

04.2021

MEMAKNAI
RAJAH DAYAK
NAN SAKRAL

BAHTERA KARAM
DI LAUTAN
NUSANTARA

NATIONAL GEOGRAPHIC INDONESIA

*"Sudah menjadi tradisi
kami sebagai orang Dayak
bertelinga panjang."*

- YEQ LAWING (71 TAHUN),
WANITA DAYAK BAHAU

Jati Diri Terakhir

DEFINISI KECANTIKAN TELINGA PANJANG
WANITA DAYAK SEMAKIN PUPUS, SEIRING
MENGHILANGNYA HUTAN KALIMANTAN.

RP60.000

NGIM 210325



201351546 PR-10

4_88732513

Jelajahi dunia dari genggamannya Anda

Dapatkan dalam
versi digital
melalui:



Aplikasi tersedia di:



4_99732519

32519

ISI

JURNAL FOTOGRAFER



8

Papan Tulis Ahli Matematika

Di masa kini, apakah papan tulis tak lagi digunakan? Tidak, ujar orang-orang yang menyelesaikan masalah rumit di atasnya.

FOTO OLEH JESSICA WYNNE

JELAJAH

19

PEREMPUAN UNTUK PERUBAHAN

Wanita dan Sains

Herawati Sudoyo, seorang perempuan yang mendedikasikan waktunya sebagai peneliti di Lembaga Biologi Molekuler Eijkman, menekuri bagaimana manusia merespons terhadap berbagai macam penyakit.

OLEH SILVIA TRIYANTI LUIS



JUGA

Perkara Parkit Si Tangan Cekatan

Sampul

Long Tekwan dari suku Dayak bahau dengan telinga panjang dan puluhan anting yang nyaris menyentuh dadanya. Simbol kecantikan ini umumnya tak pernah dilepas.

ATI BACHTIAR



20

MERAPAH REMPAH

Bahtera Karam di Nusantara

Kapal-kapal yang bersemayam di dasar samudra berkisah tentang rempah Nusantara.

OLEH MAHANDIS YOANATA THAMRIN

PETUALANGAN

Alaska nan Liar

Taman Nasional di Amerika yang paling jarang dikunjungi ini memiliki kecantikan yang menawan.

OLEH JENNA SCHNUER FOTO OLEH KILIII YÜYAN



SAJIAN UTAMA



Rajah Terakhir

Sejatinya, rajah menjadi bagian dari kebanggaan karena mengikat jiwa dengan para leluhur.

OLEH BONFILIO YOSAFAT HARTONO

.....HLM. 30

Telinga Panjang

Pupusnya definisi kecantikan wanita, seiring melesapnya hutan Kalimantan.

OLEH ATI BACHTIAR

..... HLM. 40

Udara Kotor nan Mematikan

Polusi menyebabkan tujuh juta orang mengalami kematian dini di seluruh dunia. Apa efek udara kotor pada kehidupan manusia? Bagaimana materi partikulat yang sepersepuluh lebar rambut bersarang di paru-paru kita?

OLEH BETH GARDINER

FOTO OLEH

MATTHIEU PALEY

..... HLM. 44

Di Mana ada Asap, Di Situ ada Api yang Meracuni

Api yang mengamuk dalam kebakaran hutan menguarkan asap. Celaknya, dampaknya tetap bersemayam, bahkan saat kobaran telah dipadamkan oleh para pemadam pemberani yang meregangkan nyawa.

OLEH CYNTHIA GORNEY

FOTO OLEH STUART

PALLEY

.....HLM. 72

POLUSI UDARA

Masalah Lingkungan yang Dapat Pulih

OLEH SUSAN GOLDBERG FOTO OLEH MATTHIEU PALEY

SULIT MEMBAYANGKAN tempat yang lebih berbeda daripada Delhi, India; Mexico City, Meksiko; dan Gary, Indiana. Namun bertahun-tahun setelah saya mengunjungi kota-kota itu, mereka selamanya terpatri dalam ingatan saya untuk satu alasan: udara terpolusi yang berbau membekap lanskap mereka. Polusinya begitu berat sampai-sampai Anda dapat melihatnya melayang menembus interior bangunan modern (Delhi, 2016); serasa menyengat mata Anda (Mexico City, 1972); dan baunya menerobos jendela mobil yang tertutup (Gary, 1960-an).

