerja penuh selama setidaknya beberapa hari. Saat ini tidak memungkinkan untuk melakukan studi untuk setiap kejadian cuaca yang besar. Layanan dari The World Weather Attribution (Atribusi Cuaca Dunia), misalnya, masih dijalankan secara sukarela.

Peristiwa yang dipelajari juga terbatas oleh jenisnya. Beberapa kejadian cuaca memiliki hubungan yang lebih rumit dengan pemanasan global daripada yang lain. Gelombang panas adalah kasus yang paling sederhana. Jika semakin banyak panas di atmosfer, cuaca panas lebih mungkin terjadi. Curah hujan juga relatif lugas, karena kelembaban cenderung semakin banyak di udara yang menghangat. Oleh karena itu, peristiwa-peristiwa inilah yang paling sering dipelajari.

Namun, kekeringan, badai salju, badai tropis, dan kebakaran hutan dan lahan (karhutla) lebih rumit. Sebagai contoh, kekeringan sering terjadi karena variasi kombinasi dari curah hujan yang rendah, suhu tinggi, dan interaksi antara atmosfer dan permukaan tanah. Kekeringan juga berlangsung dalam jangka waktu yang lebih lama. Hal ini menghadirkan beberapa tantangan. Untuk mempelajari kejadian-kejadian ini secara efektif, pengamatan cuaca di masa lalu harus konsisten dan berkualitas tinggi, dan model iklim harus mampu mensimulasikan fenomena yang lebih kompleks ini.

Yang tetap dapat kami nyatakan

Hubungan antara kejadian cuaca dan perubahan iklim masih mungkin untuk ditulis, bahkan tanpa adanya studi atribusi. Hal ini berdasar dua bukti. Pertama, karena bidang atribusi sudah mendekati usia 20 tahun, maka untuk banyak kejadian baru, studi atribusi dari kejadian serupa sebelumnya sudah ada. Hal ini dapat mengisyaratkan adanya pengaruh perubahan iklim terhadap kejadian-kejadian baru. Kedua, terdapat pemahaman teoretis yang relatif mendalam tentang proses-proses penting di banyak wilayah, dan Kelompok Kerja 1 dari [laporan Asesmen Keenam IPCC](#), yang diterbitkan pada tahun 2021, memberikan gambaran umum tentang perubahan yang telah kita saksikan dalam cuaca.

Bagian selanjutnya dari panduan ini menguraikan apa yang dapat kami nyatakan sesuai ilmu iklim - dan apa yang tidak dapat dikatakan - tentang hubungan antara kejadian ekstrem dan perubahan iklim ketika tidak ada studi atribusi.

Dalam beberapa kasus, gambarannya jelas dan mungkin, untuk membuat pernyataan dengan cepat dan dengan keyakinan yang tinggi, untuk wilayah mana pun di seluruh dunia. Pada kasus lainnya, tingkat keyakinan lebih rendah untuk membuat pernyataan tertentu di bagian dunia tertentu, atau untuk aspek tertentu dari kejadian ekstrem. Nuansa ini penting untuk memberikan informasi yang akurat kepada khalayak.

Bencana lebih dari sekadar cuaca ekstrem

Ketika melaporkan tentang kejadian cuaca ekstrem, penting untuk menyoroti bahwa, terlepas dari perubahan iklim, bahaya alam, seperti banjir, kekeringan, dan gelombang panas, menjadi bencana sebagai akibat dari kerentanan masyarakat. Siapa dan apa yang berada dalam bahaya menentukan apakah cuaca menjadi bencana. Dan yang paling sering terjadi adalah status sosial dan ekonomi masyarakat yang menentukan watak dampak yang berbeda dan tidak proporsional. Selain itu, banyak bahaya alam yang tidak hanya disebabkan oleh alam, tetapi juga semakin mungkin terjadi dan lebih intens imbas dari perubahan iklim yang disebabkan oleh manusia.

Gelombang Panas

Setiap gelombang panas di dunia sekarang menjadi lebih kuat dan lebih mungkin terjadi karena perubahan iklim yang disebabkan oleh manusia

Pemanasan global diukur sebagai rata-rata suhu di seluruh dunia, bukan yang dialami oleh manusia. Ketika suhu rata-rata meningkat, kisaran suhu yang mungkin terjadi di suatu tempat pada waktu tertentu juga berubah. Ini berarti, di setiap lokasi, hari-hari yang agak hangat menjadi sedikit lebih mungkin, dan hari-hari yang agak dingin menjadi lebih jarang. Suhu yang sebelumnya dianggap 'ekstrem' sekarang menjadi sekadar 'tidak biasa'. Dan suhu yang sebelumnya hampir tidak mungkin terjadi, kini menjadi definisi baru cuaca ekstrem. Yang terpenting, perubahan kemungkinan cuaca, paling cepat berlaku pada suhu yang paling ekstrem. Hal ini terlihat jelas dari Gambar 1 (atas), di mana peluang suhu tertentu di dekat bagian tengah kurva sedikit meningkat, namun suhu yang berada di bagian 'ekor' distribusi memiliki peluang beberapa kali lebih besar di dunia yang menghangat. Oleh karena itu, peningkatan suhu global sebesar 1°C akan membuat gelombang panas menjadi lebih panas 1°C.

Laporan IPCC 2021 dengan tegas menyatakan bahwa suhu panas rata-rata dan ekstrem meningkat di setiap benua, dan hal ini disebabkan oleh perubahan iklim yang disebabkan oleh manusia:

- Gelombang panas yang biasanya terjadi **sekali dalam sepuluh tahun** pada iklim pra-industri, sekarang akan terjadi 2,8 kali dalam sepuluh tahun dan menjadi 1,2°C lebih panas. Pada pemanasan global 2°C, gelombang panas akan terjadi 5,6 kali dan 2,6°C lebih panas.
- Gelombang panas yang akan terjadi **sekali dalam 50 tahun** pada iklim pra-industri sekarang akan terjadi 4,8 kali dalam 50 tahun dan 1,2°C lebih panas. Pada pemanasan global 2°C, gelombang panas akan terjadi 13,9 kali dan 2,7°C lebih panas.

