09.2020

KISAH NAGA BUMI YANG MENATAH DANAU POSO

KALA MANUSIA MERUSAK ALAM, PAGEBLUK PUN MENGHANTUI

NATIONAL GEOGRAPHIC INDONESIA

Transpuan Kian Terpinggirkan

PANDEMI MEMBUAT MEREKA SEMAKIN RINGKIH MENGHADAPI DISKRIMINASI DI INDONESIA



RP60.000

NGIM 200825

NATIONAL GEOGRAPHIC INDONESIA

SEBUAH PERJALANAN BUKAN SEKADAR MELIHAT KEHIDUPAN DI LOKASI BARU, TETAPI JUGA MENGAMBIL REFLEKSI DARI KISAH HIDUP DENGAN MATA YANG BARU

SAYA PEJALAN BIJAK

@sayapejalanbijak

ISI

Kisah Sampul
Mama Dona bertumpu pada lutut Mami Yuli. Yuli adalah pemimpin Forum Waria Indonesia, yang memperjuangkan hak-hak transpuan di masyarakat.

YOPPY PIETER

JURNAL FOTOGRAFER



8

Cahaya nan Janggal
Untuk mengeksplorasi efek cahaya buatan di lingkungan alami, sang fotografer menerbangkan *drone* berlampu di atas lanskap dramatis.
ILUSTRASI FOTO OLEH REUBEN WU

VIRUS CORONA

15

IDE BESAR

Alam terluka, Kesehatan pun Berisiko
Bumi yang rusak tak mampu melindungi kita dari penyakit.
OLEH ENRIC SALA

LEMBAR DATA

Menurunkan Kurva Pagebluk 1918
Sejarah mengajarkan kita di masa kini.
OEH RILEY D. CHAMPINE DAN DIANA MARQUES



PERKAKAS

Meneliti Virus
Butuh peralatan khusus untuk menangani virus.
OLEH TAMAS VITRAY, JR.

JELAJAH



27

GUKILAN

Peta Otak yang Layak Didengungkan
Detail otak seekor lalat mengungkap jutaan koneksi yang ada.
OLEH THERESA MACHEMER

Laku Mengejutkan
Kebanyakan ikan menggunakan listrik untuk berkomunikasi—namun beberapa belut menggunakanya untuk berburu dan bertahan.
OLEH DIANA MARQUES

JUGA

Bagaimana ulat bisa merubah warna tubuhnya tanpa melihat?



SAJIAN UTAMA

Kisah Para Transpuan di Tengah Pagebluk
Stigma dan diskriminasi sudah dialami oleh para transpuan, jauh sebelum pagebluk mengubah wajah perekonomian dunia. Dalam kondisi serba sulit seperti sekarang ini, bagaimanakah nasib mereka?
TEKS DAN FOTO OLEH YOPPY PIETER
..... Hlm. 34

Babad Ue Poso
Danau yang muncul akibat tanah Sulawesi nan resah ini menyimpan berbagai kisah penciptaan. Budaya masyarakat pun terbentuk melingkup sumber air yang menghidupi mereka. Sejatinya, bagaimana ia terwujud puluhan juta tahun silam?
OLEH FIKRI MUHAMMAD
FOTO OLEH RAHMAD AZHAR HUTOMO
..... Hlm. 50

Ancaman dari Dalam Perut Bumi
Permafrost atau lapisan tanah beku di wilayah Arktika meleleh lebih cepat dari yang diperkirakan. Hal ini mengubah bentuk daratan, dan melepaskan gas karbon yang dapat mempercepat perubahan iklim.
OLEH CRAIG WELCH
FOTO OLEH KATIE ORLINSKY
..... Hlm. 56

FOTO: KATIE ORLINSKY

media
trusted connected
GRID NETWORK | TOUCH REAL AUDIENCE
NOW OPEN
GRIDSTORE
www.gridstore.id
ONE STOP SHOPPING EXPERIENCE
FOR MAGAZINE & TABLOID
FROM GRID NETWORK

KABAR TRANSPUAN

Pandemi dan Rapuhnya Misi Insani

OLEH **MAHANDIS YOANATA THAMRIN**

PAGEBLUK MEMBUAT KITA RENTAN. Salah satu kelompok warga yang rapuh sejak berjangkitnya pagebluk ini adalah kaum transpuan.

Kami pernah menyajikan kisah tentang transpuan bertajuk "Waria Setara Warga". Kisah itu terbit di *National Geographic Indonesia* Edisi Khusus Ekspresi Gender, Januari 2017. Penulis dan fotografernya adalah Rachma Safitri Yogasari.

Pada akhir Maret silam, Safitri menghubungi saya. Dia berkeluh kesah tentang nasib kaum transpuan sejak berjangkitnya pagebluk COVID-19 di Yogyakarta. Dia bersama Ayu Diasti Rahmawati membuat rilis eletronik *Urunan untuk Ponpes Waria Al Fatah* pada awal pagebluk silam. Pondok pesantren itu asuhan Ibu Shinta Ratri, transpuan yang mendapat penghargaan sebagai pembela Hak Asasi manusia dari Front Line Defenders yang berbasis di Irlandia.

"Pondok pesantren akan menjadi rumah sementara bagi kawan-kawan waria yang tidak bisa bekerja," ungkap mereka. "*Tapi* kami optimis, angka itu bisa mengecil jika *disangga* bareng-bareng."

Kendati transpuan telah lama menjadi bagian dari warga multikultural Indonesia, kaum ini selalu terpinggirkan. Mereka menghadapi diskriminasi yang meluas lantaran ekspresi gendernya. Pada edisi ini, Yoppy Pieter mendokumentasikan bagaimana perjuangan mereka untuk tetap hidup selama pagebluk. Ketertarikannya terhadap isu identitas mengantarkan dia untuk mendapatkan dana hibah COVID-19 Emergency Fund for Journalist dari National Geographic Society.

Dia menyusuri Jakarta, Depok, dan Tengerang Selatan untuk bertemu komunitas transpuan yang menghadapi tantangan sosial, kesehatan, dan ekonomi di tengah pagebluk. "Merekam kehidupan mereka melalui kamera dan pena menyadarkan saya tentang bagaimana kita memaknai hidup. Tidak jarang saya harus menahan air mata. Belum usai permasalahan mereka dengan diskriminasi, kini mereka dipaksa melanjutkan hidup tanpa pilihan."



Lina (kiri) berusia 58 tahun, hidup dengan gangguan kesehatan. Sementara, Dewi Persik, usia 55 tahun, tidak memiliki KTP imbas dari penipuan pembuatan KTP elektronik saat dia tinggal di Yogyakarta. Keduanya bekerja sebagai pengamen jalanan. Penerapan pembatasan sosial berskala besar menjadi tantangan lain bagi dua transpuan.

FOTO: YOPPY PIETER

Semenjak pagebluk, ditengarai ada peningkatan angka kemiskinan karena hilangnya pekerjaan. Sementara itu para transpuan menyandang stigma dan diskriminasi yang membuat mereka kian rapuh. Sejauh ini mereka belum tersentuh mekanisme bantuan sosial dari pemerintah—baik karena alasan administrasi maupun diskriminasi. Ironisnya, saat pemilihan umum, aparat setempat mewajibkan mereka untuk menyumbangkan suaranya.

Yoppy berkata bahwa transpuan yang eksistensinya jauh sebelum negara ini lahir telah kehilangan tempat berlindung. Kemudian dia melanjutkan, "Menjadi 'liyan' di negara ini bukanlah hal yang mudah." ▯

NATIONAL GEOGRAPHIC

EDITOR IN CHIEF Susan Goldberg

EXECUTIVE EDITOR: Debra Adams Simmons
MANAGING EDITOR, MAGAZINES: David Brindley
SENIOR DIRECTOR, SHORT FORM: Patty Edmonds
DIRECTOR OF VISUAL AND IMMERSIVE EXPERIENCES: Whitney Johnson
SENIOR EXECUTIVE EDITOR: Indira Lakshmanan
EXECUTIVE EDITOR, LONG FORM: David Lindsey
CREATIVE DIRECTOR: Emmet Smith
MANAGING EDITOR, DIGITAL: Alissa Swango
MANAGING EDITOR, INTEGRATED STORYTELLING: Michael Tribble

INTERNATIONAL EDITIONS
EDITORIAL DIRECTOR: Amy Kolczak
DEPUTY EDITORIAL DIRECTOR: Darren Smith
TRANSLATION MANAGER: Beata Kovacs Nas
INTERNATIONAL EDITOR: Leigh Mitnick
EDITORS: ARABIA: Alsaad Omar Almenhaly. BULGARIA: Krassimir Drumev. TIONGKOK: Tianrang Mai. KROASIA: Hrvoje Prčić. CEKO: Tomáš Tureček. ESTONIA: Erkki Peetsalu. PRANCIS: Gabriel Joseph-Dezaize. GEORGIA: Natia Khuluzauri. JERMAN: Werner Siefer. HUNGARIA: Tamás Vitray. INDIA: Lakshmi Sankaran. INDONESIA: Didi Kaspi Kasim. ISRAEL: Idit Elnatan. ITALIA: Marco Cattaneo. JEPANG: Shigeo Otsuka. KAZAKHSTAN: Yerkin Zhakipov. KOREA: Junemo Kim. AMERIKA LATIN: Claudia Muzzi Turullols. LITUANIA: Frederikas Jansonas. BELANDA/BELGIA: Arno Kantelberg. NEGARA-NEGARA NORDIC: Hanne-Luise Danielsen. POLANDIA: Agnieszka Franus. PORTUGAL: Gonçalo Pereira. RUMANIA: Catalin Gruia. RUSIA: Andrei Palamarchuk. SERBIA: Igor Rill. SLOVENIA: Marija Javornik. SPANYOL: Ismael Nafria. TAIWAN: Yungshih Lee. THAILAND: Kowit Phadungruangkij. TURKI: Nesibe Bat.

"KAMI MEYAKINI KEKUATAN ILMU PENGETAHUAN, PENJELAJAHAN, DAN CARA BERTUTUR YANG MENGUBAH DUNIA."

NATIONAL GEOGRAPHIC INDONESIA
EDITOR IN CHIEF Didi Kaspi Kasim **MANAGING EDITOR** Mahandis Yoanata Thamrin **EDITOR & CARTOGRAPHER** Warsono **CONTRIBUTING EDITOR** Titania Febrianti **REPORTER** Fikri Muhammad **VISUAL EDITOR** Heri Cahyadi **PHOTOGRAPHER** Rahmad Azhar Hutomo **FOTOKITA** Bayu Dwi Mardana **WEB WRITER** Gita Laras Widyaningrum **SOCIAL MEDIA OFFICER** Lastboy Tahara Sinaga **EDITORIAL SECRETARY** Elli Sihotang

BOARD OF EXPERTS Prof. Dr. Bambang Hidayat, Dr. Jatna Supriatna, Prof. Dr. Mundardjito, Prof. Sardono W. Kusumo, Prof. Dr. Yohanes Surya

PUBLISHING
PUBLISHER Jakob Oetama **GROUP DIRECTOR** Dahlan Dahi **GROUP EDITORIAL DIRECTOR** Didi Kaspi Kasim

BUSINESS
BRAND DIRECTOR Agung Wibawanto **VIDEO BUSINESS DEVELOPMENT & PARTNERSHIP DIRECTOR** & Fitriana S. Pangaribuan **STRATEGIC AUDIENCE ANALYSIS DIRECTOR** Asti Krismardiyanti

GROUP ADVERTISING & SALES DIRECTOR Hendra Mulia **ACCOUNT DIRECTOR** Kurnyawati **ACCOUNT MANAGER** Hasan Kholilurrachman **ACCOUNT EXECUTIVE** Rieka Maulida, Sherrica Priscyla, Muhammad Arif

MARKETING DIRECTOR Tari Khairani **MARKETING MANAGER** Benardi Mardatu **MARKETING COMMUNICATION DIRECTOR** Amarendra Adhipangestu **MARKETING EXECUTIVE** Mohammad Essa Luthfani Cendikia, Hestia Melani Malano **MARKETING COMMUNICATION MANAGER** Marti Karina P.S. **MARKETING COMMUNICATION EXECUTIVE** Hyram Daiva Irawan **CIRCULATION & DISTRIBUTION** Dwi Susila Wardana **INTERNATIONAL RIGHTS & LICENSING DIRECTOR** Agung Wibawanto

TRANSLATORS Femmy Syahrani, Sofia Fifi Mansoor, Herman Ardyanto, Berlianti M. Nugrahani, Nadya Andwiani, Dyah Ruci B.R.M.

ADDRESS Gedung Gramedia Majalah Unit I Lantai 3 Jl. Panjang no. 8A Kebon Jeruk, Jakarta 11530, Indonesia
EDITORIAL Telp: (021) 5330150/70 ext. 33590 - 33591 Faks: (021) 5330179
Email: editor@nationalgeographic.co.id

ADVERTISING Telp: (021) 5330150/70 ext. 32146, 32151, 32152 Faks: (021) 5330188 Email: iklan@gramedia-majalah.com

SUBSCRIPTION Gedung Kompas Gramedia Unit 2 lt. 1 Jl. Palmerah Selatan No.22-28 Jakarta 10270
Telp: (021) 5306263, Faks: (021) 53699096 Email: subscribe@cc.kompasgramedia.com

GRID NETWORK KOMPAS GRAMEDIA

PUBLISHER Jakob Oetama **DEPUTY GROUP DIRECTOR** Harry Kristianto **GROUP ADVERTISING SALES & MARKETING DIRECTOR** Elly Handojo A.M. **GROUP BUSINESS DEVELOPMENT DIRECTOR** Ign. Gatot Widhiyanto

DICETAK OLEH: PT Gramedia Percetakan.
Jalan Palmerah Selatan No. 22-26 Jakarta Pusat 10270
Telepon (021) 5483008 (hunting) ext. 3465, 3429 5360442 (direct) Fax. (021) 548134

Seluruh isi dan materi dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak atau menggunakan tanpa seizin National Geographic Indonesia.

NATIONAL GEOGRAPHIC SOCIETY
Sebuah organisasi nonprofit dengan keanggotaan global. Kami menginspirasi melalui penjelajahan, mencerahkan lewat beragam kisah, dan mengedukasi, seperti yang kami lakukan selama ini.

CHIEF EXECUTIVE OFFICER
Dr. Jill Tiefenthaler

SENIOR MANAGEMENT
PRESIDENT AND CHIEF OPERATING OFFICER: Michael L. Ulica
CHIEF BUSINESS OPERATIONS OFFICER: Tara Bunch
INTERIM CHIEF SCIENCE AND INNOVATION OFFICER: Valerie Craig
CHIEF HUMAN RESOURCES OFFICER: Mara Dell
CHIEF COMMUNICATIONS OFFICER: Kalee Kreider
CHIEF EXPLORER ENGAGEMENT OFFICER: Alexander Moen
CHIEF EDUCATION OFFICER: Vicki Phillips
CHIEF STORYTELLING OFFICER: Kaitlin Yarnall

BOARD OF TRUSTEES
CHAIRMAN: Jean M. Case
VICE CHAIRMAN: Katherine Bradley

Brendan P. Bechtel, Afsaneh Beschloss, Ángel Cabrera, Elizabeth (Beth) Comstock, Jack Dangermond, Joseph M. DeSimone, Alexandra Grosvenor Eller, Jane Lubchenco, Kevin J. Maroni, Strive Masiyiwa, Mark C. Moore, George Muñoz, Nancy E. Pfund, Lyndon Rive, Edward P. Roski, Jr., Frederick J. Ryan, Jr., Rajiv Shah, Ellen R. Stofan, Anthony A. Williams, Tracy R. Wolstencroft

EXPLORERS-IN-RESIDENCE
Sylvia Earle, Enric Sala

EXPLORERS-AT-LARGE
Robert Ballard, Lee R. Berger, James Cameron, J. Michael Fay, Beverly Joubert, Dereck Joubert, Louise Leakey, Meave Leakey

NATIONAL GEOGRAPHIC PARTNERS

CHAIRMAN Gary E. Knell

SENIOR MANAGEMENT
EDITORIAL DIRECTOR: Susan Goldberg
GENERAL MANAGER NG MEDIA: David E. Miller
DEPUTY CHIEF COUNSEL: Evelyn Miller
GLOBAL NETWORKS CEO: Courteney Monroe
HEAD OF TRAVEL AND TOUR OPERATIONS: Nancy Schumacher
CHIEF FINANCIAL OFFICER: Akilesh Sridharan

BOARD OF DIRECTORS
Ravi Ahuja, Jean M. Case, Bob Chapek, Nancy Lee, Kevin J. Maroni, Kevin Mayer, Peter Rice, Frederick J. Ryan, Jr., Jill Tiefenthaler, Michael L. Ulica

INTERNATIONAL PUBLISHING
SENIOR VICE PRESIDENT: Yulia Petrossian Boyle
Allison Bradshaw, Ariel Deiaco-Lohr, Kelly Hoover, Diana Jaksic, Jennifer Jones, Leanna Lakeram, Jennifer Liu, Rossana Stella

JURNAL FOTOGRAFER

NATIONAL GEOGRAPHIC

VOL. 16 NO. 9

CAHAYA DI LOKASI GARIB

ILUSTRASI FOTO OLEH
REUBEN WU

Reuben Wu membuat foto ini menggunakan lampu yang dipasang di *drone* untuk menerangi Gletser Pastoruri di Cordillera Blanca, Peru, secara dramatis.

MELIHAT BUMI DARI SEGALA SISI



Wu memprogram drone bercahaya untuk berputar di atas formasi batu pasir Yant Flat di Utah. Lalu, beberapa foto rana lambat digabungkan menjadi foto komposit ini.



Menerangi tambang Moel Tryfan di North Wales memerlukan semacam metode melukis dengan lampu drone untuk menekankan kontur permukaan batu.

LATAR BELAKANG CERITA

MENEMPATKAN CAHAYA BUATAN DI LINGKUNGAN ALAMI MENAMBAH CERAH RASA KAGUM.

LANSKAP YANG MENCENGANGKAN bisa membuat napas seseorang tertahan. Namun bagi Reuben Wu, itu saja tak cukup. Wu—seorang fotografer, seniman visual, dan produser musik—merasa bahwa gunung megah, gletser, dan pantai di bumi kehilangan sesuatu.

Khususnya, cahaya buatan.

Idenya muncul dari kesalahan. Suatu malam di dekat Death Valley, California, Wu mengatur kamera untuk membuat serangkaian *time-lapse* di kegelapan. Truk pikap melintas, merusak pemandangan dengan lampu depannya yang terang. Awalnya, Wu berkata, "Saya mangkel. Namun saat melihat fotonya, saya terpesona. Inilah cahaya buatan di lingkungan alami."

Pendekatan itu memunculkan hasrat untuk mencoba menambahkan cahaya di pemandangan lain: di danau, di ngarai, di pilar batu tinggi di gurun. Dia menerbangkan *drone* dengan lampu di depan kamera, mengambil bukaan rana lambat—selama 30 detik. Lalu dia menambah lapisan foto untuk menjadikan komposit dan, pada beberapa foto, mengolah versi akhir dengan menghilangkan drone dan membiarkan cahaya tambahan.

Foto-foto Wu kebanyakan diambil di AS, tempat ia tinggal. Namun dengan semangat penjelajahan, dia berkata, setiap lanskap di Bumi adalah kandidat untuk potret seperti itu—setiap pemandangan, di mana saja, yang dapat ditangkap dengan cara yang tampak tak biasa.

Wu hendak membuat rangkaian yang membingungkan: apakah ini alami? Apakah ini seni? Disorientasi, ujarnya, membuka pikiran untuk melihat dengan cara lain. –DANIEL STONE



Wu memberikan cahaya yang berlainan pada formasi batuan dekat Arbol de Piedra, Suaka Fauna Nasional Eduardo Avaroa Andean di Provinsi Sur Lipez, Bolivia.

VIRUS CORONA

DI BAGIAN INI

Melandaikan kurva dalam Pagebluk Flu 1918

Peralatan meneliti virus

LAPORAN KHUSUS DARI NATIONAL GEOGRAPHIC

NATIONAL GEOGRAPHIC | VOL. 16 NO. 9

Harga dari Merusak Alam

PAGEBLUK MEMBUKTIKAN: DENGAN MERUSAK BUMI, KITA MELEMAHKAN KEKUATAN ALAM UNTUK MELINDUNGI KITA DARI PENYAKIT.

OLEH **ENRIC SALA**

SEMENJAK MASA KANAK-KANAK di tepi Laut Mediterania, saya terpesona oleh keragaman hidup di planet kita. Saya menghabiskan sebagian besar karir saya untuk mempelajari rantai makanan di lautan. Namun, saya merasa kecil melihat kehidupan di planet kita terhenti oleh virus mungil.

Dari Wuhan, Tiongkok, "pasar becek" tempat daging segar yang baru dipotong dan binatang liar hidup dijual untuk makanan dan obat, virus sepertinya ditularkan akhir 2019 via hewan liar ke manusia. Dan dalam hitungan bulan, COVID-19 menumbangkan ratusan ribu homo sapiens, predator dominan Bumi.