Mungkin karena polusi udara memang selalu ada di mana-mana, hal itu pun jarang mendapat perhatian berkelanjutan yang layak diterimanya. Itu keterlaluhan, mengingat polusi udara adalah pembunuh global, setiap tahunnya menyebabkan tujuh juta kematian dini yang mencengangkan. Namun ini juga kesempatan, karena masalah lingkungan ini sebenarnya kita dapat memulihkannya.

Tidak ada contoh yang paling baik untuk perbaikan itu, daripada pengalaman Amerika Serikat, yang tahun lalu memperingati 50 tahun Clean Air Act—Undang-undang Udara Bersih. Ditandatangani oleh Presiden Richard Nixon pada 31 Desember 1970, undang-undang tunggal ini menghasilkan 77 persen penurunan polusi udara AS. Itu memperpanjang hidup jutaan rakyat Amerika, menghemat triliunan dollar, dan menurut Paul Billing dari American Lung Association, menjadi “hukum kesehatan masyarakat terkuat yang berlaku di abad ke-20.”

Tetap saja, masalahnya masih jauh dari terselesaikan. Ahli polusi Beth Gardiner dan fotografer Matthieu



Paley menemukan masalah itu saat melaporkan kisahnya di bulan ini. Polusi udara merugikan kaum papa dan orang-orang yang hidup di tempat terburuk. Empat tahun setelah pemerintah AS menghapusnya, peraturan itu “masih bertahan, tapi telah rusak,” ucap pecinta lingkungan Mustafa Santiago Ali.

Meski akan menghadapi tantangan, Ali yakin bahwa inilah waktu yang tepat untuk membangun pencapaian undang-undang tersebut. “Anda memiliki generasi baru yang mengerti betapa pentingnya memiliki udara bersih,” katanya. “Saya berharap kita akan tiba di titik itu dalam sejarah kita, dalam waktu dekat, saat kita tidak hanya memahami nilai itu [undang-undang], tetapi kita bersedia bekerja keras untuk meningkatkannya.”

Terima kasih sudah membaca *National Geographic*. □

Orang-orang bermain di es Sungai Tuul di selatan Ulanbator, Mongolia, dengan latar belakang udara kotor kota itu. Batu bara yang dibakar di rumah-rumah dan pembangkit listrik menjadikan Ulanbator salah satu ibu kota paling tercemar di Bumi. Penulis Beth Gardiner dan fotografer Matthieu Paley mengunjungi kota itu saat membuat reportase untuk salah satu artikel di edisi ini.

PERTAUTAN
TRADISI DAN
ALAM

Benteng Terakhir Kalimantan

OLEH MAHANDIS YOANATA THAMRIN

TAHUN INI kita memperingati 140 tahun terbitnya buku *Head-Hunters of Borneo: A Narrative of Travel Up the Mahakam and Down the Barito; also Journeyings in Sumatra*. Inilah catatan terawal yang memaparkan secara dekat dan bersahabat tentang suku-suku di Kalimantan.

Buku ini merupakan catatan naturalis dan pejalan berkebangsaan Norwegia, Carl Alfred Bock. Dia menyusuri sungai ke arah hulu dan menembus hutan di Kalimantan Timur dan Kalimantan Selatan pada 1879-1880.

Bock mendeskripsikan perempuan Dayak Tering. "Para wanitanya memiliki tato yang jauh lebih beragam dibanding kaum prianya," tulisnya. Tato itu berupa pola berwarna biru di paha, tangan dan kaki mereka. "Cuping telinga mereka ditindik," imbuhnya. "Lubang tindikan utama sangat besar karena ada cincin besi berat yang tergantung di sana."