Ini adalah angka rata-rata global untuk gelombang panas sedang. Namun, gelombang panas ekstrem di lokasi tertentu bisa mencapai beberapa ratus kali lebih mungkin terjadi karena perubahan iklim. Hal ini terlihat dalam studi atribusi untuk kejadian-kejadian individual. Gelombang panas yang memecahkan rekor pada tahun 2021 di Kanada Barat dan Amerika Serikat tidak mungkin terjadi **tanpa adanya perubahan iklim yang disebabkan oleh manusia**, seperti halnya gelombang panas **Siberia pada tahun 2020**. Pada tahun 2015, peristiwa panas dan lembab yang mematikan di India utara dan Pakistan **masing-masing**

meningkat secara dramatis akibat perubahan iklim. Penelitian lain menunjukkan hasil yang serupa di **Asia Tenggara, Tiongkok, Australasia, Argentina**, seluruh bagian **Eropa dan Amerika Utara, Afrika Utara dan Tengah**. Contoh-contoh yang ditautkan di atas hanyalah sebagian dari literatur lengkap. Atribusi secara konsisten menunjukkan bahwa tren panas memang bermanifestasi sebagai gelombang panas yang lebih panas, dan lebih umum, yang masing-masing dapat mempengaruhi jutaan orang.

Keterbatasan dan hal-hal yang perlu diperhatikan

Hubungan antara pemanasan global dan gelombang panas yang lebih intens dan lebih sering terjadi, sangatlah kuat di setiap bagian dunia; hanya sedikit yang perlu diwaspadai dalam membuat pernyataan ini. Hal ini berlaku untuk gelombang panas berskala besar yang merusak yang diumumkan oleh layanan meteorologi nasional, serta hari-hari hangat berskala lokal. Beberapa hal kecil yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

- **'Penyebab' gelombang panas** — Gelombang panas terbentuk karena perilaku atmosfer. Sebagai contoh, arus jet yang sangat besar, yang dikenal sebagai **gelombang planet**, dapat menyebabkan panas ekstrem yang terus-menerus. Contoh yang paling terkenal termasuk Eropa 2003 dan Rusia 2010, di mana masing-masing menyebabkan 70.000 dan 55.000 orang meninggal dunia. Panas yang luar biasa di Siberia pada musim dingin dan musim semi 2020 sebagian disebabkan oleh dinamika atmosfer yang berbeda di dekat kutub utara – aliran jet yang sangat kuat menciptakan langit yang berawan (dan dengan demikian cuaca yang lebih sejuk), dan menarik udara yang lebih hangat ke arah utara. Perdebatan

terus berlanjut tentang sejauh mana perubahan iklim mempengaruhi gelombang planet dan efek 'dinamis' ini. Beberapa penelitian menunjukkan adanya efek, dan ini cenderung menjadi penelitian yang dipublikasikan secara luas, tapi ada juga yang tidak. Juri masih belum menentukan. Hal ini dapat membuat gelombang panas sedikit lebih atau kurang mungkin terjadi, maupun lebih atau kurang parah di masa depan. Namun, efek jenis ini saat ini jauh lebih kecil daripada efek langsung dari pemanasan global terhadap gelombang panas yang ekstrem.

- **Laporan yang kontradiktif tentang atribusi gelombang panas?** — Secara umum, gelombang panas di seluruh wilayah atau negara besar, seperti Eropa Barat atau Brasil, atau dalam skala waktu yang lama, seperti sepanjang musim panas, memiliki hubungan langsung yang lebih kuat dengan pemanasan global. Sebagai contoh, gelombang panas selama musim panas di Eropa Barat kemungkinan akan menunjukkan efek pemanasan global yang lebih besar, daripada gelombang panas selama tiga hari di Inggris. Di masa lalu, hal ini telah memunculkan laporan yang tampaknya kontradiktif di media, ketika beberapa penelitian mendefinisikan suatu peristiwa secara berbeda. Misalnya, pada tahun 2018, gelombang panas di Inggris dilaporkan sebagai "setidaknya dua kali lebih mungkin" dan "tiga puluh kali lebih mungkin". Yang pertama adalah gelombang panas selama tiga hari di Oxford, yang kedua adalah suhu rata-rata sepanjang musim panas di seluruh Inggris tenggara. Apapun itu, jurnalis harus yakin untuk mengaitkan setiap cuaca panas yang ekstrem dengan perubahan iklim buatan manusia.

- **Terlalu berhati-hati** — Ada bahaya ketidakakuratan jurnalistik karena terlalu berhati-hati memberitakan panas. Semakin hari, gelombang panas semakin memecahkan rekor, yang merupakan konsekuensi langsung dari dunia yang memanas dengan cepat. Ketimbang kejadian terisolasi, gelombang panas juga telah menjadi tatanan magnitudo lebih besar kemungkinannya terjadi di berbagai belahan dunia secara bersamaan, juga menimbulkan dampak yang jauh lebih besar terhadap masyarakat, pertanian, dan sistem pangan. Penelitian menunjukkan bahwa ‘kejadian gabungan’ ini tidak mungkin terjadi tanpa adanya perubahan iklim.

Banjir

Curah hujan ekstrem lebih sering terjadi dan lebih intens karena perubahan iklim yang disebabkan oleh manusia di sebagian besar dunia, khususnya di Eropa, sebagian besar Asia, Amerika Utara bagian tengah dan timur, serta sebagian Amerika Selatan, Afrika, dan Australia. Di tempat lain, masih belum dapat dipastikan mengenai perubahan yang terjadi. Banjir kemungkinan menjadi lebih sering dan parah di lokasi-lokasi ini sebagai akibatnya, meskipun juga dipengaruhi oleh faktor manusia lainnya.

Ada dua cara perubahan iklim dapat mempengaruhi curah hujan tinggi. Pertama, atmosfer yang menghangat ‘menampung’ lebih banyak kelembaban. Hal ini karena molekul air bergerak lebih cepat ketika lebih hangat, sehingga lebih mungkin berada dalam fase gas (sebagai uap di udara) daripada fase cair. Para ilmuwan menjelaskan hal ini secara sederhana dengan menggunakan hubungan ‘Clausius-Clapeyron’, bahwa di udara yang lebih hangat 1°C, ada 7% lebih banyak kelembaban. Maka, dalam satu kali hujan akan jadi lebih deras. Inilah penyebab utama mengapa perubahan iklim berimbas pada peningkatan hujan ekstrem secara global.