Virus telah menyerang orang yang saya kenal, di Eropa dan seluruh dunia. Namun pandemi ini merupakan argumen yang kuat untuk sesuatu yang saya percaya dengan yakin: bahwa keanekaragaman hayati penting untuk kesehatan manusia, dan akhirnya, untuk kelangsungan hidup manusia.



Ombak memecah di puncak terumbu karang di Karang Kingman, bagian dari Monumen Laut Nasional U.S. Pacific Remote Islands.

Pelestarian alam bukanlah soal kemewahan

Di masa lampau, kelompok manusia yang lebih kecil dan pergerakan yang terbatas kemungkinan terjadinya lokalisasi penyakit. Namun seiring perjalanan sejarah, umat manusia semakin memudahkan virus untuk berevolusi dengan sukses. Kita berkumpul dalam kelompok besar di perkotaan dan berpindah ke sepenjuru dunia. Kita mengubah habitat liar menjadi kota, lahan pertanian, juga pusat perbelanjaan. Kita telah menciptakan kondisi ideal untuk pagebluk modern.

COVID-19 adalah pengingat lain bahwa pelestarian alam bukan hanya kemewahan untuk negara kaya atau gagasan romantis. Kelangsungan hidup bergantung pada kita sebagai anggota biosfer yang lebih baik, pada komunitas kita yang lebih besar. **–ES**



SELAMA RIBUAN TAHUN, manusia terpajan virus dan bakteri berbahaya akibat kontak dengan satwa di alam liar. Manusia tiada hentinya melanggar batas habitat dan bersaing dengan satwa untuk air, makanan, dan wilayah. Lebih banyak kontak fisik mengakibatkan lebih banyak konflik—dan penularan.

Sebuah kajian pada 2020 menelusuri kaitan antara banyaknya spesies yang membawa virus zoonosis dan kemungkinannya menyebar ke manusia. Peneliti menyisir literatur ilmiah, memperoleh data dari 142 virus zoonosis. Mereka menemukan bahwa tikus, primata, dan kelelawar membawa lebih banyak virus. Penularan virus ke manusia lebih banyak dari hewan yang beradaptasi dengan lingkungan manusia.

Bagaimana dengan risiko dari makhluk di lautan, yang jumlahnya lebih dari 70 persen di bumi? Apakah eksploitasi kehidupan lautan juga mengancam kesehatan manusia? Saya menemukan jawabannya di beberapa pulau paling terpencil di Pasifik tengah.

Pada 2015, saya mengadakan ekspedisi penelitian pertama ke Karang Kingman dan pulau-pulau terdekat. Kingman berada paling utara Line Islands, 11 pulau koral dan atol yang membentang 2.350 kilometer melintasi Khatulistiwa.

Kingman tak berpenghuni. Pulau di selatan, Palmyra, ditinggali 20 orang, mengawaki stasiun penelitian dan perlindungan satwa liar. Jauh di selatan adalah Teraina (900 penduduk saat itu), Tabuaeran (2.500 penduduk), dan Kiritimati (5.100 penduduk). Empat pulau ini berbagi kondisi oseanografi dan iklim, flora, dan fauna. Variabel yang berubah ialah jumlah manusia.

Tim ilmuwan kami mengaji keragaman dan kelimpahan keseluruhan—virus, bakteri, alga, invertebrata, dan ikan. Juga mengukur bagaimana ekosistem terumbu karang berubah berdasarkan ragam aktivitas manusia. Selama lima minggu menyelam, kami menghitung dan memperkirakan kelimpahan dan biomassa apapun. Apa yang kami temukan cukup jelas: Saat manusia meski jumlahnya hanya beberapa ratus, mulai memancing, mereka memotong rantai makanan dari atas. Kala jumlah manusia mencapai beberapa ribu, terumbu berubah dari yang memiliki banyak hiu dan koral, menjadi tanpa hiu namun banyak ikan kecil dan rumput laut.

Namun, kami menemukan hal lain yang tak saya sangka, terkait makhluk terkecil di terumbu karang.

SAYA TIDAK PERNAH MENYESAL mengundang teman baik saya, Forest Rohwer, untuk bergabung dalam ekspedisi. Forest adalah ahli ekologi virus yang cemerlang, dan di antara yang pertama kali menggunakan teknologi genomika untuk mempelajari virus dan bakteri di lautan. Tahun itu di Line Islands, Forest dan tim kecilnya mengumpulkan sampel air untuk menghitung kelimpahan mikrob dan hubungannya dengan manusia. Mereka menemukan sepuluh kali lebih banyak bakteri di perairan Kiritimati, dibandingkan di Kingman.

NGM MAPS. FOTO: ENRIC SALA

Tak hanya jumlah mikrobial meningkat, seiring jumlah orang yang bertambah banyak. Apa yang bakteri lakukan juga berubah dramatis. Di Kingman kami menemukan air sebening kristal, tempat separuh mikrob adalah bakteri yang sangat kecil seperti *Prochlorococcus*, yang dengan sederhana berfotosintesis untuk hidup. Sebaliknya, di Kiritimati kami menemukan air keruh tempat sekitar sepertiga bakterinya adalah patogen, termasuk beberapa tipe dari *Staphylococcus*, *Vibrio*, dan *Escherichia*.

Yang paling mengkhawatirkan adalah *Vibrio*, penyebab penyakit karang. Itu mengubah karang yang didominasi koral menjadi didominasi rumput laut, yang pada gilirannya meningkatkan perkembangan mikrob. *Vibrio* juga menyebabkan penyakit parah pada manusia, seperti kolera, gastroenteritir (flu perut), infeksi pada luka, dan septicemia (sepsis). Forest menyebut pergeseran ekosistem ini—dari dewasa, stabil, penuh hewan besar, menjadi belum dewasa dan didominasi makhluk kecil—sebagai "*microbialization*" terumbu karang.

Pada April dan Mei 2009, kami menyelenggarakan ekspedisi National Geographic Pristine Seas pertama, ke lima pulau di Line Islands di selatan Khatulistiwa. Semua tak berpenghuni. Kami menemukan apa yang kami temukan di Kingman: air bersih dan biomassa ikan amat tinggi, termasuk gerombolan hiu, dan terumbu karang yang didominasi koral hidup. Di laguna Atol Millenium, kami kagum dengan melimpahnya kima raksasa—yang juga kami amati di laguna di Kingman.

Kima raksasa menyaring air melalui tubuhnya dan menangkap mikroorganisme sebagai makanan. Kami bertanya-tanya, seberapa banyak bantuan mereka untuk membuat air sebersih itu. Forest mengumpulkan air dari laguna dan mengisinya ke akuarium percobaan di atas kapal kami: beberapa dengan kima raksasa hidup di dalamnya, beberapa dengan cangkang kosong, beberapa hanya air saja. Lalu dia mengukur kelimpahan bakteri dan virus dari waktu ke waktu. Kima raksasa menghilangkan banyak bakteri dan virus dari air laut dalam 12 jam, sementara air di akuarium lain menjadi keruh dan penuh dengan mikrob. Forest lalu menambahkan *Vibrio* ke masing-masing akuarium, dari pembudidayaan yang dia bawa di ekspedisi. Seperti yang diduga, kima raksasa pada akuarium eksperimen secara signifikan mengurangi *Vibrio*, yang berkembang di akuarium kontrol.

JIKA KITA MENGURANGI HABITATNYA, SATWA STRES, MELEPAS BANYAK VIRUS. NAMUN HABITAT DENGAN ANEKA SPESIES, MEMBAWA SEDIKIT PENYAKIT.

Itulah cara lain alam mengontrol virus—menapis mereka keluar dari sistem—yang kini baru kita sadari. Kima raksasa dipanen untuk daging dan cangkangnya dari sebagian besar terumbu di Pasifik dan nyaris hilang di banyak tempat. Manusia tanpa sadar telah menghilangkan penyaring alami—masker N95 laguna—yang melindungi mereka dari penyakit.

KITA SEMUA BERSAMA DALAM KEADAAN INI. Lalu apa yang dapat kita lakukan? Selagi dunia menolong mereka yang membutuhkan selama pagebluk COVID-19, kita mungkin harus mulai memikirkan bagaimana mencegah pandemi zoonosis berikutnya.

Kita telah melihat, meskipun tak tahu apa yang sebagian besar mereka lakukan, semua satwa liar memiliki tugas penting yang menjaga berjalannya biosfer. Kita bisa jadi telah mempelajari sesuatu dari penelitian tentang ekosistem alami, sebagaimana berlaku untuk penyakit belakangan ini. Alih-alih memusnahkan satwa liar akibat penularannya ke manusia, kita seharusnya melindungi ekosistem alami yang merupakan rumah mereka. Dan, jika perlu, menolong mereka kembali ke jalan menuju kedewasaan dengan meliarkannya kembali.

Jika kita mengurangi habitatnya, hewan menjadi stres dan melepaskan banyak virus. Dengan kata lain, habitat dengan aneka spesies mikrob, tumbuhan, dan satwa, membawa sedikit penyakit. Keanekaragaman hayati melemahkan virus yang muncul dan menyediakan pelindung alami yang menahan dampak dari patogen.

Mengekang perdagangan ilegal satwa liar, mengakhiri deforestasi, melindungi ekosistem, mendidik masyarakat akan bahaya mengonsumsi satwa liar, menghapus secara bertahap bahan bakar fosil, dan beralih ke ekonomi sirkular. Itulah usaha yang bisa kita lakukan dan harus dilakukan.

Dunia alami nan sehat ialah antivirus terbaik. ▯

Alam liar nan hakiki

Ekolog dan oseanografer ternama Enric Sala adalah seorang explorer-in residence National Geographic Society. Esai ini diambil dari bukunya *The Nature of Nature: Why We Need the Wild*, dengan kata pembuka dari Prince of Wales dan kata pengantar dari biolog E.O. Wilson.



PERTANIAN KOTA

SORAYA CASSANDRA, MERAWAT ALAM DALAM KESEHARIAN

OLEH **GITA LARAS WIDYANINGRUM** FOTO OLEH **RAHMAD AZHAR HUTOMO**

MENJADI PETANI KOTA adalah panggilan hidup Siti Soraya Cassandra. Ia ingin merawat alam dalam keseharian-nya. Lewat Kebun Kumara, Sandra juga mengajak masyarakat kota untuk kembali terhubung dengan alam.

Apa saja kegiatan yang dilakukan di Kebun Kumara?
Kebun Kumara merupakan kebun belajar. Di sini, kami menyediakan pendidikan berkebun bagi masyarakat kota, termasuk cara membuat kompos dan mengolah sampah menjadi *ecobrick*. Kebun Kumara juga mengenalkan *edible landscaping* atau kebun pangan.

Perubahan apa saja yang ingin dibawa?
Kita tahu bahwa perkotaan dekat dengan isu deforestasi, polusi dan sampah yang tidak terkelola dengan baik. Dengan Kebun Kumara, saya ingin masyarakat kota kembali ke gaya hidup lestari—bagaimana kita kembali peka kepada alam dan menjaganya dalam kehidupan sehari-hari.

Caranya bisa dimulai dengan berkebun yang menjadi pintu masuk untuk mengenal alam dan sangat mudah untuk dilakukan dari rumah sendiri.

Apa pesan untuk perempuan Indonesia?
Berani bertindak, jangan takut untuk keluar dari zona nyaman meskipun memang sudah merasa nyaman. Harus siap melakukan apa yang bisa dilakukan dan berkarya mulai dari hal yang menjadi keahlian kita.

Selain itu, cari sosok terdekat yang bisa dijadikan inspirasi. Seperti contoh, saya sangat mengagumi ibu saya yang kuat, maka saya termotivasi untuk menjadi perempuan kuat juga seperti beliau. ▯



WAWANCARA INI TELAH DISUNTING AGAR RINGKAS DAN JELAS

Mendefinisikan Gelora Merdeka dengan vivo X50 Series

Inilah karya tiga fotografer yang berhasil menggelorakan semangat *Redifine Your Vision* dalam *National Geographic on Assignment*.

Kondisi minim cahaya terkadang menghalangi kita untuk mengambil gambar yang indah. Pun, di tengah pandemi COVID-19, kita tidak bisa melakukan perjalanan. Kini, ruang gerak untuk melakukan hobi fotografi semakin terbatas. Namun, kegiatan *National Geographic Indonesia on Assignment* (NGIOA), berhasil menunjukkan bahwa dengan kreativitas dan teknologi yang mumpuni, kedua masalah tersebut ternyata dapat teratasi.

National Geographic Indonesia bekerja sama dengan vivo Indonesia dan Kementerian Pariwisata, menyelenggarakan NGIOA. Program ini menugaskan sembilan fotografer di berbagai kota untuk membingkai keindahan di sekitar tempat tinggal mereka.

Penugasan ini mengusung semangat *Redefine Your Vision*, yang terbagi menjadi dua bagian. Penugasan pertama, peserta mengabadikan suasana kota ketika malam menjelang pada periode 25-31 Juli 2020. *Blue Hour di Tebing Breksi* karya Erlangga Fakhri Sujono berhasil menjadi foto terfavorit di penugasan pertama. Untuk penugasan kedua, peserta mengabadikan gelora semangat perayaan Hari Kemerdekaan Republik Indonesia pada periode 5-11 Agustus 2020.

Para peserta yang terpilih mengikuti program ini merupakan pemenang tiga kompetisi fotografi yang pernah digelar vivo dan National Geographic Indonesia beberapa tahun silam.

Dalam penugasan tahap pertama, Didi Kaspi Kasim, Editor in Chief National Geographic yang juga menjadi juri acara ini, mengungkapkan kesannya. "Ragam imaji ekspresi merayakan kemerdekaan telah ditangkap oleh para peserta. Ada benang merah di sana, semua menampilkan harapan dari redupnya cahaya. Menarik memperhatikan bagaimana setiap orang bercerita visual, menangkap pesan lisan dan menceritakannya kembali dari sudut pandang yang unik setiap individunya."

Sementara itu, Arbain Rambey, juri dan fotografer profesional, menyampaikan bahwa secara keseluruhan, foto-foto peserta bisa menampilkan kemajuan di sisi fotografi dari vivo X50 Pro. "Pertama, adanya detail di area *shadow* yang sampai setahun lalu belum mampu dihasilkan kamera HP rata-rata," ujarnya. "Kedua, pengaturan kontras yang terjaga di area *shadow*, juga *noise* yang sangat rendah di area "gelap" ini.

Fachryansyah Farandy, Digital & PR Director vivo Indonesia, mengatakan, saat ini tidak perlu takut atau ragu mengeksplor *night photography*. Pasalnya, vivo X50 Pro memiliki fitur *Extreme Night Vision* yang disertai dengan *AI Noise Reduction*. Peranti ini memungkinkan kita menembus malam tergelap dan menangkap apa yang ada di baliknya.

Selain itu, X50 Pro juga ditahbiskan sebagai gawai cerdas pertama dengan teknologi Gimbal Stabilization dari vivo Indonesia. Sistem Kamera Gimbal X50 Pro terletak di dudukan suspensi bola ganda yang dirancang dengan cerdas. Fitur ini menggunakan pergerakan mekanis untuk mencapai stabilisasi 3D yang fleksibel dan dapat menjangkau sudut 300 persen lebih besar dibandingkan OIS.



Juara 1 **Gerdie Hutomo Nurhadi**
Asiknya Main Lompat Karung



Juara 2 **M. Jeffry Hanafiah**
Pawai Merah Putih



Juara 3 **Adi Wiratmo**
Bangunlah Jiwanya Bangunlah Generasinya Untuk Indonesia Bangkit

Nobel P. Marpaung, Head of Content Production, Kementerian Pariwisata dan Ekonomi Kreatif, mengatakan kegiatan NGIOA sangat bermanfaat bagi industri pariwisata. "Di era pandemi seperti ini, di mana ada keterbatasan untuk mengunjungi suatu destinasi, peran warga lokal sangat penting untuk menampilkan *image* yang dapat menggugah minat calon wisatawan. Dengan begitu, saat kondisi membaik, nanti mereka tertarik berkunjung ke sana. Saya sendiri terpesona dengan hasil foto teman-teman, apalagi itu diambil hanya dengan menggunakan *smartphone*." papar Nobel. "Kegiatan-kegiatan seperti ini harus sering dilakukan agar dapat meningkatkan image dari destinasi pariwisata di Indonesia."

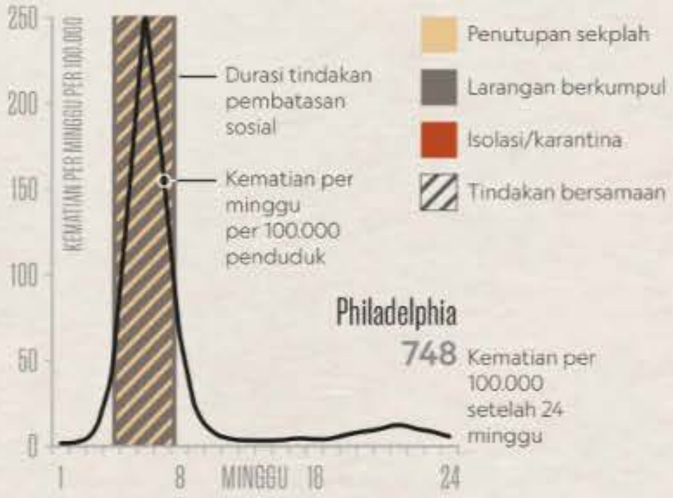
MELANDAIKAN KURVA DI 1918

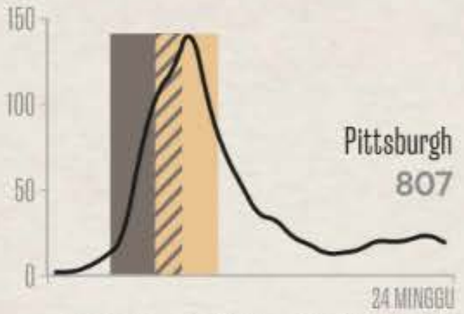
PANDEMI INFLUENSA 1918—ATAU FLU SPANYOL—adalah pagebluk paling mematikan yang tercatat dalam sejarah. Pagebluk ini mendatangkan bencana hingga 1920. Pada 2020, seiring banyaknya bagian dunia berhenti berputar dalam menyikapi virus corona, para ahli menjadikan pagebluk abad lalu sebagai petunjuk. Upaya untuk menghentikan penyebaran virus ke kota-kota di seluruh AS saat itu—dengan hasil yang kadang suram, kadang menginspirasi—terus memberikan pelajaran untuk hari ini.

OLEH **RILEY D. CHAMPINE** DAN **DIANA MARQUES**

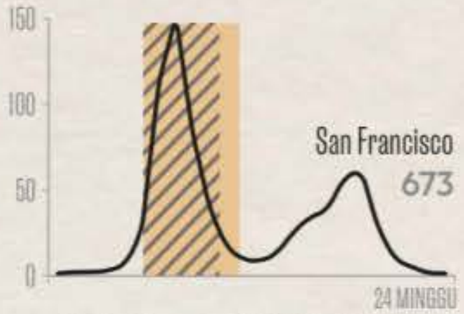
AS menggunakan berbagai intervensi untuk membatasi pandemi 1918—dari menutup sekolah dan melarang masyarakat berkumpul, hingga memaksa isolasi dan karantina. Kota-kota ini mengadopsi setidaknya satu hal.

Philadelpia menunggu delapan hari setelah rerata kematian kota mulai naik, sebelum melarang berkumpul dan menutup sekolah. Kota ini pun mengalami puncak tertinggi rata-rata kematian per minggu.





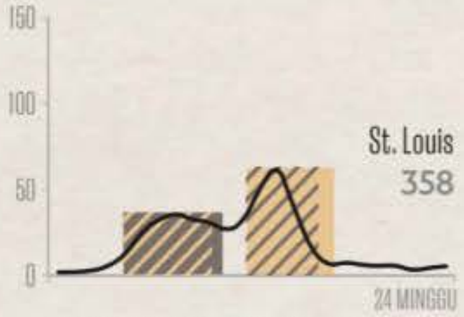
Tingkat kematian Pittsburgh, tertinggi setelah periode 24 minggu. Tak hanya menunda tindakan selama tujuh hari, Pittsburgh juga menerapkan secara bergiliran, alih-alih serentak.



San Fransisco mengalami gelombang kematian kedua setelah melonggarkan langkah pembatasan sosial yang awalnya dapat membatasi penyakit tersebut.



New York City memulai karantina lebih awal—11 hari sebelum rerata kematian meningkat. Metropolis ini memiliki rata-rata kematian keseluruhan terendah di pesisir timur.