Kaum lelaki suku Dayak Tering juga bertelinga panjang meski tidak sepanjang kaum perempuannya. Sang kepala suku, "telinganya menggantung ke bawah, ditindik dengan lubang besar sepanjang dua inci," catatnya.

Ati Bachtiar, fotografer yang mendokumentasikan perempuan Dayak, singgah di permukiman Tering di Mahakam Ulu, Kutai Barat. Seorang perempuan berkisah kepada Ati bahwa ibundanya rela memotong telinga panjang demi melanjutkan sekolah perawat di Bandung.

Fotografer lain yang mendokumentasikan budaya Dayak adalah Bonfilio Yosafat. Umumnya suku-suku itu telah meninggalkan tradisi tato, namun dia berjumpa para pemuda Dayak Iban yang bangga dengan tato mereka.



Hampir setiap tahun kita kehilangan para perempuan penjaga identitas dan tradisi leluhur itu. Apabila usia mereka saat ini sekitar 75 tahun, barangkali 25-30 tahun lagi kita jumpai mereka hanya dalam foto atau video kenangan.

Hutan Kalimantan diperkirakan berumur sekitar 140 juta tahun, dua kali lebih tua dari hutan Amazon. Hutan ini menjadi salah satu pemasok oksigen di Bumi, garis terdepan melawan perubahan iklim. Suku-suku pedalamannya telah menjaga hutan leluhur sejak ratusan tahun silam, bahkan sebelum Indonesia ada. Tanpa dukungan kita sebagai saudara, kelestarian hutan menjadi jargon semata.

Apakah melunturnya jati diri suku Dayak selama lima dekade belakangan ini berkait erat dengan maraknya penggundulan hutan, alih guna lahan, perburuan liar, dan pertambangan di Kalimantan? □

Litograf warna berjudul "De belle van Longwai" atau "Si Cantik dari Longwai" berdasar lukisan karya Carl Alfred Bock dan cetak batu oleh C.F. Kelley. Tampak seorang perempuan Dayak yang bertelinga panjang dan bertato di tangan. Bock melakukan perjalanan di Kalimantan Timur dan Selatan pada 1879 dan 1880, dari Kutai ke Banjarmasin. Litograf ini bagian dari bukunya yang terbit pada 1881.

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. TIONGGOK: 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** Donny Fernando **WEB WRITER** Utomo Priyambodo **VIDEO CONTENT CREATOR** Silvia Triyanti Luis **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 Lilik 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 Kholilurrahman **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** Arif Pribadi **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 GRID NETWORK, Perkantoran Kompas Gramedia Jl. Gelora VII RT.2/RW.2 Kel. Gelora, Kec. Tanah Abang Jakarta Pusat, DKI Jakarta 10270, Indonesia
EDITORIAL +6221 5309699 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. 1Jl. Palmerah Selatan No.22-28 Jakarta 10270
Telp: (021) 5306263, Faks: (021) 53699096 Email: subscribe@cc.kompasgramedia.com



PUBLISHER Lilik Oetama **DEPUTY GROUP DIRECTOR** Harry Kristianto **GROUP ADVERTISING SALES & MARKETING DIRECTOR** Elly Handoyo 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 Tiefertalder

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 Tiefertalder, Michael L. Ulica