Kedua, perubahan iklim mempengaruhi seberapa sering kondisi hujan lebat terjadi, seperti badai dan hujan deras yang tiba-tiba, yang pada gilirannya muncul dari fenomena cuaca yang kompleks dan pola sirkulasi atmosfer tertentu. Hal ini lebih menantang

untuk disimulasikan dalam model, sehingga studi atribusi memastikan bahwa model yang mereka gunakan dapat secara akurat mencerminkan kondisi cuaca ini. Aspek ini mungkin relatif kurang penting: sebuah **studi** atribusi di Eropa Utara menemukan bahwa manusia sejauh ini hanya memiliki pengaruh yang kecil terhadap sirkulasi atmosfer yang menyebabkan kejadian hujan lebat.

Meski banjir belum tentu yang paling sering terjadi, banjir adalah bentuk bencana yang paling sering dilaporkan terkait dengan cuaca ekstrem. Peristiwa ekstrem lainnya, seperti gelombang panas, tidak selalu dilaporkan, terutama di negara-negara berkembang Global Selatan. Banjir memiliki banyak jenis, termasuk banjir sungai, air tanah, pesisir, dan banjir bandang. Semua jenis banjir tersebut, kecuali banjir pesisir, disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, di mana perubahan iklim

memainkan peran yang signifikan. Oleh karena itu, kami menyinggung secara singkat tentang banjir pesisir di bagian ‘Keterbatasan’ di bawah, tetapi selain itu, kami mengacu pada banjir yang disebabkan oleh curah hujan.

Sejak tahun 1950-an, curah hujan lebat telah menjadi lebih sering dan intens di sebagian besar wilayah dunia, yang sekarang diketahui terutama sebagai imbas dari perubahan iklim yang disebabkan oleh manusia. Kemungkinan besar, curah hujan ini tidak berkurang secara signifikan di mana pun. Secara global, **laporan IPCC** menyatakan bahwa, di suatu tempat, yang dulunya hanya terjadi sekali dalam sepuluh tahun, saat ini terjadi 1,3 kali dalam sepuluh tahun dan 6,7% lebih basah. Pada pemanasan global 2°C, hal ini akan terjadi 1,7 kali per sepuluh tahun dan 14% lebih basah.

Studi atribusi menunjukkan hasil yang lebih kuat di beberapa area tetapi perubahan yang lebih lemah di tempat lain. Sebagai contoh, Badai Desmond menyebabkan banjir besar di Inggris bagian utara dan Skotlandia bagian selatan pada tahun 2015. Total curah hujan dari badai ini **sekitar 59% lebih merupakan akibat** dari perubahan iklim buatan manusia. Sebaliknya, gas rumah kaca memiliki **pengaruh yang sangat kecil (jika ada)** terhadap banjir besar yang terjadi di Bangladesh pada tahun 2017.

Secara keseluruhan, dari kombinasi tren dan atribusi, terdapat keyakinan akan adanya peningkatan banjir berbasis curah hujan akibat perubahan iklim di Eropa, sebagian besar Asia, Amerika Utara bagian tengah dan timur, Australia bagian utara, Amerika Selatan bagian timur laut, dan Afrika bagian selatan. Sementara itu, perubahan masih belum pasti terjadi di wilayah yang lebih luas di Afrika, Australasia, serta Amerika Selatan dan Tengah, di mana tidak memungkinkan untuk membuat pernyataan yang pasti.

Keterbatasan dan hal-hal yang perlu diperhatikan

- **Ketidakpastian di beberapa wilayah** — Pernyataan apa pun tentang perubahan iklim dan curah hujan lebat, bersifat kurang pasti dan bervariasi di seluruh dunia, dibandingkan pernyataan terkait panas. Hal ini terkait beberapa alasan: curah hujan muncul dari fenomena yang kompleks yang sering kali sulit untuk disimulasikan dalam model iklim, dan pengamatan curah hujan sering kali bersifat sporadis secara historis, dan kurang konsisten di seluruh dunia, sehingga lebih sulit untuk mengamati tren. Secara praktis, ini berarti kami hanya dapat mengaitkan kejadian curah hujan individual dengan perubahan iklim di wilayah yang memiliki keyakinan lebih besar terhadap tren tersebut, dengan mengakui adanya ketidakpastian yang besar. Pengecualiannya adalah Eropa Utara dan Amerika Utara bagian tengah, di mana terdapat keyakinan yang tinggi untuk mengaitkan hal tersebut, dengan ketidakpastian ilmiah yang relatif kecil.
- **Curah hujan tidak sama dengan banjir** — Pernyataan kami di sini adalah terkait curah hujan yang lebat. Untuk menjadi banjir, ada faktor-faktor lain yang relevan dan ini dapat mencakup isu-isu lain yang berhubungan dengan manusia, seperti bagaimana lahan digunakan (misalnya pertanian, deforestasi, urbanisasi), dan kualitas pengelolaan air, dan pertahanan terhadap banjir. Sebagai contoh, curah hujan yang sedang saja, dapat menyebabkan banjir yang parah di kota dengan drainase yang sangat buruk dan kepadatan penduduk yang tinggi. Dalam setiap kasus banjir, faktor-faktor yang berhubungan dengan kerentanan dan paparan masyarakat juga sangat relevan.

- **Banjir pesisir** — Banjir ini disebabkan oleh angin kencang dan air pasang, dan oleh karena itu ada dua faktor utama: kekuatan badai dan permukaan air laut. Peningkatan banjir pesisir yang disebabkan oleh angin menunjukkan tren yang kecil. Namun, ada kontribusi perubahan iklim yang terus meningkat terhadap banjir pesisir melalui naiknya permukaan air laut: setiap banjir pesisir menjadi lebih tinggi dari yang seharusnya. Efek ini saja akan menyebabkan air pasang yang terjadi sekali dalam satu abad, menjadi setiap tahun, di **banyak lokasi pada tahun 2100**, dengan lebih banyak lokasi yang terkena dampak pada skenario emisi tinggi.
- **Banjir gabungan** — Kombinasi hujan yang tinggi dan gelombang badai yang kuat dapat menimbulkan dampak yang sangat buruk bagi kota dan masyarakat pesisir. Perubahan iklim diketahui telah meningkatkan kemungkinan terjadinya banjir ganda ini di **kota-kota di Amerika Utara** dan **lokasi-lokasi di Eropa Utara**, dan kemungkinan di tempat lain.