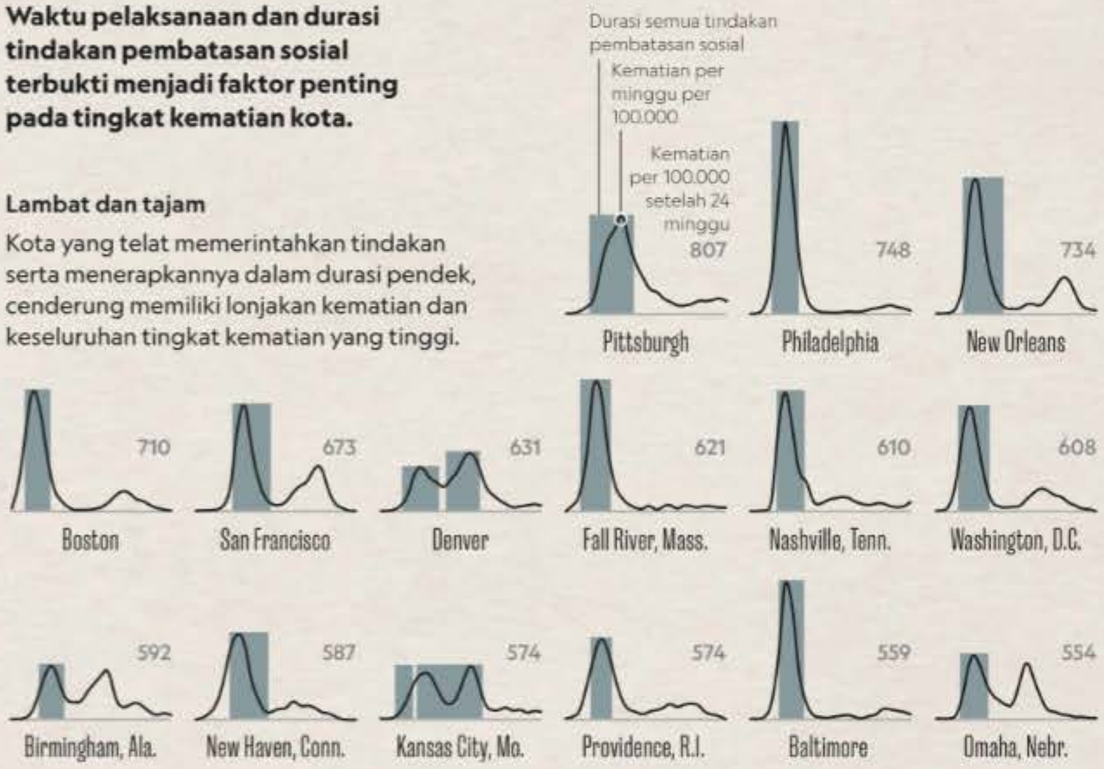


St. Louis mengetatkan pembatasan jarak, dan total kematiannya rendah. Kota ini berhasil menunda puncak angka kematian, namun kenaikannya tajam kala larangan dilonggarkan.

Waktu pelaksanaan dan durasi tindakan pembatasan sosial terbukti menjadi faktor penting pada tingkat kematian kota.

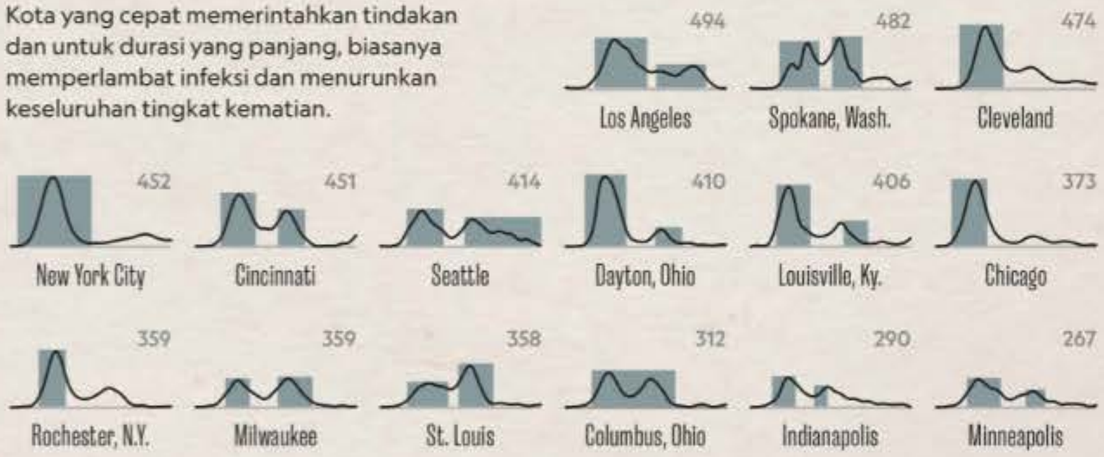
Lambat dan tajam

Kota yang telat memerintahkan tindakan serta menerapkannya dalam durasi pendek, cenderung memiliki lonjakan kematian dan keseluruhan tingkat kematian yang tinggi.



Lekas dan landai

Kota yang cepat memerintahkan tindakan dan untuk durasi yang panjang, biasanya memperlambat infeksi dan menurunkan keseluruhan tingkat kematian.



SUMBER: HOWARD MARKEL DAN J. ALEXANDER NAVARRO, CENTER FOR THE HISTORY OF MEDICINE, UNIVERSITY OF MICHIGAN



1. Tabung Microcentifuge
Mikrob dan cairan penyangga dapat diisolasi di wadah ini.
2. Pipet 20-50 mikroliter
3. Pipet 100-1.000 mikroliter
Perbedaan ukuran alat ini digunakan untuk secara tepat memberikan volume yang konsisten dari seluruh bahan untuk prosedur percobaan.
4. Pipet Multichannel Otomatis
Digunakan dengan pelatmikro (No.10), mengeluarkan volume cairan dengan tepat melalui delapan saluran dalam sekali dorong.
5. Wadah Pipet Penyaring
Penyaring internal bertujuan menjaga aerosol infeksius mencemari tangkai pipet saat pengeluaran.
6. Culture swab steril
Spesimen yang dikumpulkan alat ini dipindahkan ke tabung (No.9) yang berisi media kultur.
7. Rak tabung pengujian
Tabung dengan berbagai ukuran disimpan di sini.
8. Liquid culture medium
Ilmuwan menggunakannya untuk mendukung kehidupan dan pertumbuhan sel.
9. Tabung koleksi spesimen
Tabung ini didesian untuk melindungi integritas sampel dan menghilangkan risiko tumpah.
10. Pelat 96-well
Lubang di pelat ini berfungsi seperti tabung kecil untuk tes titrasi—yaitu, mengukur kandungan virus atau antibodi pada sampel.

FOTO OLEH **LASZLO VEGH**

MENELITI VIRUS

LABORATORIUM BERFASILITAS "kontaminasi tinggi" seperti ini digunakan untuk menangani agen infeksi dengan aman. Baik mendeteksi patogen dan mendiagnosis penyakit, atau menelusuri struktur molekular mikrob, ilmuwan menggunakan alat-alat spesial dengan hati-hati. Lab di Szentágothai Research Center di University of Pecs Hongaria ini, adalah lab berlevel keselamatan biologi tinggi. Artinya, transmisi mikrob yang ditangani bisa menyebabkan penyakit serius atau mematikan. Ruangan difoto melalui pelindung wajah dan katup masker respirator teknisi. –TAMAS VITRAY, JR.

INOVATOR

ERIKA CUÉLLAR SOTO

OLEH **ANNIE ROTH** FOTO OLEH **MARK THIESSEN**



Dia menolong penduduk pribumi melindungi "keajaiban" tanah mereka.

Saat ahli biologi konservasi Bolivia Erika Cuéllar Soto melihat matahari terbit di Gran Chaco untuk pertama kalinya pada 1997, "Gran Chaco adalah keajaiban," ujarnya. "Saya bangun dan melangkah keluar tenda, dan ada jejak di mana-mana." Kehidupan liar berlimpah di Gran Chaco, hutan dataran rendah di perbatasan Bolivia, Paraguay, Argentina, dan Brasilia. Wilayah ini adalah suaka bagi jaguar, armadillo, anteater raksasa, dan guanaco, sepupu llama. Namun beberapa dekade terakhir, hutannya dihancurkan untuk perkebunan, peternakan, dan sumur gas alam.

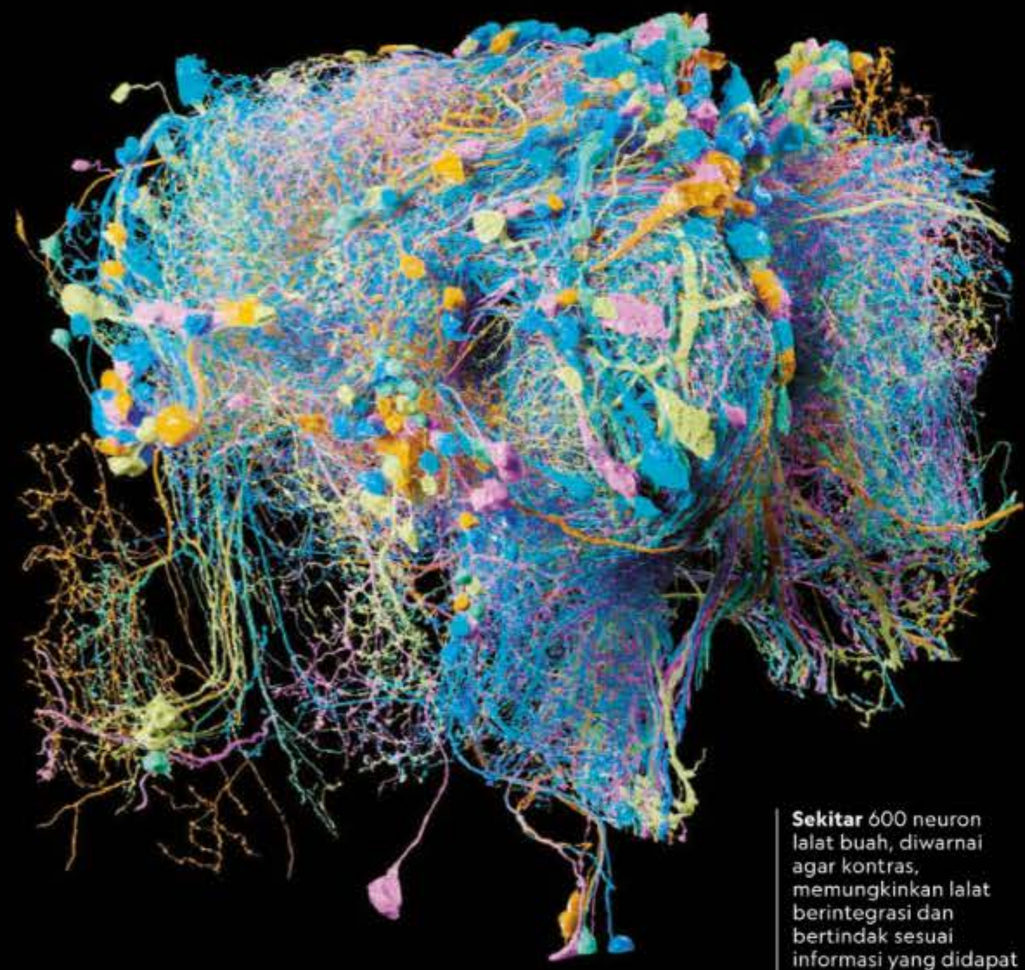
Guna melestarikan Gran Chaco, Cuéllar merekrut penduduk asli menjadi "*parabiologist*." Mereka seperti paramedis, katanya, tetapi untuk ekosistem. Program pelatihan Cuellar menolong penduduk asli Gran Chaco mengembangkan keahlian yang dapat mereka gunakan sebagai konservasi biolog profesional. "Bagi saya, tidak ada jalan lain untuk mencapai konservasi berkelanjutan," katanya. Sembari mencari nafkah, *parabiologist* memberi manfaat dengan mengendalikan kebakaran, memantau keanekaragaman hayati, membuat cagar alam untuk melindungi guanaco—dan mengajarkan apa yang mereka tahu.

"Kita kehilangan pengetahuan manusia yang benar-benar terhubung dengan alam," kata Cuéllar. "Anda tak bisa mendapatkan pengetahuan ini dari universitas." □

JELAJAH

DI BAGIAN INI
Jejak Fosil
Sengatan Belut
Hasil Merusak Alam

MENERANGI MISTERI DAN KEAJAIBAN DI SEKITAR KITA SETIAP HARI
NATIONAL GEOGRAPHIC | VOL. 16 NO. 9



CUKILAN

PETA SIRKUIT OTAK NAN LAYAK DIDENGUNGKAN

Sekitar 600 neuron lalat buah, diwarnai agar kontras, memungkinkan lalat berintegrasi dan bertindak sesuai informasi yang didapat dari indranya. Ilmuwan dari Janelia Research Campus dan Google, memetakan sepertiga bagian otak: 25.000 sel saraf yang membentuk sekitar 20 juta koneksi. Tujuan akhir: memetakan seluruh otak dan saraf utama, untuk mempelajari bagaimana area organ ini saling terkait.
– THERESA MACHEMER

IMAJI: HOWARD HUGHES MEDICAL INSTITUTE'S JANELIA RESEARCH CAMPUS; GOOGLE; DAN WELLCOME TRUST

LAKU MENGEJUTKAN

Belut listrik—generator bioelektrik terkuat di antara semua satwa—adalah ikan jenis langka yang menggunakan medan listrik. Tak sekadar untuk berkomunikasi dan bernavigasi, tetapi juga untuk berburu dan bertahan. Rentetan serangan voltase tinggi yang dilancarkan bisa bertahan tiga detik, melumpuhkan mangsanya.

OLEH **DIANA MARQUES**



Ketiga spesies belut listrik ditemukan di Amerika Selatan. *Electrophorus varii* berkembang di perairan dataran rendah yang keruh, berarus lambat, dan kaya mineral. *E. electricus* dan *E. voltai* beradaptasi di sungai dataran tinggi berair jernih yang kurang mineral. Beberapa ahli percaya, *E. electricus* dan *E. voltai* menjadi spesies sendiri saat Amazon berubah ke aliran masa kini.



Saat berubah menjadi generator listrik, belut Volta *(E. voltai)* ini sangat kuat. Muatan listriknya bisa tiga setengah kali lebih kuat dari muatan stopkontak di dinding.



Tiga organ berlistrik membentuk 80 persen tubuhnya.



Otot rerang
Sumsum tulang belakang
Organ elektrik utama
Semua organ vital terlingkup di area kecil ini, di belakang kepala.
Pori-pori di kepala dan tubuh memiliki reseptor yang mendeteksi medan elektrostatik.
Hati
Gelembung (betina)
Jantung
Organ pernapasan
Belut mengambil 80 persen oksigen yang dibutuhkan ketika muncul ke permukaan air setiap lima sampai 10 menit; air menyediakan sisanya.
Bukaan ekskresi dan reproduksi.

SIRKUIT SEL

Ribuan sel reaktif yang disebut *electrocyte* menyusun organ listrik belut. Ketika diaktifkan, gerbang saluran sodium di membran elektrolit terbuka. Aliran ion yang masuk kemudian mempolarisasi kulit belut dan menciptakan medan elektrostatik di perairan sekitarnya. Voltase yang dapat dihasilkan belut listrik adalah jumlah dari seluruh muatan kecil yang dihasilkan oleh electrocyte.





Aliran arus dari kepala menuju ekor. Ilmuwan masih belum yakin mengapa belut menggunakan bentuk bergelombang ketika melepaskan tegangan tinggi.

SENGATAN MAKSIMUM

Sebelumnya dipercaya sebagai satwa yang soliter, belut volta baru-baru ini diamati hidup dan berburu dalam kelompok hingga seratus individu. Strategi berburu kolektif mereka dan pelepasan tegangan tinggi, menolong mereka membingungkan kawanan aktif mangsa kecil.

1 Beristirahat sebagai kelompok

Belut beristirahat di dasar danau sepanjang siang dan malam. Mereka berkomunikasi melalui pelepasan voltase rendah yang dipancarkan oleh beberapa organ elektriknya.





2 Bergerak saat fajar dan senja

Dua kali sehari, ketika intensitas cahaya rendah, belut mulai berenang dekat permukaan. Mereka berpindah ke tempat perburuan dangkal.



3 Pesta listrik

Belut-belut menggiring ikan kecil menjadi bola mangsa dan bergiliran menyengat mereka. Ikan yang kaget melompat ke atas, lalu kembali ke air, dan ditelan hidup-hidup.

SUMBER: DAVID SANTANA, SMITHSONIAN INSTITUTION; DOUGLAS BASTOS, INPA; PHILIP STODDARD, FLORIDA INTERNATIONAL UNIVERSITY



Sebuah karya yang sedang dikerjakan di studio Osvaldo Menegazzi di Milan menggambarkan Eye of Providence, sebuah simbol yang muncul di tarot.

AKAR TAROT ITALIA

BAGI PARA PENGGEMAR SENI ESOTERIS BERUSIA 600 TAHUN INI, PERJALANAN KE MILAN ADA DALAM BACAAN KARTU.

OLEH **ALEX SCHECHTER**

DI STUDIO MUNGILNYA di Milan, Osvaldo Menegazzi, 89 tahun, telah membuat kartu klasik tarot versinya sendiri sejak 1970-an. Kartu-kartu itu terbuat dari kertas tebal dan diwarnai dengan tangan. Wajah-wajah di kartu bagai menatapmu dari abad berbeda. Dari sekian banyaknya kartu tarot, kartu yang dibuat oleh Menegazzi adalah unik, terutama karena kartu-kartu itu terasa amat personal. "*Le carte parlano*," ucapnya. "Kartu-kartu itu berbicara."

Ia adalah alasan pencinta tarot, seperti saya, datang ke Milan. Di pertengahan abad ke-15, keluarga Visconti dan Sforza, penguasa Milan selama lebih dari dua abad, menugaskan seniman setempat Bonifacio Bembo untuk menggambarkan kartu tarot khusus untuk mereka. Dilukis dengan metode tempera—campurannya termasuk kuning telur—kemudian dihias daun emas dan perak, kartu Visconti-Sforza tak hanya membuktikan talenta Bembo, namun juga ketekunan keluarga mendalami seni seukuran saku ini. Pejalan bisa menyaksikan 26 lembar dari kartu-kartu yang ada di Accademia Carra, galeri dan akademi seni rupa di Bergamo.

Kastel Sforza yang luar biasa, dengan dinding bata, adalah tempat kartu yang dibuat pada tahun 1500 ini, ditemukan pada awal abad ke-20 di dasar sebuah sumur. Lebih dekat lagi ke pusat Milan, rumah-rumah galeri seni Pinacoteca di Brera, adalah tempat kartu Sola Busca dirampungkan pada 1491. Diperkirakan sebagai kartu yang menginspirasi kartu Rider-Waite-Smith—standar kartu masa kini—Sola Busca adalah yang pertama kali diketahui memiliki ilustrasi terperinci pada ketujuh puluh delapan kartunya. Kartu-kartu orisinal ini mengingatkan pada era ksatria, lambang keluarga, juga lukisan dinding dan panel gereja abad ke-15 dan ke-16.

Arnell Ando, ahli yang memimpin tur bertema tarot di Italia bagian utara, terpesona dengan kemiripan antara kartu dengan lukisan itu. Dalam senarai rencana perjalanan wanita ini, terdapat Palazzo Schifanoia di dekat kota Ferrara dalam wilayah Emilia-Rogmana. Dindingnya dipenuhi simbol astrologi. Di Toscana, katedral Siena memiliki ubin lantai mosaik bergambar seperti lambang tarot untuk roda keberuntungan.

Pikirkan tarot masa kini, dan Anda bisa jadi membayangkan imaji peramal. Namun, di akhir Abad Pertengahan dan awal Rainessans, bahkan sebelum ramalan masuk ke dalam gambar, *tarocchi* adalah media yang subur bagi seniman dan pujangga. Permainan kartu baru saja populer, dan tarrochi adalah sesuatu yang istimewa: 78 kartu ini memiliki empat gambar—tongkat, koin, pedang, dan cawan—ditambah 22 kartu *trionfi* dengan nama yang menyentuh perasaan seperti Iblis, Kaisar, dan Keadilan. Dengan ilustrasi yang kaya, kartu-kartu ini menyulut kobaran imajinasi sembari menyaring kebenaran universal kehidupan.



Kartu-kartu ini dipenuhi emosi—dan magi. Bagi mereka yang memahami berbagai versinya, tarot berbicara dalam bahasa rahasia yang dibungkam Gereja Katolik Roma. Dengan kode, seniman mampu memasukkan keterkaitan terhadap alkimia, astrologi, dan bahkan kabala, percabangan mistis dari Yahudi

Tarot, dalam keindahan penuh pengungkapan, perpaduan yang melebur dalam agama dan sekuler, adalah sepenuh hati buah karya orang Italia.

Saya pertama kali mempelajari tarot di usia dua puluh tahunan. Alasan saya jatuh cinta pada tarot, sama yang dimiliki oleh orang-orang pada 600 tahun silam: tarot memiliki pertalian. Kita berbagi banyak keprihatinan yang sama dengan masa Renaissans:

> Kita khawatir soal uang, patah hati, bertanya-tanya bagaimana cara membuat perubahan demi kehidupan lebih baik.