INTERNATIONAL PUBLISHING

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



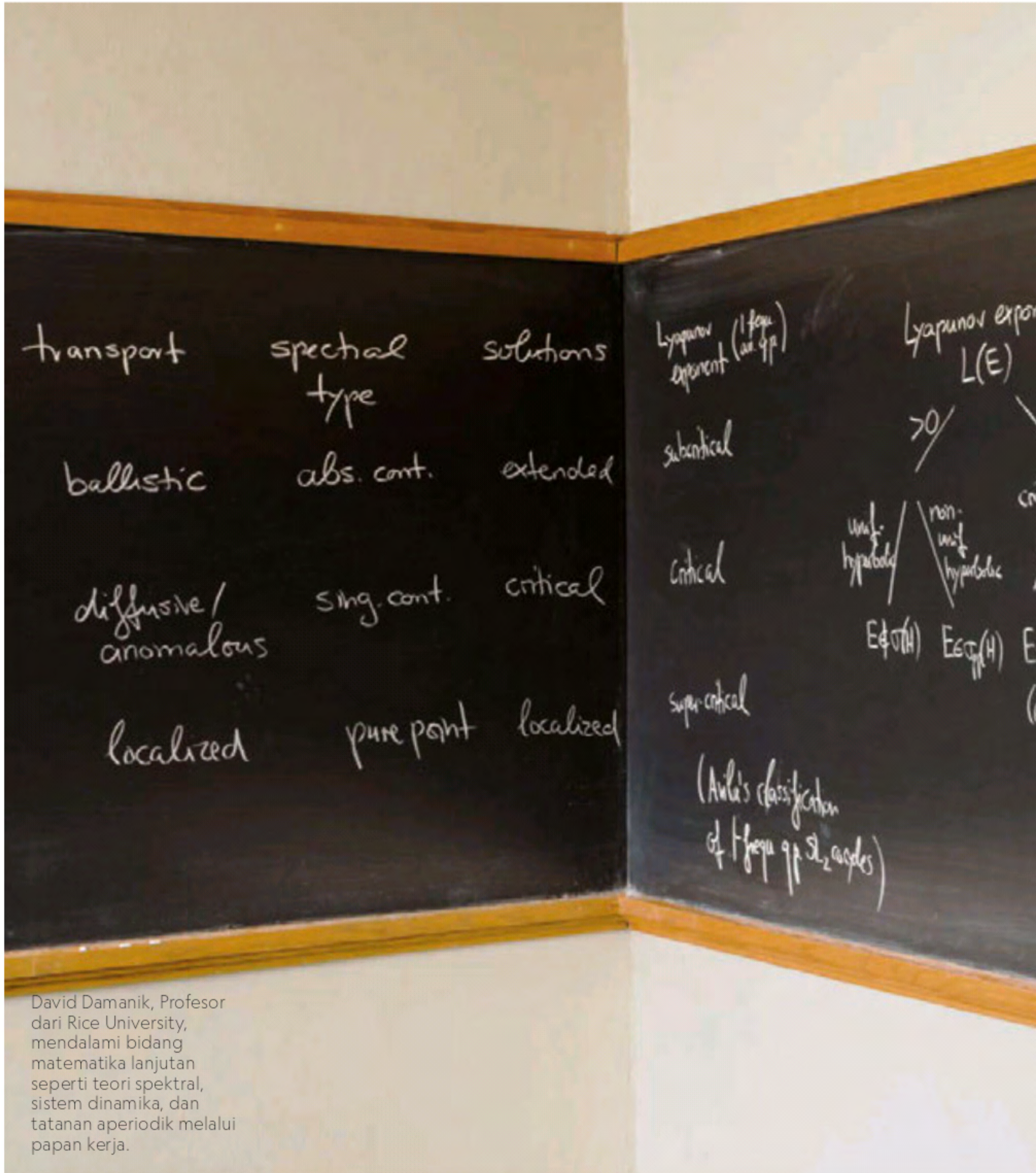
JURNAL FOTOGRAFER

NATIONAL GEOGRAPHIC



FOTO OLEH JESSICA WYNNE

MEMANDANG BUMI DARI SEGALA SISI