Kekeringan

Kekeringan menjadi lebih umum dan lebih parah akibat perubahan iklim, hanya terjadi di beberapa wilayah, termasuk Asia bagian tengah dan timur, Australia bagian selatan, Eropa, Mediterania, Afrika bagian selatan, dan Amerika Utara bagian barat. Ada beberapa bukti peningkatan di Selandia Baru, Afrika bagian barat dan tengah, serta Amerika Selatan bagian timur laut.

Perubahan iklim mempengaruhi kekeringan dengan beberapa cara, namun ada dua cara yang paling utama. Pertama, melalui penguapan: ketika atmosfer menghangat, lebih banyak penguapan dari tanah terjadi. Kedua, melalui curah hujan: curah hujan individu menjadi lebih deras di seluruh dunia, turun dalam waktu yang lebih singkat dan lebih intens. Hal ini penting karena hujan yang lebih deras, lebih mungkin membuat tanah menjadi jenuh dan air mengalir langsung ke sungai. Sebagai perbandingan, volume hujan sedang yang sama dan tersebar dalam durasi yang lebih panjang lebih mungkin untuk mempertahankan kelembaban tanah dan cadangan air tanah. Oleh karena itu, meskipun curah hujan secara keseluruhan tetap konstan, kekeringan dapat diperparah di beberapa tempat. Di beberapa wilayah, curah hujan secara keseluruhan meningkat, sehingga secara umum kekeringan menjadi lebih kecil kemungkinannya, meskipun saat ini hanya ada bukti yang cukup bahwa hal ini terjadi di Australia bagian utara. Namun, di beberapa wilayah lain, meskipun curah hujan terberat menjadi lebih sering terjadi, curah hujan rata-rata masih menurun. Di sinilah

perubahan kekeringan yang paling jelas terlihat. Secara keseluruhan, kombinasi lebih banyak penguapan, curah hujan yang lebih sporadis dan lebih deras, serta curah hujan rata-rata yang lebih rendah membuat kekeringan lebih sering terjadi di wilayah dan saat musim rawan kekeringan.

Kekeringan itu kompleks. Ada banyak bentuk kekeringan dan tidak ada jawaban sederhana terkait hubungannya dengan perubahan iklim. Kekeringan pertanian dan ekologis adalah kurangnya kelembaban tanah. Sedangkan kekeringan meteorologis, hidrologis, dan air tanah adalah kurangnya curah hujan, rendahnya permukaan air sungai, dan air tanah. Kekeringan pertanian dan ekologis menunjukkan sinyal paling jelas dari perubahan iklim, dirinci secara ekstensif dalam [laporan IPCC](#) terbaru, dan secara langsung berkaitan dengan dampak pada sistem pangan dan sistem alam yang lebih luas.

Wilayah yang memiliki risiko kekeringan yang semakin meningkat meliputi Asia bagian tengah dan timur, Australia bagian selatan, Amerika Utara bagian barat, Mediterania,

sebagian Afrika bagian tengah, barat, dan selatan, serta Amerika Selatan bagian timur laut. Untuk menggambarkan seberapa parah kekeringan yang terjadi, para ilmuwan menggunakan satuan deviasi standar, yakni ukuran seberapa abnormal kondisi tersebut dibandingkan dengan kondisi normal di suatu tempat. Hal ini memungkinkan kita untuk membandingkan tren kekeringan di seluruh wilayah dengan tingkat curah hujan tahunan dan kelembaban tanah yang sangat berbeda. Di seluruh wilayah yang mengalami kekeringan yang disebutkan di atas, [IPCC melaporkan](#) bahwa, di suatu tempat, kekeringan yang dulunya hanya terjadi sekali dalam sepuluh tahun, saat ini terjadi 1,7 kali dalam sepuluh tahun dan lebih kering sebesar 0,3 standar deviasi. Pada pemanasan global 2°C, kekeringan akan terjadi 2,4 kali setiap sepuluh tahun dan lebih kering senilai 0,6 standar deviasi.

Studi atribusi dari sejumlah peristiwa kekeringan yang terjadi baru-baru ini, menunjukkan hubungan yang lebih kuat daripada tren, tetapi juga contoh-contoh yang tidak memiliki hubungan. Ini berlaku untuk semua bentuk kekeringan, termasuk kekeringan pertanian dan ekologi. Oleh karena itu, hasilnya hanya sebagian yang dapat dibandingkan dengan tren yang disoroti oleh IPCC. Sebagai contoh, pada tahun 2015-2017, kekeringan di sekitar Cape Town hampir menyebabkan 'Hari Nol' tanpa air - hal ini menjadi **3-6** kali lebih mungkin terjadi akibat perubahan iklim. Demikian pula, di Tiongkok, kekeringan ekstrem pada bulan Mei-Juni 2019 meningkat **enam kali lipat kemungkinannya** akibat perubahan iklim. Di Belanda, **setidaknya setengah** dari peningkatan kekeringan pertanian yang diamati, disebabkan oleh perubahan iklim. Kekeringan lainnya, khususnya beberapa kekeringan di Afrika bagian timur yang memiliki dampak kemanusiaan yang sangat besar, tidak disebabkan oleh perubahan iklim.

Secara keseluruhan, berdasarkan kombinasi tren dan atribusi kejadian, kami dapat mengaitkan peningkatan tingkat keparahan dan peluang kekeringan:

- **Dengan keyakinan tinggi** di Asia bagian tengah dan timur, Australia bagian selatan, Mediterania, Afrika bagian selatan, dan Amerika Utara bagian barat.
- **Dengan keyakinan rendah** di Selandia Baru, Afrika bagian barat dan tengah, Eropa bagian barat dan tengah, serta Amerika Selatan bagian timur laut