Dalam lokakarya yang digelar oleh Menegazzi di Milan, yang juga berfungsi sebagai galeri bagi lukisan, *shadow box*—seni dalam kotak kayu berkaca, terdapat setiap gaya kartu tarot yang bisa dibayangkan. Sulit untuk tak merasa tersentuh dengan hasratnya.

Dikelilingi oleh kuas cat air, tempat tinta, dan karton, ia menegaskan apa yang ingin coba dilakukan oleh seniman tarot sejati pada tahun 1400-an: Mengekspresikan ide dalam cara yang indah terkait kompleksitas menjadi seorang manusia.

Enam ratus tahun kemudian, kita masih tetap mendengarkan apa yang mereka katakan. □

Alex Schechter adalah seorang penulis dan terapis suara yang tinggal di Los Angeles.



Kartu-kartu Visconti-Sforza yang ada di Accademia Carrara di Bergamo termasuk Moon (paling kiri), dan (searah jarum jam dari kiri atas) Emperor, Five of Coins, Queen of Wands, Four of Swords, the World, Ten of Cups, Page of Coins, dan Six of Wands.

FOTO: CHIARA GOIA

FOTO: FONDAZIONE ACCADEMIA CARRARA, BERGAMO; NGM MAPS

KABAR DARI
GARIS DEPAN
SAINS DAN INOVASI

Penggunaan obat yang menjamur
Pasien dalam percobaan merasakan penurunan gejala kecemasan dan depresi setidaknya selama seminggu. Mereka diberi dosis besar psilocybin, halusinogen di jamur ajaib. Seperti yang diterbitkan *Scientific Reports*, obat itu bisa mendukung "perubahan berkelanjutan" akan suasana hati dan pengidaman negatif. –PATRICIA EDMONDS





TEKNOLOGI HIJAU

Semen masa depan?

Proses pembuatan semen menghasilkan begitu banyak gas rumah kaca. Jika diibaratkan negara, proses itu akan menjadi penghasil emisi terbesar ketiga di bumi. Statistik ini berasal dari MIT. Di sini, ilmuwan merancang produksi semen menggunakan listrik. Dalam pengelektrolisis air (bawah), arus menuju elektroda menciptakan gas hidrogen dan oksigen, asam, dan basa. Saat batu kapur ditambahkan ke asam, kapur terlarutkan dan kehilangan CO2—lalu dapat digunakan untuk membuat bahan utama semen. –AR



SATWA

BAGAIMANA SERANGGA BERUBAH TANPA MELIHAT?

PENELITIAN MENUNJUKKAN MEREKA 'MELIHAT' DENGAN LEBIH DARI MENGGUNAKAN MATA.

PEPPERED MOTH adalah jagonya kamuflase. Pada tahap larva, mereka bisa mengubah warna kulit untuk berbaur dengan sekeliling—bahkan tanpa melihat. Setelah membesarkan lebih dari 300 larva peppered moth, para peneliti Inggris mengaburkan penglihatan beberapa larva dengan cat hitam (yang lalu luruh, tanpa melukai). Larva ditempatkan dalam kotak berisi tongkat putih, hijau, coklat, atau hitam, dan diberi waktu adaptasi. Saat peneliti membuka kotak, hampir semua ulat—dengan atau tanpa penglihatan—telah mengubah warna tubuh mereka sesuai warna tongkat. Kemudian peneliti memindahkan ulat ke dalam kotak baru berisi tongkat dengan dua warna berbeda. Sekitar 80 persen serangga pun memilih untuk bersandar pada tongkat yang cocok dengan warna tubuh mereka. Para peneliti mengatakan, temuan mereka memberikan bukti kuat bahwa larva ini mampu melakukan fotoresepsi kulit—melihat dengan kulit. –ANNIE ROTH



PAUL STAMETS (JAMUR); ILIK SACCHERI (ULAT), BRIAN CHAN (KEPALA ULAT), INSTITUTE OF INTEGRATIVE BIOLOGY, UNIVERSITY OF LIVERPOOL; FELICE FRANKEL, MIT

NATIONAL GEOGRAPHIC

SEPTEMBER 2020

Nasib Transpuan .... Hlm. 36
Danau Poso ..... Hlm. 52
Di Perut Bumi ..... Hlm. 56

SAJIAN UTAMA



112

"KITA MENGHADAPI MASA DEPAN YANG TIDAK DIKETAHUI INI DENGAN ALAT YANG TIDAK LENGKAP. KEADAAN MASA DEPAN BISA LEBIH BURUK DALAM BERBAGAI CARA."

FOTO: KATIE ORLINSKY

BERADA DALAM STIGMA YANG MENYULITKAN, BAGAIMANA NASIB PARA TRANSPUAN MENGHADAPI TANTANGAN DI TENGAH PANDEMI?

TRANSPUAN

WARNA DAN SUARA YANG TERPINGGIRKAN

OLEH **YOPPY PIETER**

Laila, 27, seorang transpuan yang tinggal dan bekerja di Tangerang Selatan. Selama tiga tahun dia hidup tanpa KTP yang menghambat akses layanan kesehatan. Kini kasusnya difasilitasi Yayasan Pelita Tangsel.

Pada penghujung siang yang cantik di Salon Mami Yuli, Jakarta Selatan. Di hadapan meja rias, Mami Yuli duduk sembari membalas pesan di gawai cerdasnya. Di sampingnya, Mama Dona membubuhkan riasan dan memasang wig berwarna tembaga di kepala Mami Yuli.

Salon itu berhenti melayani pelanggannya karena pemerintah memberlakukan pembatasan sosial berskala besar. Pagebluk telah mengubah pemandangan salon seperti lapak sembako. Ada kemasan beras, kardus mi instan, botol minyak goreng, dan telur. Semuanya ditumpuk di sebelah mesin *creambath* di sudut ruang.

Yuli adalah Ketua Forum Komunikasi Waria Indonesia. Dia masih sibuk menyelesaikan disertasi S-3 Fakultas Hukum di Universitas Jayabaya, yang kini terhambat pagebluk.

"Sore nanti kami mau membagikan sembako untuk teman-teman," ujar Yuli kepada saya. "*Tapi* hanya lima orang, kita coba patuhi PSBB juga supaya tidak ada kerumunan."

Satu jam kemudian, Mami Yuli selesai bersolek. Dia tampak memesona dengan busana merah salem bercorak puspa. Sore itu, dia membagikan bingkisan berisi kebutuhan pokok beserta uang sebesar 50.000 rupiah.



Yopi seorang transpuan lansia yang pernah bekerja selama 17 tahun di Malaysia, pada 1992 dia memutuskan menjadi juru masak hingga kini di usia yang menginjak 77 tahun. Masa pandemi saat ini menjadi masa yang sangat menantang bagi kondisi ekonominya.



Liliana Sharon (kiri), Jamilah Tan (tengah), dan Olive (kanan) merias diri sebelum mengamen di Tangerang Selatan. Di saat pandemi, mereka memutuskan untuk tinggal bertiga demi menghemat biaya sewa rumah. Alasannya, pekerjaan sehari-hari sebagai *stylist* harus berhenti selama pembatasan sosial berskala besar (PSBB) diberlakukan.

Saya sempat berpikir bahwa bantuan sosial ini berasal dari pemerintah. Namun, dugaan itu meleset. Semua bingkisan itu bersumber dari donasi warga dan gereja.

Sejatinya, pemerintah telah mengalokasikan dana bagi 1,1 juta Keluarga Penerima Manfaat (KPM) yang bermukim di wilayah DKI Jakarta. Sedangkan dalam bentuk bansos tunai untuk wilayah di luar Jabodetabek, pemerintah telah mencairkan dana sebesar Rp3,48 triliun untuk 5,82 juta KPM. Namun bantuan sosial ini belum tersalurkan ke komunitas transpuan.

Transpuan sendiri masuk ke dalam kelompok rentan yang berjuang melawan waktu dalam pagebluk ini. Mereka terancam kelaparan, kehilangan tempat tinggal, kehilangan pekerjaan, risiko terpapar virus saat harus tetap bekerja, hingga khawatir akan stok antiretroviral subsidi pemerintah yang menipis. Terapi antiretroviral sangat penting bagi orang dengan HIV/AIDS sebagai obat untuk memperlambat perkembangan HIV di dalam tubuh.

Jauh sebelum Covid-19 ditetapkan sebagai pandemi, transpuan sudah berhadapan dengan stigma dan diskriminasi. Mereka juga hidup dalam lingkaran kemiskinan. Ini telah menorehkan luka yang akhirnya berdampak pada hilangnya hak dasar warga negara mereka, seperti hak berpendidikan, hak bekerja, hak perlindungan, dan berbagai hak yang ditetapkan dalam konstitusi kita.

"Kalau hak dasar warga negara tidak bisa dipenuhi, lalu bagaimana fungsi negara untuk memenuhi hak tersebut?" ujar Yuli. Menurutnya, inilah yang menyebabkan transpuan hanya bisa bekerja di sektor tertentu. Sebagai pengamen, pekerja seks, dan pekerja salon. Bagi mereka, pintu untuk berkarya di sektor formal tertutup rapat. Kemiskinan menghantui. Semuanya akan bermuara pada stigma buruk transpuan sebagai pendosa ataupun sampah masyarakat yang harus mereka emban seumur hidup.

Mendengar keluh kesah Yuli, saya pun menghubungi Haris Azhar, Direktur Eksekutif Yayasan Lokataru, yang bergerak dalam bidang hak asasi manusia. Menurutnya, hak asasi hanya butuh manusia. Turunan dari hak asasi adalah hak konsitusi dan hak hukum, karena hampir semua manusia bernegara. Oleh sebab itu, negara diminta membentuk konstitusi untuk menjamin warganya, tanpa memandang latar belakang mereka baik itu transpuan, pemain bulu tangkis, presiden, atau apa pun. Selama dia manusia, maka dia punya hak.

"HAM tidak boleh dicederai atas dasar apapun termasuk pilihan politik, orientasi seksual, identitas, gender laki-laki dan perempuan. Dengan pendekatan HAM yang yang dijamin oleh konsep konsitusi, sudah seharusnya transpuan tetap memiliki hak mendapatkan perlindungan," ujar Haris.

Merebaknya pagebluk Covid-19 tidak hanya memberi dampak pada kesehatan, tetapi juga faktor kemanusiaan. Kantor Komisaris Tinggi Perserikatan Bangsa-Bangsa untuk Hak Asasi Manusia (OHCHR), mengeluarkan pedoman hak asasi manusia yang perlu dipenuhi di tengah berbagai situasi yang terjadi saat pandemi COVID-19. Isinya menyinggung beberapa hal tentang penghormatan dan pemenuhan hak asasi manusia di seluruh lapisan, termasuk hak ekonomi dan sosial, juga hak sipil dan politik. Ini akan menjadi fundamental bagi keberhasilan respons kesehatan masyarakat dan pemulihan pandemi.

Di salah satu poin, yaitu gender, disebutkan bahwa kelompok LGBTI (transpuan termasuk di dalamnya) menghadapi risiko tinggi terinfeksi selama pandemi. Langkah khusus harus dimasukkan ke dalam agenda kebijakan, untuk mengatasi dampak ini. Data yang tersedia memang menunjukkan bahwa LGBTI memiliki kecenderungan untuk bekerja di sektor informal. Namun, mereka juga memiliki tingkat pengangguran dan kemiskinan yang tinggi. Layanan kesehatan bagi mereka harus tetap tersedia selama krisis ini berlangsung, termasuk pengobatan dan pengujian HIV. Pemerintah harus mengatasi disinformasi yang memicu stigma dan diskriminasi pada kelompok LGBTI, termasuk narasi yang menyalahkan mereka atas terjadinya pagebluk.

Jika melihat kerentanan yang dihadapi oleh transpuan di Indonesia, sudah seharusnya pemerintah mengambil langkah yang bersifat afirmatif untuk memutus mata rantai diskriminasi, minimnya kesempatan kerja, dan perlakuan tidak manusiawi. Jika permasalahan ini belum teratasi, tidak bisa dimungkiri jika pagebluk memperburuk posisi mereka yang telah rentan.





DARI KIRI ATAS SEARAH JARUM JAM

Monica menata rambut di depan cermin. Ia sempat bekerja menjadi kuli bangunan, pedagang keliling, dan karyawan perusahaan konfeksi. Walau kini bekerja sebagai karyawan di spa, dia tak bisa mengekspresikan diri dengan mengenakan pakaian perempuan.

Adit (23) sudah berada selama 10 tahun di sekitar kota Depok, Jawa Barat. "Sebelum ada Corona, saya biasanya mendapat Rp90.000, tetapi sekarang mendapat Rp40.000 saja sudah bersyukur bisa untuk makan," ujarnya.

KTP milik Darni atas nama Darno habis masa berlakunya sejak 2012. "Saya pernah dijodohkan orang tua dengan perempuan, akhirnya kami menikah *tapi* hanya dua bulan," ujar Darni. Kejadian semacam ini kerap dialami transpuan karena identitas mereka dianggap penyakit dan bisa disembuhkan dengan menikah.

Mala (bukan nama sebenarnya) bekerja di sektor seks komersial di Jakarta. Sejak PSBB diberlakukan, ia tak lagi bekerja di jalan, melainkan via daring. "Saya tak punya pilihan dan terpaksa bekerja untuk membayar sewa kontrakan dan biaya hidup," ujarnya. "Perasaaan takut pasti ada, tapi saat tamu datang saya minta dia mandi dan bebersih sebelum berhubungan."







Vega Maikela (kiri) asal Palembang dan Kiki Asih (kanan) asal Aceh di kawasan Taman Lawang, Jakarta. Dua transpuan muda asal Sumatra ini meninggalkan tanah kelahiran untuk menghindari diskriminasi. Tinggal di rumah saat pandemi adalah kemewahan yang tidak bisa mereka dapatkan. Ada sewa rumah yang harus dibayar, ada perut yang harus diisi.

Pada April 2020, masih segar dalam ingatan, kasus kekerasan dan pelecehan terhadap transpuan terjadi secara berurutan. Mira yang dituduh mencuri ponsel, harus meregang nyawa usai sekelompok orang membakarnya hidup-hidup di Cilincing, Jakarta Utara. Kemudian, seorang *youtuber* bernama Ferdian Paleka mengunggah konten kelakar berisi pemberian kotak bantuan sosial palsu yang telah diisi dengan batu dan sampah, yang diberikan kepada sekelompok transpuan yang ia temui di jalan, di Bandung, Jawa Barat.

Apapun alasan yang dikemukakan oleh para pelaku, kekerasan tetaplah sebuah kekerasan. Jangan sampai segala bentuk aktivitas yang mencederai kemanusiaan ini semakin mengukuhkan pemahaman kepada masyarakat, bahwa transpuan pantas dicederai.

SEKITAR 20 KILOMETER jauhnya dari ibu kota, hari itu saya menyambangi Dewi Persik, seorang transpuan asal Medan, Sumatra Utara, yang kini tinggal di Tangerang Selatan. Usianya, 55 tahun.

Berbalut daster hitam bercorak puspa, Dewi berbagi kisah kepada saya, tentang kehidupannya yang terpuruk di masa pagebluk ini. "Saya bingung ingin bercerita dengan siapa," ujarnya membuka percakapan. Dewi bekerja sebagai pengamen sejak tiga tahun lalu, setelah meninggalkan pekerjaan lamanya sebagai pekerja seks komersial.

Kini, sudah dua bulan lamanya dia tidak lagi mampu membayar kontrakan seharga Rp350.000. Ditambah lagi, pendapatan hariannya menurun drastis. Dalam satu hari, baginya membawa pulang sebesar 30.000 rupiah adalah sebuah kemewahan. Bibirnya bergetar saat dia melontarkan semua perasaan kalut dan amarahnya. Di balik semua kisah yang dilontarkan, Dewi ternyata tidak memiliki KTP.

Perkara kepemilikan KTP memang telah menjadi kendala utama bagi kehidupan para transpuan. Ketiadaan KTP berarti terdapatnya risiko kehilangan akses terhadap jaminan kesehatan, asuransi, rekening bank, transportasi. Bahkan, bukan tidak mungkin perkara ini akan menyebabkan tertutupnya akses bantuan sosial dari pemerintah.

Lenny Sugiharto, Direktur Yayasan Srikandi Sejati, sebuah lembaga yang menyediakan pendampingan bagi transpuan, memberikan gambaran persoalan tadi. Dari 2.981 transpuan yang mereka dampingi dalam bidang kesehatan, sekitar 70 persennya tidak memiliki KTP, bahkan tidak mengetahui perihal NIK.

Lenny bersama Forum Komunikasi Waria Indonesia pernah mengambil langkah advokasi yang diajukan kepada Dinas Sosial dan Dinas Kependudukan, agar transpuan mendapat akses terhadap kepengurusan KTP, dengan syarat harus menyertakan surat pindah.

Pada praktiknya, agenda ini tidak mampu berjalan dengan baik, karena terhambat berbagai faktor yang berasal dari transpuan itu sendiri. "Bisa dibayangkan, saat mereka meninggalkan kampung masih berambut pendek, dan sekarang sudah mengalami perubahan fisik seperti suntik hormon, operasi anggota tubuh, berambut panjang, yang akhirnya memberatkan mereka untuk mengurus surat pindah di kampung," ujar Lenny.

Sejatinya, permasalahan ini tidak bisa kita limpahkan begitu saja kepada para transpuan. Kita tidak boleh lupa bahwa trauma diskriminasi, hadirnya stigma, dan kerapnya peristiwa kekerasan, menjadi salah satu alasan bagi mereka untuk enggan mengurus surat. Hal ini ditambah lagi dengan ketidaksiapan mereka dalam menghadapi reaksi dari orang sekitar dan juga para petugas. Biaya transportasi yang memberatkan juga menjadi hambatan tambahan dalam hidup mereka.

Yuli memahami permasalahan ini. Dia berikhtiar dengan memasukkan beberapa transpuan dampingannya ke dalam Kartu Keluarga miliknya. Selain itu, dia juga membantu mengurus pembuatan kartu anggota Rumah Singgah, panti jompo bagi transpuan lansia. "Kartu anggota ini sudah dilengkapi nomor telepon kami. Kalau terjadi sesuatu di jalan seperti kecelakaan atau terciduk satpol PP, mereka bisa menghubungi kami," ujar Yuli.

UPAYA SEPERTI APA yang harus dilakukan agar suara mereka dapat didengar? Apakah perlakukan ini mereka dapatkan karena transpuan berada di luar konsep heteroseksual? Bukankah saat pemilihan presiden atau DPR, suara mereka dibutuhkan? Di saat seperti itu, bahkan mereka didorong untuk memilih dengan meminta surat keterangan domisili kepada





RT/RW. Urgensi peran negara benar-benar dibutuhkan, dengan membentuk ekosistem yang memungkinkan sistem kenegaraan dan kelompok masyarakat membuka diri terhadap keragaman.

Menurut Will Kymlica dalam *Multicultural Citizenship: A Liberal Theory of Minority Right*, suatu sistem hak minoritas yang menghormati kedua batasan itu adalah liberal tanpa cela (*impeccably liberal*).

Dalam suatu sistem masyarakat, kaum heteroseksual boleh saja bangga dengan orientasi seksualnya. Namun, mereka juga harus berupaya mengakomodasi kelompok non heteroseksual tanpa memaksa nilai-nilainya ke kelompok lain. Inilah yang dinamakan toleransi.

Saya teringat dengan kisah Darni, seorang transpuan asal Tegal, Jawa Tengah, yang bekerja sebagai pengamen di Depok, Jawa Barat. Darni yang kini menyandang status duda, sempat menjalani perjodohan dan menikah dengan seorang perempuan. "Saya mau tidak mau mengikuti kata orang tua, dan menikah, walau hanya bertahan dua bulan," ujar Darni. "Saya *tau* kalau kami berdua sama-sama tidak bahagia."

Keputusan yang diambil Darni adalah langkah besar dalam hidupnya. Patut disayangkan jika apa yang terjadi pada Darni tidak pernah dianggap sebagai bentuk diskriminasi, yang muncul dalam ruang domestik dengan pemaksaan suatu nilai.

Arianto dan Rido Triawan dalam buku *Hak Kerja Waria : Tanggung Jawab Negara*, menyebutkan bahwa budaya toleransi bisa ditempuh melalui jalur pendidikan. Pendidikan merupakan proses penyadaran kritis yang mencerahkan, dan membebaskan manusia dari segala bentuk ketertindasan. Agar pendidikan bisa menjadi unit sosial yang membebaskan, maka seharusnya praktik-praktik pendidikan mengacu pada eksistensi manusia itu sendiri. Saya sendiri semakin yakin jika pendidikan yang selama ini ada, belum mengacu pada pendidikan yang kontekstual.

Bank Dunia memperkirakan, pagebluk Covid-19 bisa mendorong sekitar 60 juta orang untuk terperosok dalam jurang kemiskinan ekstrem. Ini sebuah tantangan besar bagi Indonesia yang memiliki jumlah warga miskin sebesar 24,79 juta jiwa—menurut data BPS September 2019.

Sebelum pagebluk berjangkit, mayoritas transpuan di Indonesia hidup dalam lingkaran kemiskinan. Pendapatan harian mereka tidak menentu, berkisar Rp50.000–Rp100.000 per hari. Di masa pagebluk, angka tersebut turun drastis, bahkan hingga ke titik nol rupiah.

"Pendapatan mereka berkurang hingga 80 persen. Ini membuat transpuan kesulitan memenuhi kebutuhan sehari-hari, dan tidak bisa membayar sewa kontrakan. Beberapa transpuan kemudian secara berkelompok tinggal di satu tempat yang sama untuk memangkas pengeluaran, dan tetap bekerja," ujar Echa Waode kepada saya.

Echa merupakan Anggota Tim Advokasi Penanganan Kasus Arus Pelangi, yang membela hak-hak kelompok ini. "Situasi ini memang tidak ideal, tetapi mereka lebih takut kelaparan daripada meninggal karena korona."



FOTO SEBELUMNYA:
Angel berpose mengenakan baju mengamennya di Depok, Jawa Barat. Bersama kawan-kawan transpuan, dia hidup di satu kawasan perkampungan Kota Depok untuk mendapatkan indekos dengan harga terjangkau. (Kiri)

Mama Dona bertumpu pada lutut Mami Yuli. Sebagai pemimpin Forum Waria Indonesia, Yuli mendedikasikan dirinya untuk memperjuangkan hak-hak transpuan di masyarakat. Pada 2010, ia mendirikan Rumah Singgah di Depok, Jawa Barat, sebagai tempat yang aman bagi transpuan lansia untuk hidup damai. (Kanan)

HALAMAN INI:
Yuli membagikan sembako secara bergilir untuk komunitas transpuan terdampak Covid-19. Sayangnya, bantuan sosial ini didapatkan dari donatur pribadi dan gereja, bukan pemerintah.

DI TENGAH IBU KOTA yang lengang, saya berjumpa dengan Mala (bukan panggilan sebenarnya), seorang transpuan berusia 38 tahun yang bekerja di sektor seks komersial. Mala tinggal tidak jauh dari etalase Jakarta, persisnya di tepian Sungai Ciliwung. Kamarnya hanya seluas dua kali meja pingpong, yang sesak berisi lemari, koper, kulkas, dan kasur.

Dia bercerita tentang masa lalu, dan bagaimana dia bertahan hidup di tengah pagebluk. "Saya berasal dari Karawang dan hanya bersekolah sampai kelas tiga SD. Saya berhenti karena di-*bully*. Tidak kuat, karena itu menyakitkan," ujarnya sambil menyeka rambutnya yang panjang. Kisah hidupnya terus mengalir lewat bibirnya yang merah delima.

Kehidupan bagaikan tak berpihak kepada Mala. Di usia 13 tahun, dia meninggalkan rumah dan menjalani pekerjaan serabutan di kota Karawang. Berkutat dengan permasalahan identitas dan finansial, Mala mengambil keputusan yang berat. Di usia 19 tahun, dia menyambangi Ibu kota dan bekerja sebagai pekerja seks komersial hingga hari ini.

Namun kala pagebluk melanda, dia terpaksa bekerja untuk melayani tamu dengan mengandalkan transaksi secara daring. "Sekarang saya sudah tidak mangkal lagi sejak ada corona, hanya *online* saja," ujarnya. "Saya juga takut, *tapi* mau bagaimana lagi, saya butuh uang untuk makan dan bayar kontrakan."

Mala bukan satu-satunya transpuan yang



Perkampungan padat penduduk di Depok, Jawa Barat, adalah kawasan tempat tinggal beberapa kelompok transpuan. Di kawasan ini, harga sewa kontrakan mencapai Rp300.000–Rp600.000. Saat pandemi Covid-19, sebagian besar transpuan belum membayar sewa akibat berkurangnya penghasilan.

nekat bekerja di masa pagebluk. Kampanye #dirumahaja yang kerap kita dengungkan, tidak berlaku bagi para transpuan. Bekerja dengan resiko terpapar virus mematikan itu adalah harga yang secara sadar akan mereka bayar.

Solidaritas adalah kunci melawan narasi dan stigma mereka. Namun, akan sampai kapan permasalahan ini dipikul oleh komunitas transpuan itu sendiri?

DI TANGERANG SELATAN saya berjumpa dengan Imel Aurel Mirzani, seorang alumni Trans School dan juga Wakil Ketua Yayasan Pelita Tangsel. Transpuan bertubuh mungil dan berambut panjang ini bergerilya di kampung-kampung sekitar tempat tinggalnya. Dia memastikan bahwa bantuan sosial yang dia terima benar-benar tersalurkan. Yang menjadi prioritasnya adalah transpuan lansia, dan transpuan yang bekerja sebagai pengamen.

Aurel memaparkan, bantuan sosial tersebut merupakan donasi dari teman-teman transpuan setempat. Selain itu donasi berasal dari karyawan Pelita Tangsel yang menyisihkan gaji, atau bantuan dari organisasi seperti Forum Komunikasi Waria Indonesia dan Sanggar SWARA. Untuk menyiasati minimnya donasi, bantuan sosial didistribusikan dalam bentuk sembako atau masakan siap saji. Itu pun hanya sekali atau dua kali dalam satu minggu.

Pada awal diberlakukannya pembatasan sosial, akses layanan pemeriksaan VCT dan pemeriksaan kesehatan di puskesmas ditutup selama beberapa bulan. Alasannya, lokasi pelayanan dialihfungsikan untuk pemeriksaan Covid-19, dan meminimumkan penularan pada pasien ODHA yang berkunjung. Solusinya, Yayasan Pelita Tangsel berinovasi: Mereka menyambangi kediaman para transpuan, baik itu kontarakan ataupun salon.

Siang itu hujan baru saja reda. Saya bersama Aurel dan petugas kesehatan menyambangi kediaman sekelompok transpuan, untuk melakukan pemeriksaan VCT. Lokasinya tidak jauh dari Stasiun Serpong.

Kami disambut dengan keriuhan. Ada yang sibuk merias diri di teras rumah, mengeringkan rambut, dan bergosip.

"Hei ibu-ibu, sini kumpul, kita cek dulu," ajak Jamilah Tan memanggil teman-teman transpuan lainnya. Di salah satu rumah, Aurel dan seorang petugas kesehatan mulai mempersiapkan formulir pendaftaran, dan juga alat suntik untuk mengambil sampel darah. Di dalam pemeriksaan, ada kalanya mereka menemukan kasus baru ataupun kasus transpuan positif HIV tanpa memiliki KTP.

"Kami selalu melakukan advokasi kepada Puskesmas dan Dinas Kesehatan agar teman-teman transpuan bisa mengakses ARV walau tidak memiliki KTP," Ujar Aurel. "Beruntung pada akhirnya Dinas Kesehatan memberikan kelonggaran mendapatkan ARV di bawah tanggung jawab Yayasan Pelita Tangsel."

Dalam situasi pagebluk ini, posisi transpuan ODHA memang tidak menguntungkan. Sementara itu Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) telah merekomendasikan ketersedian ARV di masa pagebluk. Apakah stok di Indonesia telah terpenuhi?

Sebenarnya krisis stok ARV sudah bermula sejak Januari hingga awal Mei 2020, ungkap Irwandy Widjaja, Community ARV Monitoring di Indonesia AIDS Coalition. "Namun, kondisi saat ini telah terpenuhi," imbuhnya. "Sejak April 2020, prosesnya telah dibantu oleh dana emergency dari Global Fund, dan sejak bulan Mei 2020 telah didistribusikan ke beberapa provinsi yaitu jenis FDC (Fixed Dose Combination)."

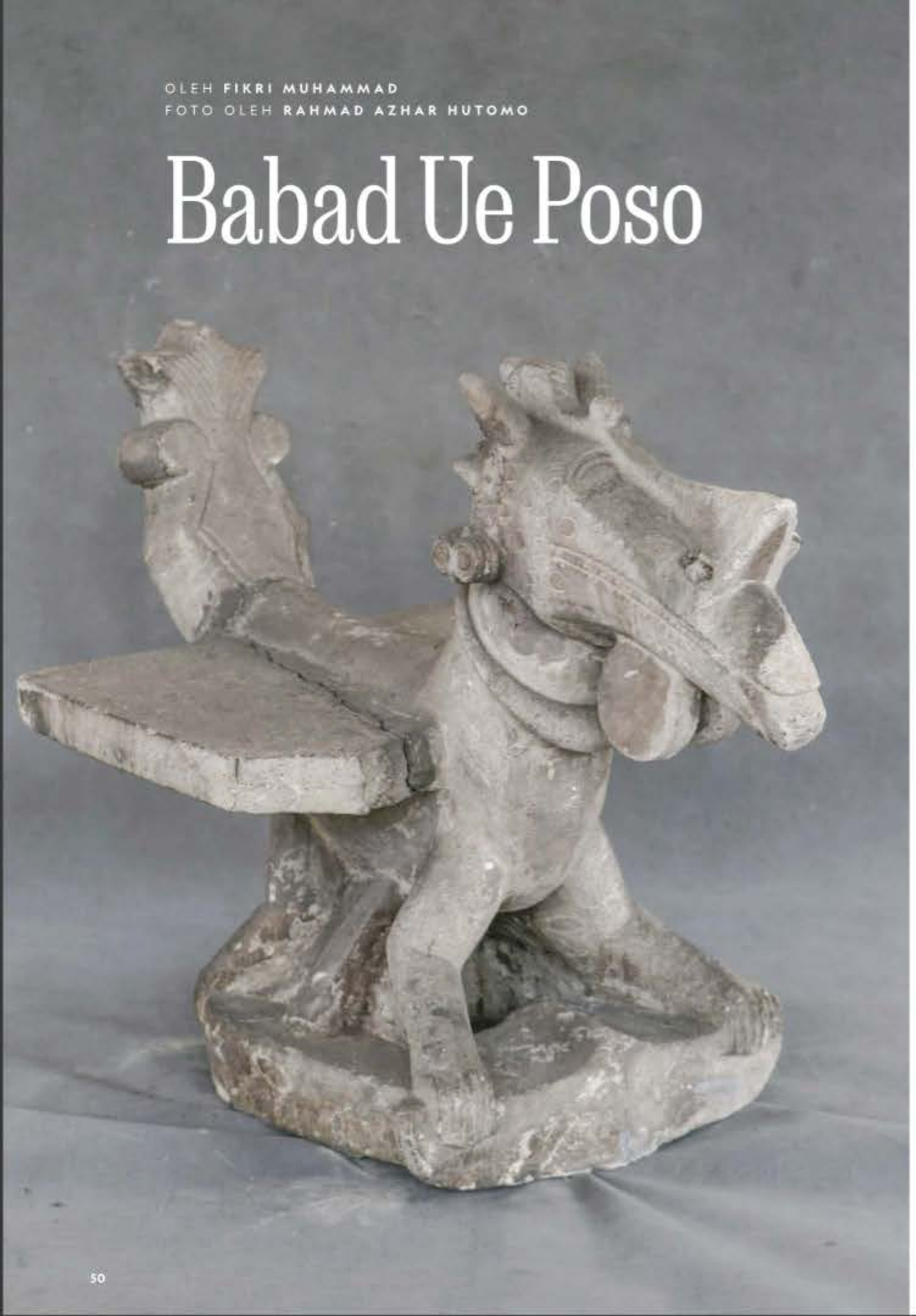
Pagebluk ini telah mengajarkan kita bahwa virus mematikan ini sejatinya tidak menghancurkan sebuah sistem negara. Ia cukup cerdik mengungkap bagaimana sebuah sistem berjalan dan memperlakukan manusia di dalamnya. Kita sepantasnya melakukan kaji ulang sistem distribusi bantuan sosial, agar komunitas rentan seperti transpuan mendapatkan bantuan. Jika memang data yang menjadi kendala, bukankah pintu rumah Mami Yuli sebagai ketua Forum Komunikasi Waria Indonesia terbuka lebar untuk diajak bekerja sama?

Dan, kisah perjuangan hidup yang dihadapi transpuan bukanlah tentang transpuan itu sendiri. Ini adalah kisah yang bisa bisa menimpa siapapun. Kisah ini adalah kisah kita. □

Yoppy Pieter menyebut dirinya sebagai *visual storyteller*. Karya fotografi dalam kisah ini terpilih sebagai penerima Covid-19 Emergency Fund For Journalist dari National Geographic Society.

OLEH **FIKRI MUHAMMAD**
FOTO OLEH **RAHMAD AZHAR HUTOMO**

Babad Ue Poso



UE DATU MERUPAKAN NAMA TUA DARI DANAU POSO. UE MEMILIKI ARTI **AIR**, SEDANGKAN DATU ARTINYA **PENGUASA**. MENURUT CERITA SUKU KALILI, DANAU INI TERCIPTA MELALUI **CAMPUR TANGAN DEWA-DEWI** YANG TURUN DARI KAHYANGAN KE BUMI. DI KAWASAN INILAH DONGENG DAN SAINS BERKELINDAN UNTUK MEMAKNAI BENCANA.

ALKISAH, DEWA penguasa langit dan bumi bernama Lasaeo menyusul Dewi Rumongi yang terlebih dahulu turun ke bumi. Mereka memiliki keturunan dan hidup sebagai manusia. Satu waktu, Lasaeo merasa dahaga. Ia menghunjam tanah dengan tombak perang atau doke hingga air memancar dan membentuk danau. Menurut Iksam Djorimi, Wakil Kepala Museum Sulawesi Tengah, hal ini serupa kisah Nabi Adam dan Hawa: "Mengacu pada sepasang orang pertama yang turun ke bumi, hanya beda penamaan."

Kisah Lasaeo dan Rumongi ini merangkup beragam versi dan tafsir. Lian Gogali, Ketua Ekspedisi Poso yang menelusuri sesar Poso. Lian, yang berasal dari Suku Pamona, menuturkan cerita Lasaeo dan Rumongi dengan latar berbeda. "Lasaeo sebagai orang kahyangan menggerutu saat mengurus anaknya. Ia tidak bisa mengikuti gaya hidup manusia. Sehingga kembali ke kahyangan, meninggalkan Rumongi dan anaknya di bumi. Anaknya menangis kencang, maka timbullah danau," papar Lian.

"Sebenarnya mitos terbentuknya Danau Poso tak ada kaitanya dengan Lasaeo," timpal Pegiat Budaya Poso, Dimba Tumimomor. "Sewaktu Lasaeo turun, danau itu sudah ada." Danau terbentuk akibat gempa bumi (Lindu). Gempa itu dipercaya akibat ulah ular yang sangat besar, yang pergi ke laut karena tak bisa lagi hidup di darat untuk memberi makan anak-anaknya. Air keluar karena pergerakannya di bawah tanah. Itulah mengapa masyarakat sekitar Danau Poso masih percaya kisah tentang naga.

Patung naga seinggi 66 cm ini adalah koleksi Museum Nasional Indonesia. Peneliti belum melakukan penanggalan pada koleksi ini. Legenda naga atau Imbu Bangke, hidup dalam masyarakat Poso. Tradisi tutur ini salah satunya berkait dengan datangnya bencana banjir.

Bentuk naga utuh dengan sayap yang berbentuk altar pada bagian punggung, dapat kita saksikan di Museum Nasional dalam koleksi megalitikum. Sebagai bukti, legenda naga atau Imbu Bangke, hidup dalam masyarakat Poso.

Manusia zaman megalitikum membuat patung sebagai simbol perwujudan dari kepercayaan mereka. Simbol bisa menyerupai bentuk manusia, monoloit (batu tegak), hewan, atau campuran manusia dan hewan. Mereka percaya, ada kekuatan supranatural yang menguasai dan mengawasi kehidupan.

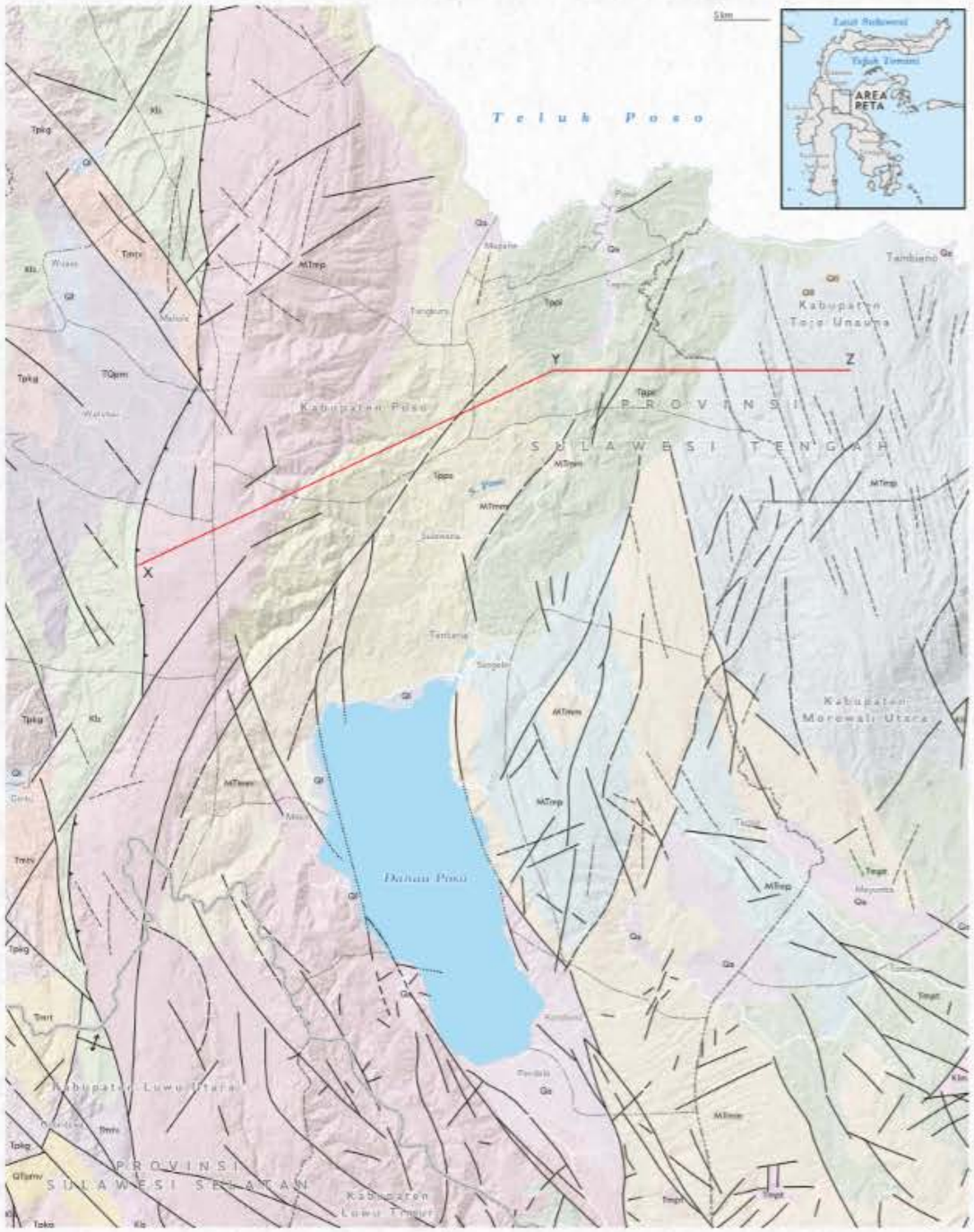
Tuhan (Pue) bernama Lamoa salah satunya. Ia dipuja oleh penganut agama kuno Molamoa sebagai penguasa matahari, tanah, laut, sungai, daratan, dan gunung. Pue bersama arwah-arwah leluhur mengawasi kehidupan mereka. Dalam kepercayaan supranatural, Lamoa dan arwah leluhur menjelma menjadi hewan. "Kita menyebutnya sinumbali atau menjelmakan diri dalam bentuk binatang," tutur Iksam.

Legenda naga nampaknya bernapas panjang hingga kini. Dua belas etnis di Sulawesi Tengah percaya bahwa membunuh hewan adalah hal yang tabu—antara lain ular dan kerbau. Mitologi kedua satwa itu menjadi ragam hias yang ditemukan di budaya tepian Danau Poso.

Usia patung naga di Museum Nasional belum diketahui dengan pasti. Sementara patung-patung di Lembah Bada, di barat Danau Poso, berusia 2.000-3.500 tahun. Situs Morowali, yang berada di sebelah timur, berumur 2.300 tahun.