Keterbatasan dan hal-hal yang perlu diperhatikan

- **Angka-angka IPCC hanya berlaku di tempat yang mengalami kekeringan** — [Hasil IPCC](#) untuk perubahan tingkat kekeringan dan tingkat keparahan, hanya berlaku untuk perubahan kondisi kekeringan di beberapa bagian dunia yang menjadi lebih kering secara keseluruhan. Oleh karena itu, hasil-hasil tersebut hanya dapat dikutip terkait dengan wilayah-wilayah yang tercantum: Asia bagian tengah dan timur, Australia bagian selatan, Amerika Utara bagian barat, Mediterania, sebagian besar Afrika bagian tengah, barat, dan selatan, dan timur laut Amerika Selatan.
- **Jenis kekeringan dan ketidakpastian** — Seperti yang telah dijelaskan, ada berbagai jenis kekeringan. Masing-masing berbeda di setiap wilayah, dan pengetahuan tentang setiap jenisnya juga sangat bervariasi. Oleh karena itu, melaporkan kekeringan yang terjadi, membutuhkan kehati-hatian. Dalam panduan ini, semua jenis kekeringan disatukan di bawah satu bendera untuk kemudahan. Namun, hal ini berarti kami mengorbankan tingkat kepercayaan dari

sudut pandang ilmiah, dan penting untuk mengkomunikasikan hal ini. Di sini, adalah mungkin untuk memberikan keyakinan yang tinggi hanya untuk wilayah-wilayah yang memiliki sinyal yang jelas untuk beberapa bentuk kekeringan yang berbeda. Keyakinan yang rendah untuk wilayah-wilayah yang hanya memiliki satu jenis kekeringan. Di tempat lain, kita tidak dapat dengan jelas menyimpulkan bagaimana suatu kekeringan dipengaruhi oleh perubahan iklim. Di Afrika Timur, kekeringan yang berdampak besar sering terjadi, tetapi catatan yang ada terlalu terbatas, dan model iklim tidak memadai untuk membuat pernyataan atribusi.

- **Faktor-faktor lain** — Seperti halnya banjir, kekeringan sangat bergantung pada bagaimana manusia mengubah lahan dan mengelola air. Oleh karena itu, penting untuk melaporkan faktor utama lainnya yang berkontribusi, seperti seberapa baik masyarakat beradaptasi (atau mampu beradaptasi, di beberapa tempat) terhadap perubahan iklim. Khususnya, ketika membahas dampak yang ditimbulkan oleh peristiwa semacam itu, sangat penting untuk mempertimbangkan kerentanan dan paparan di masyarakat. Hal ini dapat jadi pembeda antara pelarangan penggunaan selang air sementara, dengan kelaparan di seluruh wilayah—terlepas dari dampak perubahan iklim.
- **Kekeringan dan panas yang terjadi bersamaan** — Seperti halnya panas dan banjir, kemungkinan terjadinya beberapa cuaca ekstrem yang terjadi pada waktu yang bersamaan telah meningkat dengan cepat—lebih dari bahaya yang terjadi secara individual. Panas ekstrem dan kekeringan yang terjadi secara bersamaan dapat mengakibatkan dampak yang lebih parah daripada salah satu kejadian saja, termasuk kebakaran hutan dan lahan (lihat di bawah).

Kebakaran hutan dan lahan (Karhutla)

‘Cuaca kebakaran’ meningkat di beberapa bagian di seluruh benua, dengan peningkatan yang dapat diatribusikan secara jelas (dalam hal probabilitas dan total area yang terbakar) di Eropa selatan, Eurasia utara, Amerika Serikat dan Australia, dan dengan beberapa bukti di Tiongkok selatan.

‘Cuaca kebakaran’ adalah kombinasi badai yang sempurna antara panas, kekeringan, dan angin kencang. Cuaca ini memberikan kemungkinan tertinggi untuk terjadinya kebakaran, adanya bahan bakar untuk api, dan penyebarannya yang cepat. Oleh karena itu, tren kebakaran berkaitan erat dengan kombinasi tren kekeringan dan panas. Hal ini membuat risiko kebakaran meningkat dengan cepat di area-area di mana risiko panas dan kekeringan meningkat secara bersamaan. Meskipun risiko kekeringan tetap konstan, risiko kebakaran meningkat karena panas memang meningkat di seluruh dunia.

Secara global, tren kebakaran menunjukkan penurunan area yang terbakar antara tahun 1998 dan 2015 - namun hal ini sebagian besar disebabkan oleh pengaruh manusia, seperti perubahan penggunaan lahan. Bahaya kebakaran hutan yang sebenarnya **masih meningkat** di berbagai belahan dunia.

Lamanya musim di mana cuaca menciptakan kondisi untuk terjadinya kebakaran, atau ‘cuaca kebakaran’, semakin meningkat, dan wilayah yang mengalami cuaca tersebut semakin

meluas. Akibatnya, di berbagai lokasi di setiap benua, terlihat jelas adanya peningkatan peluang cuaca kebakaran akibat perubahan iklim.

Studi atribusi sangat memperkuat tren tersebut. Di Australia, kebakaran di Queensland dan New South Wales (NSW) diperkuat oleh perubahan iklim - kondisi yang menyebabkan kebakaran hutan di NSW pada tahun 2019/20 menjadi **lebih besar kemungkinannya, setidaknya 30%**. Di sepanjang pantai barat Amerika Utara, dari Alaska hingga California, kebakaran hutan baru-baru ini menjadi lebih mungkin terjadi, dan area yang terbakar meningkat. Dari tahun 1984-2015, **lebih dari 4 juta hektar area yang terbakar** di bagian barat Amerika Serikat secara langsung disebabkan oleh perubahan iklim. Dan di Tiongkok bagian selatan, kebakaran hutan ekstrem pada tahun 2019 menjadi **lebih dari tujuh kali lipat kemungkinannya** akibat perubahan iklim.

Secara keseluruhan, kami dapat dengan yakin mengaitkan peningkatan kemungkinan terjadinya cuaca kebakaran di Eropa selatan, Eurasia utara, Amerika Serikat, dan Australia,

dengan bukti adanya sinyal yang juga muncul di Tiongkok selatan. Kondisi ini kemungkinan akan semakin meningkat di seluruh permukaan bumi, seiring dengan meningkatnya pemanasan global

Keterbatasan dan hal-hal yang perlu diperhatikan:

- **Data yang terbatas** — Sejauh ini, risiko kebakaran hanya disebabkan oleh perubahan iklim di beberapa bagian di negara maju di belahan bumi utara. Untuk wilayah lain, tingkat keyakinan kami sangat dibatasi oleh catatan data historis kebakaran, ditambah pengamatan kondisi cuaca, serta kemampuan model iklim untuk mensimulasikan cuaca kebakaran. Kemungkinan besar, banyak wilayah lain di dunia yang mengalami peningkatan risiko kebakaran karena adanya kaitan yang kuat dengan peningkatan suhu panas yang ekstrem dan tren kekeringan. Sayangnya, saat ini kami belum dapat mengukur peningkatan risiko ini.
- **Manajemen** — Pembakaran hutan yang terkendali untuk mencegah penumpukan bahan bakar telah menjadi praktik yang umum dilakukan selama ribuan tahun di beberapa daerah, namun tidak selalu konsisten. Tingkat risiko kebakaran dapat dikaitkan dengan tingkat perencanaan dan pelaksanaan pembakaran terkendali; jika tidak memadai, risiko akan meningkat.