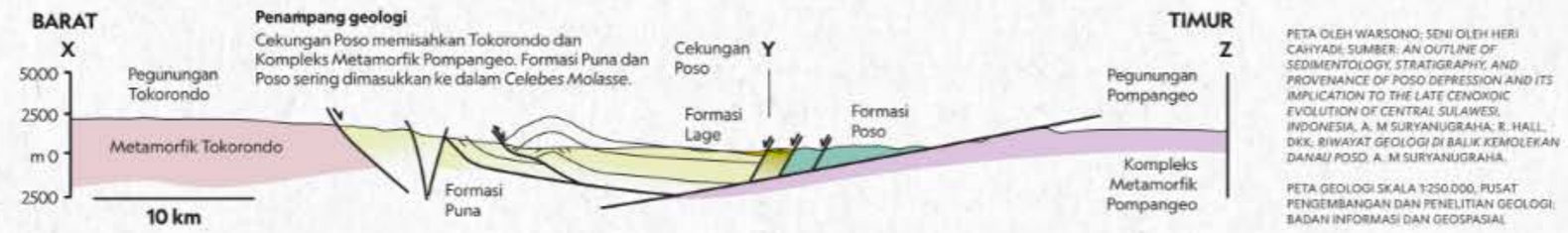
Melalui dua perbandingan itu, Iksam memperkirakan bahwa umur patung naga altar tak jauh berbeda dengan yang lainya, karena berada di wilayah yang berdekatan.

Patung naga altar ditemukan awal abad ke-20 saat Belanda masuk ke wilayah Poso. Karena mudah diangkat, pemerintah Kolonial Belanda membawanya ke Batavia. Bobotnya ringan,



TARIKAN SESAR

Danau Poso termasuk danau tektonik, terbentuk akibat pergerakan dua sesar, yaitu Sesar Poso (sisi timur) dan Sesar Poso Barat (sisi barat). Danau Poso memanjang dari utara ke selatan, dan memiliki batuan metamorfik.



Penampang geologi
Cekungan Poso memisahkan Tokorondo dan Kompleks Metamorfik Pompangeo. Formasi Puna dan Poso sering dimasukkan ke dalam *Celebes Molasse*.

LAUT TERTUTUP

Sebelum menjadi sekarang, cekungan Danau Poso merupakan laut tertutup pada 8 juta tahun yang lalu. Mirip dengan Laut Merah di Timur Tengah.

Miosen akhir - Pliosen awal (6-5 juta tahun lalu)
Penurunan pada Cekungan Poso yang disebabkan oleh pergerakan sesar Poso Barat dan Poso.



Pliosen tengah sampai Pliosen akhir (4-3 juta tahun lalu)
Bukti fosil nano mengindikasikan cekungan poso dulunya berupa laut yang semi-tertutup.



Pleistosen (2 - 1 juta tahun lalu)
Pengangkatan akibat intrusi menghasilkan pegunungan Tokorondo, Pegunungan Pompangeo, dan mendangkalnya cekungan poso hingga menjadi lembah depresi sekarang.



PETA OLEH WARSONO; SENI OLEH HERI CAHYADI. SUMBER: *AN OUTLINE OF SEDIMENTOLOGY, STRATIGRAPHY, AND PROVENANCE OF POSO DEPRESSION AND ITS IMPLICATION TO THE LATE CENOXOIC EVOLUTION OF CENTRAL SULAWESI, INDONESIA*, A. M SURYANUGRAHA; R. HALL, DKK; *RIWAYAT GEOLOGI DI BALIK KEMOLEKAN DANAU POSO*, A. M SURYANUGRAHA.

PETA GEOLOGI SKALA 1:250.000, PUSAT PENGEMBANGAN DAN PENELITIAN GEOLOGI; BADAN INFORMASI DAN GEOSPASIAL

karena tinggi patung tidak lebih dari satu meter. Atau, biasanya Belanda hanya mengambil potongan kepala dari penemuan situs lainya.

Karena mengoleksi benda prasejarah merupakan prestise, orang-orang Eropa gemar memamerkannya di museum. Mulai dari museum artefak di Austria, sampai The Wallace National Collection di Inggris. Patung naga altar ini juga hendak dibawa ke Eropa. Namun karena tidak sempat, disimpanlah di Museum Nasional.

Altar yang ada pada patung naga memang digunakan sebagai tempat sesaji. Iksam berkata, naga merupakan hewan dari khayangan yang banyak menguasai kehidupan manusia. Ia adalah kendaraan utama saat seseorang meninggal dan pergi ke Nirwana. Saat itu, disajikanlah sirih pinang, telur rebus, dan sedikit tuak di atas patung tersebut.

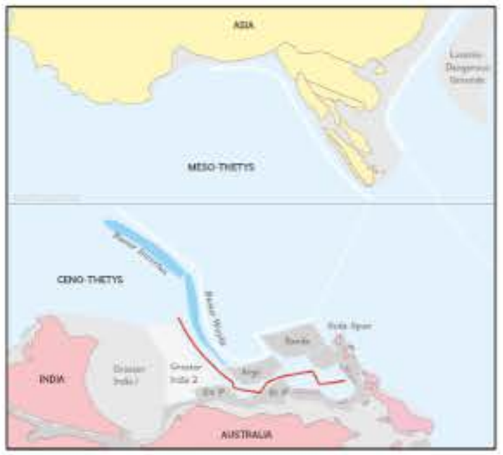
Bagi masyarakat tepi Danau Poso, kapur sirih pinang melambangkan otak manusia. Tembakaunya adalah rambut, dan buahnya melambangkan daging. Begitu juga telur, "kuningnya mewakili adat dan putihnya adalah religi," katanya. "Di Poso tidak bisa dipisahkan antara adat, agama, dan pemerintahan." Begitu juga tuak yang di ambil dari pohon aren. Ketiga jenis itu selalu ada dalam upacara adat.

Seperti banyak mitos di dunia, beberapa orang di Poso mengklaim pernah melihat penampakan naga yang konon menyebabkan gempa. Hingga bermunculan cerita legenda punggung naga, sampai cerita lampu danau. Namun, asal-usul gempa yang menyebabkan terbentuknya danau itu juga memiliki pandangan ilmiah.

Sebelum menjadi sekarang, cekungan Danau Poso merupakan laut tertutup pada 8 juta tahun yang lalu. Mirip dengan Laut Merah di Timur Tengah. Hal ini dibuktikan dari sisa fosil tumbuhan atau hewan yang membatu. Seperti fosil kerang, koral, dan mikro fosil foraminifera. Bukti lain adalah, adanya mineral yang membentuk batuan.

Oleh karena itu, Abang Mansyursyah Surya Nugraha, seorang peneliti geologi dari Earth Observatory of Singapore, memberi hipotesis yang menarik mengenai keanekaragaman hayati yang terdapat di Danau Poso. "Dulunya, depresi poso adalah laut, makanya, mungkin ikan masapi yang sekarang di danau, tetap melakukan migrasi ke laut. Itu hipotesis, perlu studi lebih lanjut."

Ikan masapi merupakan sidat jenis *Anguilla marmorata* dan bukan ikan endemik di Danau



150 juta tahun lalu (Jura Akhir)
Kerak benua India dan Australia merupakan bagian dari Gondwana. Saat ini Sulawesi Bagian Barat masih bagian dari kontinen mikro Argo.



90 juta tahun yang lalu (Kapur Akhir)
Sulawesi bagian barat sudah terbentuk yaitu Sulawesi Barat dan Sulawesi Selatan, yang merupakan pecahan Australia. EJWS (East Java-West Sulawesi) block yang juga dikenal dengan Ago Block.



20 juta tahun yang lalu (Miosen Awal)
Terdapat bagian Australia, yang dikenal dengan Sula Spur, menabrak Sulawesi bagian barat yang mulai membentuk Sulawesi bagian timur



Sekarang
Sulawesi adalah titik pertemuan pecahan kerak dunia dari Australia atau pecahan Gondwana.

Poso. Namun, jumlahnya memang lebih melimpah di danau ini dibandingkan dari daerah lain di Indonesia. Selain untuk konsumsi masyarakat, ikan masapi juga diimpor ke Tiongkok dan Jepang. Harga per kilogram untuk ikan yang mati ialah 70.000 rupiah, sedangkan yang masih hidup 90.000 rupiah.

Banyak warga menangkap ikan ini dengan teknologi *waya masapi*: pagar bambu yang dimodifikasi menjadi perangkap bernama bubu. Tujuannya, untuk menangkap masapi dewasa yang akan bereproduksi di laut.

Danau Poso juga memiliki ikan endemik, anasa, demikian sebutan setempat. Kurniawan Bandjolu, Peneliti di Institut Mosintuwu, mengatakan, ikan itu menjadi parameter perairan Poso. "Kalau di sungai dan danau kita ditemukan *Nomorahmphus celebensis*," ujarnya, "berarti masih sangat bersih dan terjaga."

Terdapat pula udang endemik yang sensitif dengan perubahan lingkungan, seperti *Caridina sarasinorum* (di bagian selatan), *Caridina caerulea* (utara dan barat), juga *Caridina ensifera*, *Caradina longidigta*, dan *Caridina schenkeli* yang tersebar di titik lainya.

Burung *Rhyticeros cassidix* (alo), dahulu masih mudah ditemukan di sekitar Danau Poso. Tubuhnya besar, berparuh panjang, dan memiliki sayap hampir mencapai satu meter. Inilah burung yang menjadi maskot Sulawesi, khususnya Taman Nasional Lore Lindu.

Kurniawan pernah menjumpai burung ini pada Maret lalu di Taman Alam Bancea. Taman alam ini terltak di tepi Danau Poso. Ia merasa beruntung masih bisa melihatnya, karena burung alo mengalami penurunan populasi akibat perburuan. Sebagian hutan alami Danau Poso juga sudah beralih fungsi menjadi perkebunan cengkeh dan kelapa sawit. Demikian pula dengan satwa *Ailurops ursinus* (kuskus) yang marak diburu hanya untuk "bergaya" di media sosial.

Masyarakat Pamona di Kelurahan Sawah Dago, melakukan budaya *mosango* saat musim kemarau berlangsung. Mereka menangkap ikan dengan alat dari bambu yang dimodifikasi bernama sango. Ikan besar seperti mas, nila, dan gabus, ditangkap di titik transisi pertemuan antara danau dan sungai.

Kemarau menjadi musim yang dipilih, karena permukaan air danau turun dibandingkan dengan saat musim hujan, saat permukaan air menjadi tinggi. Titik mosango ini berada di Kompo Dongi dan Koro nTokilo. Saat menjalankan mosango, jumlah masyarakat Pamona bisa mencapai ratusan orang. Mereka membentuk lingkaran agar ikan berkumpul di bagian tengah.

"Kemudian ada budaya *motilari ue*, atau dalam bahasa Indonesia, berbagi di air. Jadi saat mosango dilakukan, tidak boleh saling iri. Selagi masih di lokasi, berbagi di lokasi itu, sebelum mereka naik ke atas air," demikian Kurniawan menjelaskan soal jiwa solidaritas masyarakat Pamona.

Menurut cerita, tradisi mosango ini punya kisah kelam. Pada dahulu kala, masyarakat di Kampung Mongkudena (Pamona)—sekarang bernama Kelurahan Sawah Dago—bertengkar dengan orang dari Suku Lore yang ingin merebut wilayahnya. Upaya itu gagal, Suku Lore dipukul mundur oleh Pamona. Atas kejadian itu, dirayakanlah mosango. Wilayah Kompo Dongi dan Koro nTokilo dihibahkan kepada orang Mongkudena.

Cukup beruntung masih ada budaya danau yang melekat di Danau Poso. Tolong-menolong menjadi selaras dengan karakter masyarakat. Uniknya, ucapan terima kasih tidak ada pada zaman dahulu. Karena hidup komunal sudah menjadi tanggung jawab bersama.

Kalaupun banyak budaya yang hilang pada saat ini, sejatinya ini akibat kedatangan Belanda yang mengajarkan orang Poso tentang hak milik. Adat istiadat Poso dianggap sebagai manifestasi kekafiran. Oleh Belanda, semua Molamoa (orang yang menyembah Tuhan Lamoa), termasuk hidup dalam kebersamaan, dibongkar.

"Diajarkan oleh Belanda rumah pribadi. Di mana bagian rumah ada yang namanya ruang tamu yang terpisah dengan ruang keluarga. Padahal sebelumnya tidak ada ruang tamu. Karena semua punya bersama," ucap Dimba.

Namun, kepercayaan mereka dengan alam tidak hilang begitu saja. Orang Poso masih percaya bahwa kucing bisa menjadi alat deteksi gempa. Jika seekor kucing masih berada di dalam rumah saat kondisi gempa, itu pertanda bahwa gempa belum berbahaya. Sebaliknya, jika kucing sudah keluar rumah, maka manusiapun harus berhati-hati.

Dalam ilmu antropologi, sebuah masyarakat tradisional memang memiliki hubungan dengan alam yang imanen atau menyatu. Berbeda dengan masyarakat modern yang terpisah dengan alam.

Masyarakat modern, kata Kepala PPK LIPI Herry Yogaswara, merujuk alam pada bencana, bahkan cenderung mengeksploitasi. Sementara sebaliknya, masyarakat tradisional saling bergantung dengan alam. Maka ketika alam rusak, ia akan menerima dampak langsungnya.

Begitu juga dengan cerita rakyat, kata Herry, tidak penting untuk membuktikan mana yang benar dan salah. Karena cerita rakyat berasal dari tutur lisan. Yang seringkali otentisitasnya sukar dilacak. Dari satu orang ke orang lain terdapat beragam tafsir dan distorsi yang berbeda. Karena itu, dalam melihat cerita rakyat, bukan lagi mencari kesamaan dari cerita yang ada, tetapi lebih memaknai moral di balik cerita itu.

"Pengetahuan itu punya siapa? Apakah benar pengetahuan itu hanya milik ilmuwan seperti saya?" kata Herry. "Masyarakat juga punya pengetahuan dan cara sendiri untuk menjelaskan sesuatu. Tugas ilmuwan bersama masyarakat, adalah menggali makna dari dua pengetahuan ini." □

Penulis **Fikri Muhammad** adalah staf majalah ini. Kisahnya mengenai penyintas pagebluk terbit pada edisi Juni. **Rahmad Azhar Hutomo** memotret kisah *Nona Jawa* pada edisi Agustus.

ANCAMAN DI BAWAH TANAH

PERMAFROST ARKTIKA MELELEH LEBIH CEPAT DARI YANG DIPERKIRAKAN, MENGUBAH BENTUK DARATAN DAN MELEPAS-KAN GAS KARBON YANG DAPAT MEMPERCEPAT PERUBAHAN IKLIM.

OLEH **CRAIG WELCH**
FOTO OLEH **KATIE ORLINSKY**



Kawah Batagaika di Siberia timur, yang lebarnya hampir satu kilometer dan terus meluas, adalah yang terbesar di antara banyak kawah di seluruh Arktika. Saat permafrost yang bercampur dengan es meleleh, tanah pun ambles, membentuk kawah atau danau.

Metana, yaitu gas rumah kaca yang kuat, menggelegak dari tanah yang meleleh di bawah danau di Arktika. Pada musim dingin, es permukaan memerangkap gas itu. Di kolam di dekat Fairbanks, Alaska ini, para ilmuwan mengebor es dan membakar metana yang keluar.

SERGEY ZIMOV, SARJANA EKOLOGI, melemparkan tulang mamut berbulu wol ke atas tumpukan. Dia berjongkok di lumpur di tepi Sungai Kolyma yang lebar dan dingin, di bawah tebing tanah yang mulai runtuh. Saat itu musim panas di Siberia timur, jauh di utara Lingkar Arktika, di bagian Rusia yang lebih dekat ke Alaska daripada ke Moskow. Tidak terlihat setitik pun salju atau embun beku. Namun, di tebing ini, yang bernama Duvanny Yar, Sungai Kolyma menggerus dan menampakkan hal yang berada di bawahnya: lapisan tanah beku, atau permafrost, yang dalamnya ratusan meter—dan menghangat dengan cepat. Ranting pohon, bagian tumbuhan lainnya, serta bagian tubuh hewan Zaman Es—rahang bison, tulang paha kuda, tulang mamut—terserak ke pantai yang mengisap sepatu bot Zimov. "Saya suka Duvanny Yar," katanya sambil menarik fosil dari dalam lumpur. "Mirip buku. Setiap halaman berisi kisah tentang sejarah alam."



Sergey Zimov, kanan, dan putranya, Nikita, memimpin stasiun penelitian Arktika di Cherskiy, Rusia, di tepi Sungai Kolyma. Zimov senior pertama kali menyadari bahwa permafrost menyimpan jauh lebih banyak karbon daripada yang dulu diperkirakan ilmuwan. Sebagian karbon itu kini terlepas seiring kenaikan suhu.

Di seantero 23 juta kilometer persegi di utara planet ini, perubahan iklim sedang membuka babak baru. Permafrost Arktika tidak meleleh secara bertahap, seperti yang dulu diprediksi para ilmuwan. Dalam skala waktu geologi, permafrost meleleh hampir dalam semalam. Saat tanah seperti yang ada di Duvanny Yar melunak dan runtuh, muncullah sisa-sisa kehidupan purba—dan massa karbon—yang terpendam dalam tanah beku itu selama ribuan tahun. Memasuki atmosfer sebagai metana atau karbon dioksida, karbon tersebut akan mempercepat perubahan iklim, sementara kita berupaya membatasi emisi bahan bakar fosil.

Tidak banyak yang lebih memahami ancaman ini dibanding Zimov. Dari stasiun penelitian reyot di pos penambangan emas Cherskiy, sekitar tiga jam dengan perahu motor dari Duvanny Yar, dia sudah puluhan tahun menggali misteri Arktika yang menghangat. Dalam perjalanannya, dia turut mematahkan teori lama—terutama pemikiran bahwa kawasan

Badan nirlaba National Geographic Society, yang berupaya melestarikan sumber daya bumi, turut mendanai artikel ini.

utara, pada zaman es Pleistosen, merupakan gurun luas es dan tanah tipis yang ditumbuhi rumput baru-cina.

Fosil mamut dan hewan pemakan rumput besar lainnya yang melimpah di Duvanny Yar dan situs lainnya menunjukkan kepada Zimov bahwa Siberia, Alaska, dan Kanada bagian barat dulu merupakan padang rumput yang subur, penuh dengan tumbuhan herba dan pohon dedalu. Saat tumbuhan dan hewan ini mati, hawa dingin memperlambat pembusukannya. Seiring waktu, endapan yang terbawa angin menguburnya dalam-dalam, membungkusnya dalam permafrost. Akibatnya, permafrost Arktika mengandung karbon jauh lebih tinggi daripada yang diperkirakan para ilmuwan.

Sekarang penemuan baru menunjukkan bahwa karbon itu lepas lebih cepat sementara planet memanas. Dari kecepatan pemanasan Arktika yang di luar dugaan dan gerakan lelehan es yang mengkhawatirkan di lanskap kutub, para peneliti sekarang menghitung bahwa untuk setiap kenaikan satu derajat Celsius suhu rata-rata bumi, permafrost dapat melepaskan emisi setara dengan pemakaian batu bara, minyak, gas alam selama empat hingga enam tahun—dua hingga tiga kali lipat dari yang diperkirakan ilmuwan beberapa tahun lalu. Dalam beberapa dekade, jika kita tidak mengekang penggunaan bahan bakar fosil, permafrost bisa menjadi sumber gas rumah kaca sebesar Tiongkok, penghasil emisi terbesar di dunia, saat ini.

Kita belum memperhitungkan hal itu. Panel Antarpemerintah tentang Perubahan Iklim PBB (IPCC) baru saja mulai memasukkan permafrost ke dalam perhitungannya. Perhitungan tersebut masih menaksir terlalu rendah jumlah karbon yang akan dilepaskan kulkas Pandora itu—dan besarnya masalah yang mungkin ditimbulkannya.

Potensi permafrost untuk menghangatkan planet ini masih belum sebabat dengan perbuatan manusia. Namun, jika kita berharap dapat membatasi pemanasan maksimal dua derajat Celsius, seperti yang disepakati oleh 195 negara dalam konferensi Paris 2015, penelitian baru menunjukkan kita mungkin harus mengurangi emisi delapan tahun lebih cepat daripada perkiraan model IPCC, hanya untuk mengimbangi pelelehan permafrost yang akan terjadi. Mungkin inilah faktor yang paling jarang diperhitungkan dalam upaya mempercepat transisi ke energi ramah lingkungan: Untuk mencapai target apa pun yang kita tetapkan guna menanggulangi pemanasan global, kita harus bergerak lebih cepat daripada yang direncanakan.

ZIMOV PERTAMA KALI DATANG ke Cherskiy pada 1970-an semasa mahasiswa, untuk membantu pemetaan dalam sebuah ekspedisi. Dia menyukai lanskapnya yang kosong dan terpencil serta jauh dari pusat kekuasaan Soviet. Musim dingin yang gelap menyediakan waktu untuk berpikir. Dia kembali beberapa tahun kemudian dan mendirikan Stasiun Sains Timur Laut, pada awalnya di bawah naungan Akademi Sains Rusia. Kini dia memiliki dan menjalankan stasiun itu bersama putranya, Nikita. Operasi seadanya itu dijalankan dengan dana kecil dan peralatan bekas. Namun, stasiun itu menarik ilmuwan Arktika dari seluruh dunia.