- **Sumber-sumber api** — Aktivitas manusia, seperti menyalakan api sembarangan, dapat menjadi pemicu bencana kebakaran hutan. Menurut Dinas Kehutanan AS, 85% kebakaran hutan di AS disebabkan oleh kelalaian atau kesengajaan manusia. Hal ini telah **memperpanjang periode musim kebakaran hutan hingga tiga kali lipat** - peningkatan absolut sekitar tiga bulan - dibandingkan dengan kondisi alamiah di mana sumber api disebabkan oleh petir. Ketika melaporkan penyebab kebakaran hutan yang berdampak, penting untuk melaporkan faktor-faktor tersebut, serta tingkat paparan dan kerentanan masyarakat dan bangunan yang terdampak. Meskipun demikian, fakta bahwa faktor-faktor lain meningkatkan risiko kebakaran hutan tidak mengurangi peran perubahan iklim. Perubahan iklim telah memperpanjang musim kebakaran hutan secara rata-rata sekitar dua minggu di seluruh dunia, sebagian besar dengan meningkatkan ketersediaan bahan bakar melalui panas dan kekeringan. Namun, membandingkan angka-angka ini tidak memberikan gambaran yang lengkap: perubahan iklim juga meningkatkan intensitas musim kebakaran, dan ini berbeda dengan peningkatan sumber api yang disebabkan oleh manusia. Hal ini dikarenakan perubahan iklim juga mempengaruhi sejauh mana kebakaran akan terjadi, menyebar, dan bertahan. Oleh karena itu, hal ini terjadi bersamaan dengan peningkatan sumber api oleh manusia, sehingga musim kebakaran menjadi lebih lama dan lebih intens.

Siklon tropis (badai, topan, dan siklon)

Jumlah keseluruhan siklon tropis per tahun tidak berubah secara global, tetapi perubahan iklim telah meningkatkan terjadinya badai yang paling kuat dan merusak. Curah hujan ekstrem dari siklon tropis telah meningkat secara substansial, sejalan dengan curah hujan dari sumber lain. Gelombang badai lebih tinggi karena kenaikan permukaan laut yang disebabkan oleh perubahan iklim.

Perubahan iklim mempengaruhi siklon tropis dalam tiga cara utama. Pertama, peningkatan curah hujan: siklon tropis adalah peristiwa curah hujan yang paling ekstrem di planet ini. Oleh karena itu, seperti halnya semua kejadian curah hujan ekstrem, karena atmosfer lebih hangat, lebih banyak kelembaban yang turun sebagai hujan. Ini berdasarkan persentase dan karena total curah hujan sudah sangat ekstrem untuk kejadian-kejadian ini—peningkatan absolut terbesar dalam jumlah curah hujan terlihat pada siklon tropis.

Kedua, lebih banyak panas di lautan. Air laut yang hangat menggerakkan siklon tropis dan memberinya bahan bakar. Oleh karena itu, perubahan iklim menciptakan kondisi di mana badai yang lebih kuat dapat terbentuk, menguat dengan cepat, dan bertahan untuk mencapai daratan, sambil membawa lebih banyak air. Jumlah curah hujan yang dihasilkan oleh Badai

Harvey di Texas **tidak mungkin terjadi** tanpa adanya pengaruh air laut yang sangat hangat di Teluk Meksiko. Hal ini juga berarti bahwa siklon tropis sekarang terjadi lebih jauh ke utara dan selatan (kawasan non-tropis), di mana suhu permukaan laut sebenarnya tidak akan cukup tinggi untuk menghasilkan siklon, tapi kemudian perubahan iklim menghangatkan lautan di kawasan-kawasan ini. Para ilmuwan tidak melihat atau memperkirakan akan ada lebih banyak siklon tropis secara keseluruhan, namun mereka memperkirakan akan ada lebih banyak siklon yang lebih kuat, ditambah dengan siklon tropis di tempat-tempat yang belum pernah terjadi.

Ketiga, kenaikan permukaan laut. Gelombang badai adalah komponen utama kerusakan akibat siklon tropis yang, seperti yang terlihat pada bagian 'Banjir', meningkat akibat perubahan iklim.

Catatan siklon tropis di masa lalu cukup terbatas, sehingga sulit untuk mengidentifikasi tren dengan jelas. Namun, sekarang sudah jelas bahwa di semua bagian dunia tempat ia terjadi, siklon tropis besar (kategori 3-5 pada skala Saffir-Simpson) telah menjadi **lebih sering terjadi**, meskipun jumlah absolut siklon tropis tidak berubah. Badai-badai ini menyebabkan sebagian besar kerusakan akibat semua badai tropis.

Sekarang sudah ada pernyataan-pernyataan atribusi untuk peristiwa-peristiwa di beberapa cekungan siklon utama, yang menunjukkan bagaimana kejadian-kejadian individual berubah. Di Atlantik Utara, total curah hujan dari **Badai Katrina, Irma, Maria, Harvey, Dorian, dan Florence** menjadi lebih intens (masing-masing sebesar 4%, 6%, 9%, 15%, 7,5%, dan 5%) akibat perubahan iklim. Secara keseluruhan, badai-badai ini menyebabkan kerusakan senilai lebih dari US\$500 miliar (8.100 triliun Rupiah). Sementara itu, di Pasifik Utara, **curah hujan Topan Morakot** meningkat 2,5-3,6%, dan musim topan ekstrem baru-baru ini di sekitar Hawaii, di Pasifik timur dan di laut Arab, menjadi lebih mungkin terjadi akibat perubahan iklim.