Pada suatu hari pada musim panas 2018, saya bersama fotografer Katie Orlinsky ikut Zimov naik kapal tua untuk mengangkut persediaan ke fasilitas pemantauan karbon di Teluk Ambarchik, dekat muara Sungai Kolyma di Samudra Arktika. Tempat ini awalnya persinggahan untuk tahanan yang dikirim ke gulag Stalin. Kami melintasi rerumputan empuk di pelantar yang dibuat dari rangkaian radiator uap tua. Zimov, memeriksa tanah dengan batang logam sambil berjalan. Dia sering melakukan hal itu akhir-akhir ini, untuk memeriksa kedalaman lapisan permafrost yang keras.

Permafrost—tanah yang selalu beku sepanjang tahun—tertutup tanah dan sisa tanaman hingga kedalaman empat meter. Disebut lapisan aktif, tanah ini biasanya meleleh setiap musim panas dan kembali beku pada musim dingin, melindungi permafrost dari udara yang kian panas di atasnya. Namun, pada musim semi 2018, seorang pegawai Nikita menemukan bahwa tanah dekat permukaan di sekitar Cherskiy tidak membeku sama sekali selama musim dingin yang gelap dan panjang. Itu belum pernah terjadi: Januari di Siberia sangat dingin sehingga napas manusia dapat membeku dengan suara denting yang oleh penduduk asli Yakuts disebut "bisikan bintang." Soviet dulu bisa mendaratkan pesawat berat di Sungai Kolyma. Tanah di kedalaman 75 sentimeter seharusnya beku. Sekarang masih lembek.

"Tiga tahun lalu, suhu di tanah di atas permafrost adalah minus 3 derajat Celsius," kata Sergey Zimov. "Lalu jadi minus 2. Lalu jadi minus satu. Tahun ini, suhunya 2 derajat di atas nol."

Sebetulnya hal itu tidak mengejutkan. Lima tahun terpanas di bumi sejak akhir abad ke-19 dimulai sejak 2014, dan Arktika memanas lebih dari dua kali lebih cepat dibanding tempat lain di planet ini, karena hilangnya es laut yang membantu mendinginkannya. Pada 2017 tundra di Greenland menghadapi kebakaran hutan terburuk dalam sejarah. Beberapa hari sebelum kami mendarat di Siberia, termometer di Lakselv, Norwegia, 390 kilometer di atas Lingkaran Arktika, mencatat suhu 32 derajat Celsius. Rusa kutub arktika bersembunyi di terowongan jalan untuk berteduh.

Suhu permafrost secara global telah meningkat selama setengah abad. Di North Slope Alaska, suhu melonjak 5,8 derajat Celsius dalam 30 tahun. Pelelehan permafrost dalam skala kecil—terutama di desa-desa tempat pembangunan merusak permukaan dan memungkinkan penetrasi panas—mengikis garis pantai, merusak jalan dan sekolah, meretakkan jaringan pipa, dan meruntuhkan gudang es tempat pemburu di Kutub Utara menyimpan daging walrus dan lemak ikan paus. Musim panas yang hangat sudah mulai mengubah kehidupan penduduk Arktika.

Namun, yang didokumentasikan Zimov pada 2018 itu hal yang berbeda, yang dampaknya menjangkau ke luar Arktika: pelelehan musim dingin. Biang keroknya, ironisnya, adalah salju tebal. Siberia biasanya kering, tetapi selama beberapa musim dingin sebelum 2018, salju tebal menutupi kawasan itu. Salju berfungsi seperti selimut, memerangkap panas musim panas di dalam tanah. Di lokasi penelitian 18 kilometer dari Cherskiy, Mathias Goeckede dari Max-Planck-Institut für Biogeochemie Jerman menemukan, ketebalan salju meningkat dua kali lipat dalam lima tahun. Pada April 2018 suhu di lapisan aktif sudah naik 6 derajat Celsius.

Fenomena itu tidak terbatas di Siberia saja. Vladimir Romanovsky, ahli permafrost di University of Alaska Fairbanks, telah bertahun-tahun menyaksikan lapisan aktif sudah membeku sepenuhnya pada pertengahan Januari di sekitar 180 lokasi penelitian di Alaska. Namun, karena tempat-tempat itu baru-baru ini mendapat hujan salju lebat, pembekuannya mundur hingga Februari, lalu ke Maret. Pada 2018, delapan situs penelitian Romanovsky di dekat Fairbanks dan belasan di Semenanjung Seward, di Alaska bagian barat, tidak pernah membeku sepenuhnya sama sekali.

KELUARGA ZIMOV MENEMUKAN HAL YANG BERBEDA, YANG DAMPAKNYA MENJANGKAU KE LUAR ARKTIKA: PELELEHAN MUSIM DINGIN.

Secara global, permafrost menampung hingga 1.600 gigaton karbon, hampir dua kali lipat dari yang ada di atmosfer. Tidak ada yang mengira bahwa semua atau bahkan sebagian besarnya akan meleleh. Belum lama ini peneliti masih menduga bahwa permafrost akan kehilangan paling banyak 10 persen karbonnya. Bahkan itu pun diperkirakan bisa memakan waktu hingga 80 tahun.

Namun, apabila lapisan aktif tidak lagi membeku pada musim dingin, prosesnya menjadi lebih cepat. Dengan tambahan kehangatan itu, mikrob dapat mengurai bahan organik di tanah—dan melepaskan karbon dioksida atau metana—sepanjang tahun, alih-alih hanya beberapa bulan setiap musim panas. Dan kehangatan musim dingin merambat turun ke dalam permafrost itu sendiri, melelehkannya lebih cepat.

"Banyak asumsi kami tumbang," kata Róisín Commane, ahli kimia atmosfer di Columbia University. Dia dan rekan-rekannya menemukan, jumlah CO_2 yang terlepas dari North Slope Alaska pada awal musim dingin telah meningkat 73 persen sejak 1975. "Selama ini kita mencoba memahami apa yang terjadi di Arktika dengan mengandalkan musim panas," kata Commane. "Akan tetapi setelah matahari terbenam—saat itulah kisah yang sesungguhnya dimulai."

Lembah Sungai Alatna, yang mengalir ke selatan dari Pegunungan Brooks di Alaska, menjadi koridor bagi satwa liar yang bergerak ke utara menuju Arktika yang memanas. Jumlah berang-berang sedang meningkat, dan bendungannya—beberapa di antaranya terlihat di sisi seberang sungai di sebelah kiri—mempercepat pelelehan permafrost.

Beberapa musim dingin yang bersalju belum bisa disebut tren. Pada musim dingin yang baru lalu, salju di Cherskiy berkurang, dan tanah kembali menjadi sangat dingin. Jumlah salju di Fairbanks juga hanya sedikit. Namun, di beberapa tempat Romanovsky di Alaska, lapisan aktifnya kembali mempertahankan panas yang cukup banyak. Sehingga bagian ini tidak membeku total.

"DALAM HAL PERMAFROST, KITA TIDAK MELIHAT APA-APA. KITA HAMPIR TIDAK PUNYA ALAT UNTUK MENGUKUR APA YANG TERJADI."

"Ini benar-benar luar biasa," kata Max Holmes, wakil direktur Woods Hole Research Center, Massachusetts, yang meneliti siklus karbon di Alaska dan Cherskiy. "Saya biasanya membayangkan pelelehan permafrost sebagai proses yang lambat dan stabil, dan mungkin periode lima tahun terakhir ini merupakan penyimpangan. Namun, bagaimana jika bukan begitu? Bagaimana jika keadaan berubah jauh lebih cepat?"

DAN BAGAIMANA JIKA perubahan itu kemudian semakin besar—seperti yang sudah terjadi, misalnya, dalam kasus es laut Arktika? Es laut memantulkan sinar matahari, menjaga laut di bawahnya tetap dingin. Namun, ketika es laut meleleh, samudra gelap menyerap panas itu, yang kemudian melelehkan lebih banyak es.

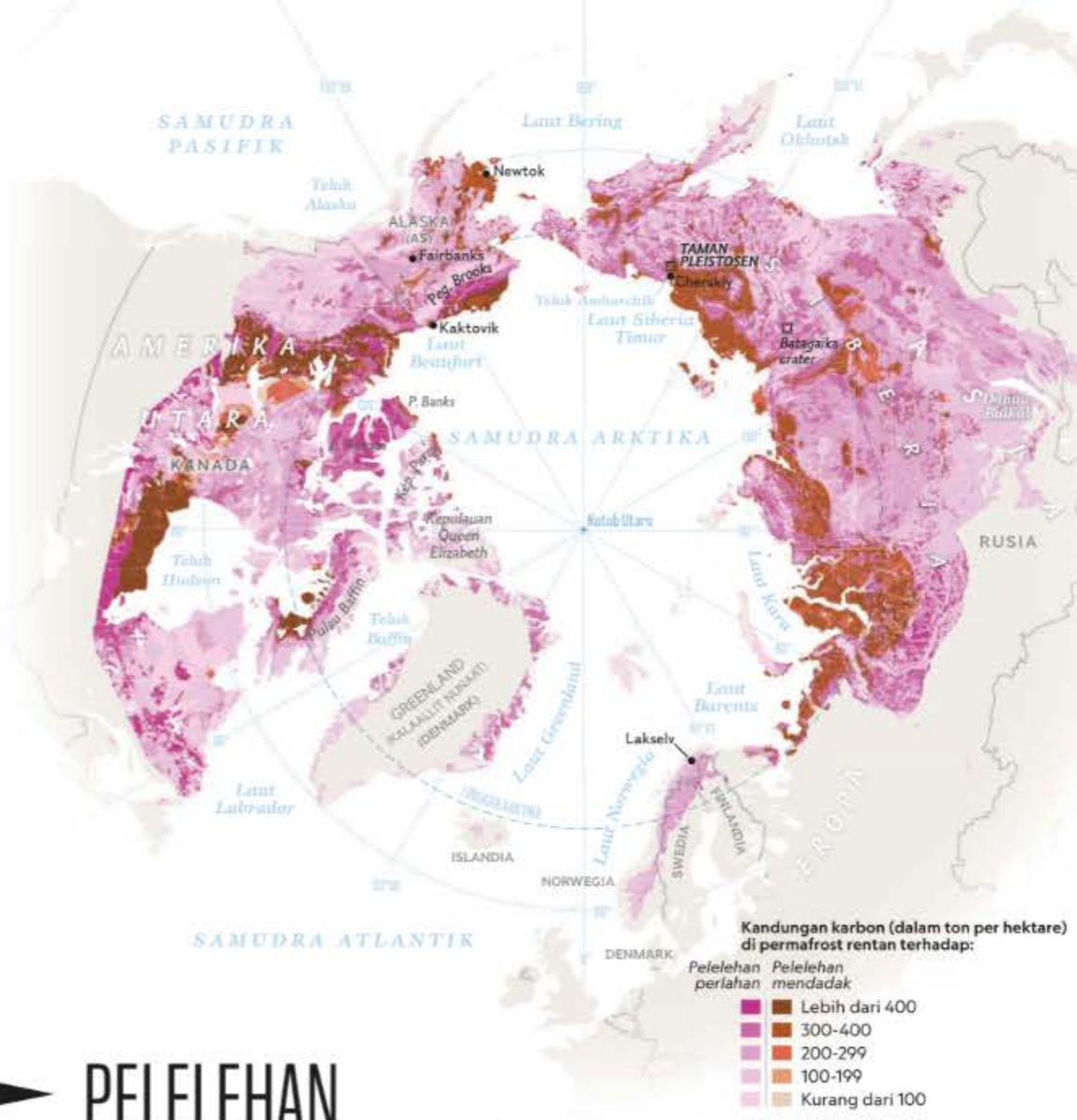
Secara umum, titik kritis ketika mulai terjadi lingkaran umpan balik seperti itu sulit diprediksi. "Kita tahu ada batas yang jangan sampai dilewati," kata Chris Field, direktur Woods Institute for the Environment, Stanford University. "Namun, kita tidak tahu persis letak batas itu."

Dalam hal permafrost, ada terlalu banyak yang tidak bisa kita lihat. Permafrost mencakup wilayah yang luasnya lebih dari dua kali lipat Amerika Serikat, dihuni oleh orang sejumlah setengah penduduk Kota New York, di beberapa medan yang paling sulit diakses di dunia. Hanya sedikit area itu yang dipantau langsung. Alih-alih, ilmuwan mempelajari petak-petak kecil, memantau petak lain dari jarak jauh, dan menarik kesimpulan tentang semua bagian area yang lain—tidak seperti es laut Arktika, yang dapat diukur seluruhnya melalui satelit. "Kita tinggal buka internet dan melacak apa persisnya yang terjadi pada es laut," kata pakar permafrost Ted Schuur dari Northern Arizona University. "Dalam hal permafrost, kita hampir tidak melihat apa-apa. Kita hampir tidak punya alat untuk mengukur yang terjadi."

Salah satu jenis permafrost mencemaskan para peneliti: sekitar 20 persen yang mengandung endapan es padat yang sangat besar. Sebagian es itu terbentuk ketika air meresap melalui tanah dan membeku saat mengenai permafrost; sebagian terbentuk selama ribuan tahun pada musim dingin Arktika, ketika tanah menyusut dan retak dengan pola poligon. Pada musim semi, air lelehan mengisi celah-celah itu, yang kemudian membeku kembali. Seiring waktu, es yang terkubur itu membesar menjadi baji raksasa yang terbungkus tanah beku. Duvanny Yar penuh dengan baji es.

Struktur seperti itu dapat terurai dengan cepat. Ketika permafrost terbelah-belah, es yang terkubur juga akan meleleh. Saat mengalir, air membawa panas yang menyebarkan pelelehan permafrost itu, dan meninggalkan terowongan serta kantong udara. Tanah melesak untuk mengisi rongga itu, menciptakan depresi permukaan yang diisi oleh air hujan dan air lelehan. Air memperdalam rongga itu dan memperluas tepi esnya, sampai genangan air membesar menjadi kolam dan kolam menjadi danau. Itu memperbanyak tanah yang menjadi hangat dan es yang mencair.

"Pelelehan tiba-tiba," demikian ilmuwan menyebut proses ini, mengubah seluruh lanskap. Ini memicu longsor; di Pulau Banks di Kanada, ilmuwan mendokumentasikan peningkatan 60 kali lipat tanah terbis besar-besaran dari 1984 hingga 2013. Hutan bisa tumbang akibat peristiwa itu. Merritt Turetsky, ahli ekologi di University of Guelph di Kanada,



PELELEHAN SEMAKIN CEPAT

Kehancuran permafrost kaya-es yang cepat tak terduga di Arktika dapat melepaskan tambahan miliaran ton metana dan karbon dioksida ke atmosfer setiap tahun—ancaman yang belum sepenuhnya diperhitungkan dalam model iklim. Para ilmuwan menemukan lanskap tidak stabil yang dulu permafrostnya meleleh beberapa sentimeter setahun dan sekarang dapat tiba-tiba meleleh hingga tiga meter dalam beberapa hari atau minggu, menciptakan lahan basah di daerah yang dulunya beku dan mempercepat emisi dari karbon yang masih tersimpan di bawah tanah hingga 1.600 gigaton.

JASON TREAT, MATTHEW W. CHWASTYK, DAN RYAN WILLIAMS, STAF NGM
SUMBER: DAVID OLEFELDT DKK, NATURE COMMUNICATIONS, 2016; TURETSKY MERRITT DKK, NATURE, 2019; RÓISÍN COMMANE, COLUMBIA UNIVERSITY; TED SCHUUR, NORTHERN ARIZONA UNIVERSITY; EPA

PEMANDANGAN PELELEHAN

TUNDRA YANG BERKOBAR
Kebakaran Tundra, yang dulu jarang terjadi, kini semakin umum seiring iklim yang memanas menghijaukan Arktika. Api melelehkan lapisan atas tanah dan dengan cepat merusak permafrost di bawahnya.

TERBIS AKIBAT PELELEHAN
Ketika permafrost meleleh di dekat lereng bukit atau kali atau sungai, hal itu dapat memicu longsor. Peristiwa yang disebut terbis-pelelehan ini dengan cepat menyingkap lebih banyak permafrost, dengan pesat mempercepat pelelehan lebih lanjut.

DANAU YANG MENYEBAR
Danau yang tadinya beku padat sekarang sebagian berwujud cair pada musim dingin dan meluas saat permafrost meleleh. Dengan adanya udara hangat, mikrob menguraikan bahan organik sepanjang tahun, melepaskan gas rumah kaca.

KOLAM BERANG-BERANG
Tundra yang menghangat ditumbuhi semak lebih banyak dan lebih besar, yang menarik kedatangan berang-berang. Hewan ini membendung kali, menciptakan kolam dan danau baru. Ini mempercepat kehancuran permafrost dan mengubah bentang alam.

REVOLUSI BENTANG ALAM

Ketika es yang terkubur di dalam tanah beku meleleh, air lelehan itu bergerak melalui permafrost, melelehkannya lebih jauh dan menyebabkan tanah di atasnya ambles. Kolam terbentuk dan kemudian mengalir, mempercepat hilangnya tanah beku lebih banyak lagi. Proses ini disebut pelelehan mendadak, dan mempercepat pelepasan karbon yang terperangkap—dan secara nyata mengubah Arktika.

Lapisan aktif
Lapisan atas tanah meleleh dan membeku kembali setiap tahun. Di seluruh Arktika, lapisan ini semakin tebal sementara permafrost berubah menjadi tanah yang tidak beku.

Poligon permafrost
Pola khas yang mirip teka-teki gambar di beberapa bentang alam Arktika ini dibentuk oleh baji es di bawah permukaan.

Pemakan rumput baru
Saat menyebar dan meninggi, semak-semak menarik kedatangan herbivora besar seperti moose, yang pada gilirannya memengaruhi pola pertumbuhan vegetasi.

Baji es
Terbentuk selama ribuan tahun, ketika tanah membeku dan retak pada musim dingin dan terisi air pada musim semi, baji es ini sekarang mengalami degradasi hanya dalam beberapa tahun.

Kehidupan baru di air
Air yang lebih hangat dan habitat akuatik yang baru memungkinkan ikan seperti ikan salem hidup di Arktika.

Proses pembentukan—dan pelelehan—permafrost poligon



Lapisan aktif membeku pada musim dingin, menciptakan retakan jauh di dalam tanah.

Air mengisi celah itu, kemudian membeku dan mengembang, membentuk baji es.

Baji es yang membesar ini mendorong tanah ke atas, membentuk pola poligon.

Baji meleleh, tanah di atasnya ambles, dan air tergenang.

Lapisan aktif membesar, baji mengecil, dan bentang alam mengering.

JASON TREAT, RYAN WILLIAMS, DAN EVE CONANT, STAF NGM
SENI: TOMÁS MÜLLER. SUMBER: KEN TAPE DAN ANNA LILJEDAHL, UNIVERSITY OF ALASKA FAIRBANKS

Tanah purba permafrost Arktika, yang terlihat di sini di dinding kawah Batagaika, mengandung sisa-sisa organik daun, rumput, dan hewan yang mati ribuan tahun lalu, pada Zaman Es. Semua karbon itu selama ini terpendam aman di dalam tanah beku—sekarang tidak lagi.

FOTO DIBUAT DENGAN BANTUAN LUBOV KUPRIYANOVA



KANAN

Keluarga Zimov yakin herbivora besar membantu memelihara padang rumput Arktika yang kaya selama Zaman Es. Dengan harapan memulihkan stepa kering itu—juga memperlambat pelelehan permafrost—mereka kini mengimpor kuda liar dan pemakan rumput lainnya ke tepi anak Sungai Kolyma. Mereka menyebutnya Taman Pleistosen.

BAWAH

Nikolai dan Svetlana Yaglovsky, pasangan pribumi, masih mencari nafkah dengan berburu dan menangkap ikan di Sungai Kolyma dekat Cherskiy. Tetangga mereka terpaksa pindah ke kota; pelelehan permafrost membahayakan rumah tepi sungai dan membuat lanskap lebih sulit dijelajahi.



melacak pelelehan tiba-tiba di hutan pohon cemara hitam di dekat Fairbanks selama 15 tahun terakhir. Dia menemukan bahwa banjir di sana membuat akar dan batang pohon menjadi tidak stabil. Turetsky menduga semua pohon di "hutan jenuh air" ini akan segera tumbang dan ditelan oleh lahan basah baru.

Semua pelelehan permafrost menimbulkan emisi gas rumah kaca. Namun, genangan air mempercepat ancaman itu. Gas yang menggelegak dari lumpur yang kekurangan oksigen di dasar kolam dan danau bukan hanya karbon dioksida, tetapi juga metana, yaitu gas rumah kaca yang 25 kali lebih kuat daripada CO_2. Ahli ekologi Katey Walter Anthony dari University of Alaska Fairbanks sudah dua puluh tahun mengukur metana yang berasal dari danau-danau Arktika. Perhitungan terbarunya, yang diterbitkan pada 2018, menunjukkan bahwa danau-danau baru yang terbentuk akibat pelelehan mendadak dapat meningkatkan hampir tiga kali lipat emisi gas rumah kaca yang diperkirakan dihasilkan permafrost.

Tidak jelas sejauh mana pesan ini sampai ke para pembuat kebijakan. Oktober lalu, IPCC menerbitkan laporan baru tentang target suhu yang lebih ambisius di antara dua target suhu yang ditetapkan pada konferensi Paris 2015. Planet ini sudah memanas sekitar satu derajat Celsius sejak abad ke-19. Menurut laporan itu, jika pemanasan global dibatasi pada 1,5 derajat Celsius dan bukan dua derajat, jumlah orang yang terkena gelombang panas yang sering dan ekstrem akan berkurang 420 juta orang, sementara jumlah tanaman dan hewan yang menghadapi kehilangan habitat akan berkurang setengahnya. Pembatasan ini juga mungkin bisa menyelamatkan permafrost hingga 2.000.000 kilometer persegi. Namun, untuk mencapai target 1,5 derajat, menurut IPCC, dunia harus mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 45 persen sebelum 2030, berhenti total sebelum 2050, dan mengembangkan teknologi untuk menyedot sejumlah besar kembali dari atmosfer.

Tantangannya mungkin lebih berat lagi. Laporan 1,5 derajat itu adalah pertama kalinya IPCC memperhitungkan emisi permafrost—tetapi itu belum termasuk emisi dari pelelehan tiba-tiba. Model iklim belum cukup canggih untuk menangkap perubahan lanskap cepat semacam itu. Namun, atas permintaan National Geographic, Katey Walter Anthony dan Charles Koven, seorang pemodel, membuat perhitungan kasar yang menambahkan emisi dari pelelehan tiba-tiba. Untuk menghentikan kenaikan suhu pada 1,5 derajat, mereka memperkirakan, kita harus menghentikan emisi bahan bakar fosil—paling lambat 2044, enam tahun lebih cepat daripada jadwal IPCC. Itu berarti kita hanya punya waktu seperempat abad untuk merombak total sistem energi global.

"Kita menghadapi masa depan yang tidak diketahui ini dengan seperangkat alat yang tidak lengkap," kata Koven. "Ketidakpastian tidak hanya berada di pihak kita. Keadaan masa depan bisa lebih buruk dalam berbagai cara." Misalnya, danau baru dapat terbentuk dengan lebih dari satu cara.

BEBERAPA MINGGU SETELAH meninggalkan Siberia, saya dan Orlinsky naik rakit melalui Gerbang Taman Nasional Arktika di Alaska bersama ahli ekologi Ken Tape. Pesawat

Desa Newtok, Alaska, populasi 380, sedang tenggelam sementara permafrost di bawahnya meleleh. Saat berburu burung di musim panas, empat bocah Yupik—dari kiri, Kenyon Kassaiuli, Jonah Andy, Larry Charles, dan Reese John—menyeberangi jalan kayu yang tergenang.

apung mengantar kami dan pemandu sungai Michael Wald ke Danau Gaedeke, di Pegunungan Brooks tengah. Dari sana kami berakit menyusuri Sungai Alatna ke selatan. Matahari September menari-nari di atas air. Dalam jarak dua kilometer, kami menemukan dahan yang digerogoti di tepi sungai. Kami sudah seminggu di sungai ini ketika sampai ke danau 15 hektare yang sebelumnya tidak ada. Di tengahnya ada sarang berang-berang yang sangat besar.

Tape sudah bertahun-tahun menggunakan foto udara dan citra satelit untuk melacak perubahan tanaman dan margasatwa di Alaska—dan pengaruhnya pada permafrost. Saat permafrost meleleh dan musim tanam memanjang, Arktika mulai menghijau: Semak di dataran sungai Alaska, misalnya, membesar hampir dua kali lipat. (Meskipun pertumbuhan vegetasi akan menyerap lebih banyak karbon, survei para ahli tahun 2016 menyimpulkan bahwa penghijauan Arktika tidak akan cukup untuk mengimbangi pelelehan permafrost.) Vegetasi menarik kedatangan hewan ke utara.

Karena pohon dedalu kini cukup tinggi untuk menembus salju, kelinci *Lepus americanus* dapat menemukan makanan musim dingin dan tempat persembunyian hingga ke Samudra Arktika. Hewan yang biasanya penghuni hutan ini sekarang menduduki North Slope Alaska, ratusan kilometer dari hutan sungguhan. Lynx, yang memangsa kelinci, tampaknya mengikuti. Keduanya mungkin menggunakan jalan setapak yang dirintis oleh moose, yang juga makan pohon dedalu dan sekarang jumlahnya kira-kira 1.600 ekor di sepanjang Sungai Colville, tempat yang dulu tidak dihuni moose.

Penemuan-penemuan itu menyebabkan Tape mencari pendatang baru tundra yang lain di foto-foto yang ada. "Begitu saya terpikir berang-berang, saya langsung mencarinya," katanya. "Sangat sedikit spesies yang membuat tanda yang begitu kentara sehingga terlihat dari luar angkasa."

Dalam foto dari 1999 hingga 2014, yang meliputi hanya tiga daerah aliran sungai, dia melihat 56 kompleks kolam berang-berang yang belum ada pada 1980-an. Hewan itu menduduki Alaska utara dengan serius, bergerak sekitar delapan kilometer per tahun. Tape meyakini sekarang ada hingga 800 kompleks kolam berang-berang di Alaska Arktika, termasuk yang memiliki sarang besar di Sungai Alatna. Tape menamainya Loji Mahal.



Tebing permafrost yang hancur di Newtok, di Sungai Ninglick dekat Laut Bering, sekarang tinggal berjarak puluhan meter dari beberapa rumah. Desa ini pindah ke tempat baru 14 kilometer ke hulu—merintis proses yang mungkin akan dialami banyak desa Alaska suatu hari nanti.

Pemandangan yang luar biasa: gundukan cabang dan anak pohon, setinggi sekitar 2,5 meter dan sepanjang 10,5 meter, dilapisi lumpur dan lumut, serta terletak di danau sedalam pinggang yang dikelilingi rawa. Air dialihkan dari sungai oleh serangkaian bendungan. "Seluruh rawa di sekitar Loji Mahal itu baru," kata Tape. "Jika kita mundur 50 tahun, tidak ada berang-berang di sini."

Tape dan Wald ingin menjelajahi Sungai Alatna sebagian karena pemandu yang bekerja untuk Wald menemukan kayu yang dikunyah oleh berang-berang di sepanjang Sungai Nigu. Sungai Nigu berawal di dekat Danau Gaedeke, yaitu hulu Sungai Alatna, tetapi berada di sisi lain Continental Divide—jadi mengalir ke utara ke Sungai Colville dan Samudra Arktika. Di Sungai Alatna, di atas Loji Mahal, kami menemukan sebuah kolam lainnya dan bendungan yang telah ditinggalkan. Tape sekarang menduga bahwa berang-berang tersebut sedang menuju ke arah North Slope, dan menggunakan Sungai Alatna sebagai jalur untuk menembus Pegunungan Brooks. "Kita menyaksikan ekspansi ini pada saat kejadiannya," katanya.

Dia tidak dapat membuktikan bahwa ini didorong oleh perubahan iklim; populasi berang-berang juga telah pulih sejak akhir perdagangan kulit bulu, satu setengah abad yang lalu. Namun, bagaimanapun juga, insinyur gigi tonggos ini dapat secara signifikan merombak lanskap permafrost. "Bayangkan Anda pengembang properti dan Anda berkata, saya ingin diberi izin membangun tiga bendungan di separuh sungai di tundra Arktika," kata Tape. "Seperti itulah situasi ini."

Tape telah melihat purwarupanya. Di sebelah tenggara Shishmaref, di Semenanjung Seward di Alaska, foto sebuah anak Sungai Serpentine tidak menunjukkan perubahan sama sekali antara tahun 1950 dan 1985. Pada 2002 berang-berang pindah ke situ dan membanjiri lanskap itu. Pada 2012 sebagian tanah melesak dan menjadi lahan basah. Permafrost menyusut.

Beberapa ratus berang-berang tidak akan merombak Arktika. Namun, hewan itu mungkin sedang bergerak ke utara di Kanada dan Siberia juga, dan hewan itu beranak-pinak dengan cepat. Pengalaman Argentina mengandung pelajaran: Dua puluh berang-berang sengaja diperkenalkan di selatan pada 1946 untuk mendorong perdagangan kulit bulu. Saat ini populasinya sekitar 100.000 ekor.



KIRI
Selama ribuan tahun, penduduk desa Inupiat di pesisir North Slope Alaska berburu paus kepala busur. Seekor paus dapat memberi makan satu kampung selama hampir setahun jika daging dan lemaknya disimpan dengan benar, yang secara tradisional dilakukan di gudang es bawah tanah yang digali di permafrost. Saat permafrost meleleh, gudang es pun kebanjiran.

BAWAH
Josiah Olemaun, pemburu paus Inupiat muda di Utqiaġvik (Barrow), Alaska, beristirahat sejenak selagi menyusun daging paus di gudang permafrost keluarganya.



DALAM BAYANGAN keluarga Zimov tentang masa lalu dan masa depan permafrost Arktika, satwa liar juga memegang peran penting—tetapi satwanya lebih besar daripada berang-berang, dan pengaruhnya terhadap permafrost lebih positif. Sergey Zimov telah lama berpendapat bahwa kawanan bison, mamut, kuda, dan rusa kutub yang berkeliaran melintasi stepa Pleistosen tidak hanya sekadar makan rumput. Hewan-hewan itu memeliharanya. Memupukinya dengan kotoran dan memadatkannya, dengan menginjak-injak lumut dan semak serta mencabut anak pohon.

Sejak zaman es terakhir, padang rumput yang kering dan kaya itu telah berubah di Siberia timur menjadi tundra lembap, didominasi lumut di utara dan hutan lebih ke selatan. Salah satu pendorong utama perubahan itu, menurut Zimov, adalah pemburu manusia yang memusnahkan kawanan hewan perumput besar sekitar 10.000 tahun yang lalu. Tanpa hewan perumput yang memupuki tanah, rumput pun layu; tanpa rumput yang menyerap air, tanah menjadi lebih basah. Lumut dan pohon mengambil alih. Namun, andai manusia tidak mendorong ekosistem melampaui titik kritis ribuan tahun lalu, sekarang tentu masih ada mamut yang merumput di Siberia.

Hampir 25 tahun silam, di dataran rendah di dekat Cherskiy, Zimov membuat proyek percontohan 144 kilometer persegi disebut Taman Pleistosen. Idenya adalah mengembalikan hewan perumput besar dan melihat apakah hewan itu bisa memulihkan padang rumput. Dia dan Nikita mengandangkan kuda liar, lalu mendatangkan yak dan domba dengan truk dari Danau Baikal. Musim semi lalu Nikita mengangkut 12 bison dari Denmark. Pada 2018, Zimov bekerja sama dengan ahli genetika Harvard University George Church, yang meyakini pada dasarnya dia dapat mengklona mamut. Dia berharap, suatu hari nanti hewan-hewan yang sudah punah itu berkeliaran lagi di Taman Pleistosen, hidup makmur di Antroposen.



Seekor beruang kutub memeriksa mobil di dekat Kaktovik, Alaska. Pelelehan es laut mendorong lebih banyak beruang ke darat untuk mencari makanan—sama seperti pelelehan dan gudang es yang kebanjiran memaksa lebih banyak orang Alaska untuk menyimpan ikan dan daging di luar.

Taman ini adalah ujian utama bagi hipotesis Sergey Zimov—dan, dia berharap, menjadi perlindungan terhadap perubahan iklim di masa depan. Padang rumput, terutama saat tertutup salju, memantulkan lebih banyak sinar matahari daripada hutan yang gelap. Hewan perumput memadatkan salju yang tebal, sehingga panas dapat keluar dari tanah. Kedua hal itu mendinginkan tanah. Jika fauna dapat memulihkan padang rumput, itu akan memperlambat pelelehan permafrost dan dengan demikian, perubahan iklim. Namun, untuk mewujudkan perbedaan nyata, kita perlu melepaskan hewan sebanyak penghuni ribuan kebun binatang di jutaan hektare Arktika.

Keluarga Zimov mengatakan bukti dari taman 14.400 hektare mereka menjanjikan. Bahkan dengan hanya sekitar seratus hewan, padang rumput di taman itu tetap jauh lebih dingin daripada tanah di daerah sekitarnya.

Kesenjangan antara ambisi Zimov dan kenyataan taman itu memang sangat besar. Pada tur suatu sore, saya dan Orlinsky melintasi rerumputan basah ke rawa-rawa untuk mengamati kuda-kuda itu. Seekor bison bersembunyi di kejauhan. Nikita memasukkan kami ke tank mini delapan roda dan membawa kami menembus pohon dedalu. Setelah pendakian yang curam, kami menggilas beberapa pohon pinus yang kurus. Inilah sebabnya dia membutuhkan herbivora raksasa, kata Nikita: "Saat ini saya tidak punya hewan yang dapat mematikan pohon-pohon itu." Dia menghabiskan banyak waktu menggalang dana, semata-mata agar bukti konsep ini tetap berjalan.

Ada yang mengkritik konsep ini. Beberapa ilmuwan menyanggah perkiraan Zimov tentang jumlah hewan besar yang berkeliaran di Siberia pada kala Pleistosen, atau menegaskan bahwa teori mereka tentang perubahan ekologi, baik masa lalu maupun masa kini, terlalu sederhana. Terutama, sebagian besar kritik itu tampaknya ditujukan pada keberanian Zimov. Max Holmes dari Woods Hole, yang mengenal mereka dengan baik, melihat percik kegeniusan dalam karya mereka. Zimov berada "di pinggiran," kata Holmes, "tetapi di situlah biasanya ide besar dan perubahan besar berasal."

Di luar Taman Pleistosen, dunia modern menanggapi pemanasan Arktika dengan acuh tak acuh. Kita sudah puluhan tahun mengabaikan bukti perubahan iklim dan berharap keadaan tidak akan terlalu buruk. Kita mengandalkan kemajuan teknologi yang terasa selalu di luar jangkauan. Dan kita melakukan ini meskipun para ilmuwan iklim—khususnya permafrost—mengatakan semua tanda menunjukkan perlunya tindakan yang mendesak dan bahkan ekstrem.

Keluarga Zimov berbeda: Mereka sudah seumur hidup berjuang melawan bentang alam yang keras dan menghargai sifat keras kepala. Apakah mencoba menyelamatkan permafrost dengan memulihkan stepa Arktika, tanya mereka, jauh lebih gila daripada mengandalkan manusia untuk cepat-cepat merombak sistem energi dunia? Mungkin kita perlu sedikit kegilaan.

"Memerangi perubahan iklim memerlukan banyak tindakan dari berbagai sektor," kata Nikita. Jika kita memadukan semuanya, barulah kita dapat mewujudkan masa depan yang "tidak terlalu menyedihkan." □

Artikel terbaru penulis staf **Craig Welch** membahas perubahan ekologi di Semenanjung Antartika. Fotografer **Katie Orlinsky,** yang tinggal di Kota New York, telah lebih dari lima tahun meliput Arktika.



INSTAGRAM

RICKY MARTIN

DARI FOTOGRAFER KAMI

SIAPA

Ricky adalah fotografer majalah National Geographic Indonesia.

DI MANA

Taman Noumbrak, Distrik Bikar, Kabupaten Tambraw, di daerah kepala burung Papua.

APA

Kamera Nikon Z7 lensa Nikkor S 24-70 F4.

Taman Noumbrak adalah sebuah taman hutan raya yang baru ditetapkan di Distrik Bikar, Kabupaten Tambraw, Papua Barat. Di lokasi ini, masyarakat setempat menunjukkan beberapa aktivitas yang masih lestari hingga kini. Mereka menyiapkan sagu, menyalakan api secara alami, menyajikan pisang bakar dan sambal untuk konsumsi di kebun, dan menganyam daun menjadi payung serta alas tidur. Foto ini menunjukkan seorang lelaki muda Papua yang menggunakan daun sebagai wadah untuk menampung air minum dari bambu penyimpanan.

Papua adalah harta warisan negeri, yang hingga hari ini masyarakatnya hidup mengabdi dan bersinergi dengan alam. Pola kehidupan keseharian masyarakat Papua menggunakan aturan hutan, yang berkelindan dengan adat. Di tengah berbagai masalah lingkungan, masih banyak penjaga adat yang sekuat tenaga menjaga Tanah Papua. Mereka menunjukkan, karena hutanlah manusia hidup.

Halaman ini menampilkan gambar dari akun Instagram National Geographic Indonesia. Kami adalah jenama paling ternama di Instagram. Bergabunglah dengan kami di ***instagram.com/natgeo.***

NATIONAL GEOGRAPHIC INDONESIA

Jelajahi dunia dari genggaman Anda

Dapatkan dalam **versi digital** melalui:

Gramedia DIGITAL

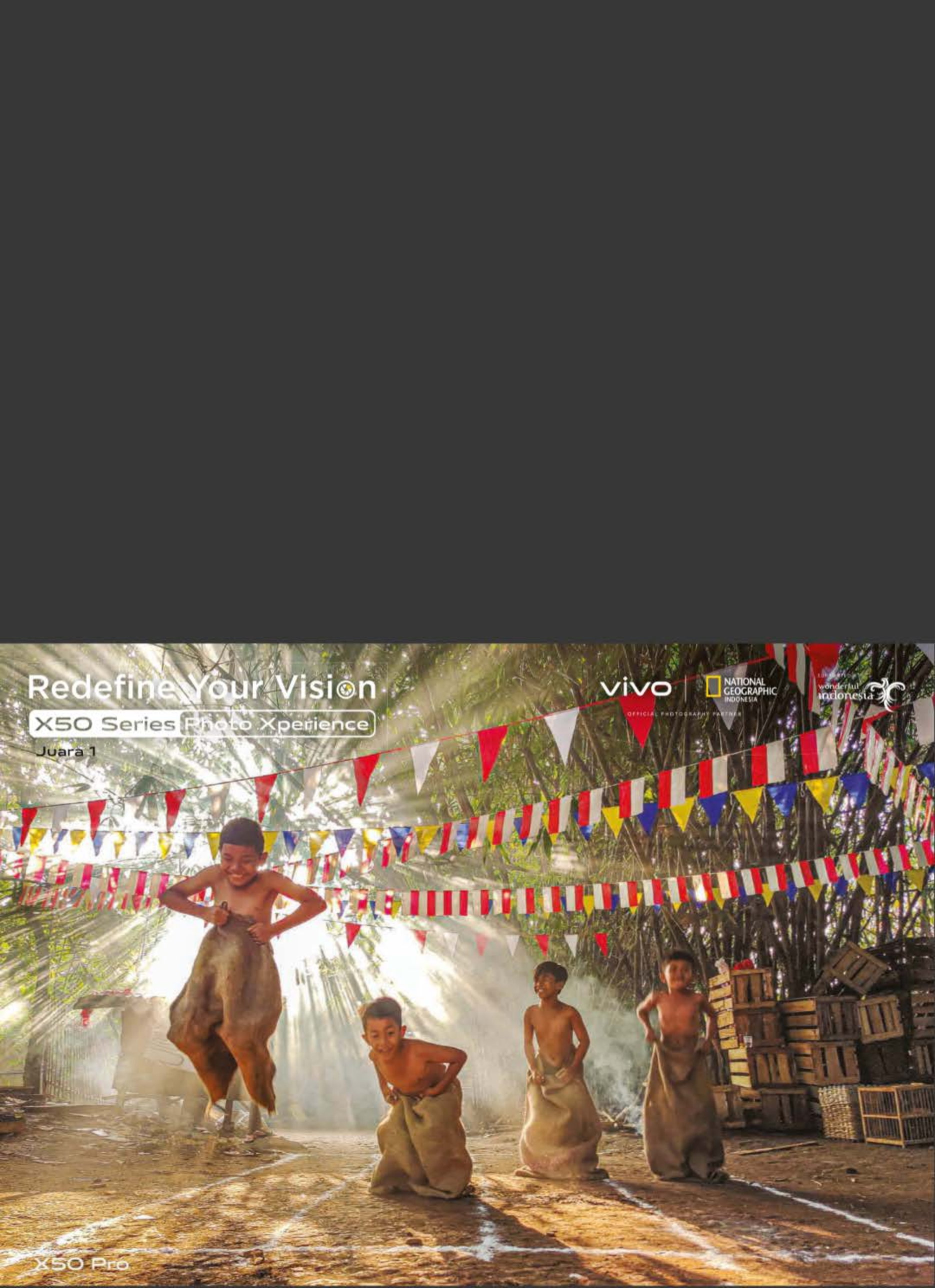
pressreader

Aplikasi tersedia di:

GET IT ON Google Play

Download on the App Store




Redefine Your Vision
X50 Series Photo Xperience
Juara 1
vivo
OFFICIAL PHOTOGRAPHY PARTNER
NATIONAL GEOGRAPHIC INDONESIA
wonderful indonesia
X50 Pro