Selain itu, gelombang badai yang terjadi secara individu juga disebabkan oleh perubahan iklim. Sebagai contoh, **wilayah yang terendam banjir akibat Badai Sandy** menjadi lebih luas akibat perubahan iklim, yang berdampak pada 71.000 lebih rumah dan menyebabkan kerusakan tambahan sebesar US\$8,1 miliar (132 triliun Rupiah). Dan gelombang **badai dahsyat dari Topan Haiyan** meningkat sekitar 20% dibandingkan dengan peristiwa serupa tanpa perubahan iklim.

Keterbatasan dan hal-hal yang perlu diperhatikan

- **Tidak ada tren dalam frekuensi** — Meskipun perubahan iklim meningkatkan aktivitas siklon tropis secara keseluruhan, karena badai yang paling kuat menjadi lebih sering, perubahan iklim tidak meningkatkan jumlah total siklon.
- **Tidak dapat mengaitkan intensitas untuk satu siklon** — Fokus studi atribusi pada siklon tropis adalah curah hujan dan gelombang badai yang diperkuat. Meskipun telah terjadi peningkatan badai yang paling kuat dari waktu ke waktu, kami belum dapat mengatakan apakah badai individual jadi lebih intensif secara keseluruhan oleh perubahan iklim, karena hanya ada satu studi tentang hal itu dengan menggunakan satu model. Namun, ada bukti yang semakin kuat bahwa **lautan yang menghangat memang menyebabkan intensifikasi** yang tidak akan terjadi tanpa perubahan iklim.
- **Intensifikasi ngebut** — Perubahan iklim menyebabkan peningkatan jumlah topan yang jadi intensif dengan cepat, karena adanya samudera yang sangat hangat. Siklon yang menguat dengan cepat berpotensi jauh lebih berbahaya daripada siklon yang menguat secara bertahap, karena yang cepat memberikan lebih sedikit peringatan untuk persiapan darurat, terutama jika siklon tersebut menguat segera sebelum tiba di daratan. Badai Michael dan Harvey adalah contoh topan yang menguat dengan cepat baru-baru ini.

- **Migrasi badai ke arah kutub** — Ketika air laut menghangat, masuk akal untuk berspekulasi bahwa badai akan bergeser lebih jauh dari khatulistiwa. Sejauh ini, kami hanya dapat mengaitkan pergeseran siklon ke arah utara di Pasifik Utara bagian barat, yang menghantam Asia Timur dan Tenggara, sebagai konsekuensi langsung dari pemanasan global. Akibatnya, badai-badai tersebut dapat menyerang lokasi-lokasi yang relatif tidak siap karena mereka tak punya alasan historis untuk memperkirakan kejadian tersebut.

Salju tebal

Setiap kejadian cuaca dingin yang ekstrem di seluruh dunia telah berkurang kemungkinan dan intensitasnya karena perubahan iklim. Tidak jelas bagaimana hujan salju lebat telah berubah di sebagian besar tempat, tetapi mungkin intensitasnya meningkat di beberapa bagian Asia Timur dan Utara, Amerika Utara, dan Greenland.

Peningkatan dramatis panas di seluruh permukaan tanah planet ini berarti lebih banyak curah hujan yang turun, tetapi sebagian besarnya dalam bentuk hujan bukan salju. Pengecualian terhadap ini mungkin ada di beberapa bagian Amerika Utara, Asia Utara dan Timur, dan Greenland. Pengecualian ini mungkin ada karena, di tempat yang tetap cukup dingin untuk turun salju, panas yang naik menghasilkan lebih banyak kelembaban di atmosfer yang kemudian dapat turun sebagai salju. Di tempat-tempat ini, hujan salju terjadi dalam periode yang lebih pendek dalam setahun dan lebih jarang, tetapi terkadang dengan intensitas yang lebih besar.

Sejauh ini, masih belum ada kepastian mengenai seberapa besar perubahan hujan salju tebal akibat perubahan iklim. Hal ini disebabkan oleh jaranginya catatan pengamatan hujan salju tebal di banyak lokasi, dan karena peristiwa ini sulit untuk disimulasikan dalam model iklim.

Studi atribusi baru dilakukan terhadap beberapa kejadian hujan salju lebat baru-baru ini, dan tidak menemukan bukti adanya

hubungan dengan perubahan iklim, atau tidak dapat membuat kesimpulan apa pun dengan yakin. Sebagai contoh, perubahan iklim mungkin **telah mengurangi kemungkinan** turunnya salju di awal musim gugur di South Dakota, Amerika Serikat, seperti yang terjadi pada tahun 2013, tetapi hal ini tidak dapat dinyatakan dengan pasti. Pada tahun yang sama, di Pyrenees, Spanyol, pada tahun 2013, akumulasi salju tebal ekstrem disebabkan **murni oleh variabilitas alam** dan bukan karena pengaruh perubahan iklim. Dan pada tahun 2016, perubahan iklim **tidak memengaruhi** badai salju musim dingin Jonas, yang melanda bagian timur tengah Atlantik AS.

Namun, di kawasan garis lintang tinggi (antara garis lintang 60° sampai 90°) di belahan bumi utara, seperti sebagian Asia Timur dan Utara, sebagian Amerika Utara dan Greenland, **hujan salju yang lebat mungkin telah menjadi lebih parah karena perubahan** iklim sejak tahun 1950-an. Di Amerika Utara, hal ini mungkin terjadi di daerah dataran tinggi selama musim dingin, tetapi tidak demikian di waktu lain sepanjang tahun dan di daerah dataran rendah.

Keterbatasan dan hal-hal yang perlu diperhatikan

- **Pusaran kutub (polar vortex)** — Ada dua pusaran kutub di musim dingin, satu di troposfer (aliran jet) dan satu lagi di stratosfer (stratospheric polar vortex, SPV). Ketika pusaran-pusaran ini melemah, mereka berhubungan dengan cuaca dingin yang ekstrem di seluruh Eurasia dan Amerika Utara: aliran jet yang lebih lemah cenderung berkelok-kelok, yang dapat menarik udara dingin dari Kutub Utara. Sementara SPV yang lemah cenderung runtuh dalam ‘pemanasan stratosfer secara tiba-tiba’, yang menyebabkan udara yang sangat dingin tumpah ke selatan. Hal ini terkait dengan perubahan iklim karena setiap pusaran merupakan konsekuensi dari perbedaan suhu antara Kutub Utara dan daerah di selatannya. Karena Kutub Utara menghangat lebih cepat daripada daratan di selatannya, perubahan iklim dapat melemahkan masing-masing pusaran tersebut. Namun, sejauh ini, meskipun ada beberapa bukti tentang melemahnya aliran jet dan SPV, belum dapat disimpulkan bahwa hal ini berada di luar lingkup variasi iklim alami.
- **Tidak ada pernyataan yang jelas** — Saat ini ada kemungkinan yang sangat terbatas untuk mengaitkan kejadian hujan salju lebat dengan perubahan iklim (baik sebagai peningkatan atau penurunan kemungkinan). Untuk kejadian hujan salju lebat di Amerika Utara, Asia Utara dan Timur serta Greenland, ada kemungkinan untuk berspekulasi bahwa mungkin ada hubungannya, namun dengan tingkat kepercayaan yang rendah.
- **Salju (dan dingin ekstrem) di dunia yang memanas** — Cuaca dan iklim bukanlah hal yang sama. Iklim adalah rata-rata cuaca dalam jangka waktu yang lama (sering kali beberapa dekade) dan di wilayah yang luas (biasanya suatu negara atau wilayah). Menurut pepatah lama, iklim adalah apa yang Anda harapkan, cuaca adalah apa yang Anda dapatkan. Bahkan di dunia yang rata-rata mengalami pemanasan, variabilitas alami cuaca memungkinkan terjadinya cuaca dingin dan salju yang ekstrem pada hari tertentu. Beberapa studi atribusi menunjukkan bahwa kejadian dingin ekstrem menjadi lebih kecil kemungkinannya di dunia yang menghangat, tetapi hal itu tidak menghapus kemungkinannya terjadi. Ini seperti halnya menjalani gaya hidup aktif yang sehat mengurangi kemungkinan seseorang untuk sakit, tetapi orang yang lebih bugar dan lebih sehat tetap mungkin jatuh sakit.

Cuaca ekstrem dan perubahan iklim

Daftar cek satu halaman!

Berikut ini adalah gambaran umum yang sangat mendasar untuk setiap jenis cuaca ekstrem yang tercakup dalam panduan ini. Informasi lebih lanjut tentang setiap jenis diberikan dalam panduan ini, termasuk ilmu pengetahuan terbaik saat ini, deskripsi tentang cara kerjanya, dan poin-poin penting yang perlu diperhatikan untuk memastikan liputan yang akurat.

Tipe cuaca ekstrem	Pesan-pesan kunci	Catatan dan kehati-hatian
Gelombang panas	Setiap gelombang panas di dunia sekarang menjadi lebih kuat dan lebih besar kemungkinannya, karena perubahan iklim yang disebabkan manusia.	<ul style="list-style-type: none"> Jangan terlalu berhati-hati - gelombang panas secara universal memang terkait dengan pemanasan global.
Banjir	Curah hujan ekstrem menjadi lebih sering terjadi dan lebih intens di sebagian besar dunia, karena perubahan iklim ciptaan manusia. Sebagai akibatnya, banjir mungkin menjadi lebih sering dan lebih parah di beberapa lokasi, meskipun hal ini juga dipengaruhi oleh faktor manusia lainnya.	<ul style="list-style-type: none"> Banjir terkait dengan hujan lebat, tetapi juga disebabkan oleh faktor manusia, seperti pengelolaan dan pertahanan terhadap air. Banjir pesisir umumnya meningkat karena kenaikan permukaan laut, tetapi tidak terkait dengan banjir akibat curah hujan.

Kekeringan	Kekeringan menjadi lebih sering terjadi dan lebih parah akibat perubahan iklim di beberapa wilayah saja, termasuk Asia bagian tengah dan timur, Australia bagian selatan, Eropa, Mediterania, Afrika bagian selatan, dan Amerika Utara bagian barat - terdapat beberapa bukti peningkatan di Afrika bagian barat dan tengah, Amerika Selatan bagian timur laut, dan Selandia Baru.	<ul style="list-style-type: none"> Kekeringan sangat kompleks dan beragam, sehingga sulit untuk diketahui secara pasti. Ada banyak faktor yang perlu dipertimbangkan selain perubahan iklim dalam kasus kekeringan yang berdampak, terutama terkait pengelolaan air.
Karhutla	Cuaca kebakaran meningkat di beberapa bagian di seluruh benua, dengan peningkatan yang dapat diatribusikan dengan jelas (pada probabilitas dan total area yang terbakar) di Eropa selatan, Eurasia utara, Amerika Serikat, dan Australia, dan beberapa bukti di Tiongkok selatan.	<ul style="list-style-type: none"> Catatan data kebakaran sangat terbatas di beberapa wilayah, sehingga membuat atribusi menjadi sangat menantang. Aktivitas manusia, seperti pengelolaan hutan dan sumber-sumber api, juga merupakan faktor penting.
Siklon tropis	Jumlah keseluruhan siklon tropis per tahun tidak berubah, tetapi perubahan iklim telah meningkatkan terjadinya badai yang paling kuat dan merusak. Curah hujan ekstrem dari siklon tropis telah meningkat secara substansial, sejalan dengan curah hujan dari sumber lainnya. Gelombang badai menjadi lebih tinggi karena kenaikan permukaan laut yang disebabkan oleh perubahan iklim.	<ul style="list-style-type: none"> Tidak ada peningkatan jumlah siklon secara keseluruhan. Intensitas siklon dan kecepatan angin individual saat ini tidak menjadi lebih tinggi karena pemanasan global.
Salju lebat	Setiap kejadian cuaca dingin yang ekstrem di seluruh dunia telah berkurang kemungkinan dan intensitasnya karena perubahan iklim. Tidak jelas bagaimana kejadian hujan salju lebat telah berubah di sebagian besar tempat, tetapi mungkin intensitasnya meningkat di beberapa bagian Asia Timur dan Utara, Amerika Utara, dan Greenland.	<ul style="list-style-type: none"> Ada keyakinan yang sangat tinggi akan berkurangnya suhu dingin yang ekstrem, meskipun hal ini masih mungkin terjadi. Perubahan hujan salju sangatlah tidak pasti. Perubahan pusaran kutub (polar vortex) belum jelas.



World
Weather
Attribution



@WWAttribution

www.worldweatherattribution.org