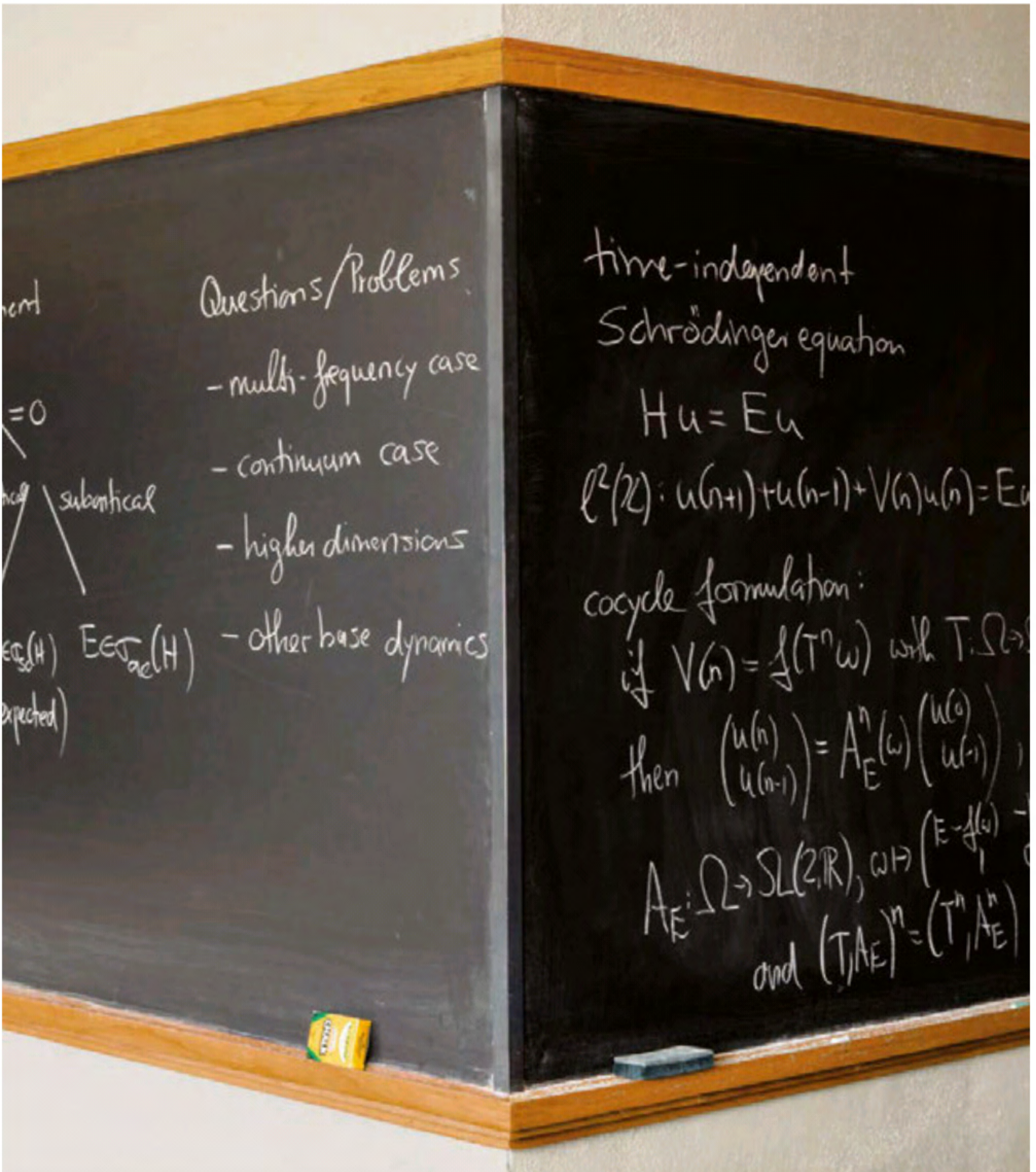


David Damanik, Profesor dari Rice University, mendalami bidang matematika lanjutan seperti teori spektral, sistem dinamika, dan tatanan aperiodik melalui papan kerja.

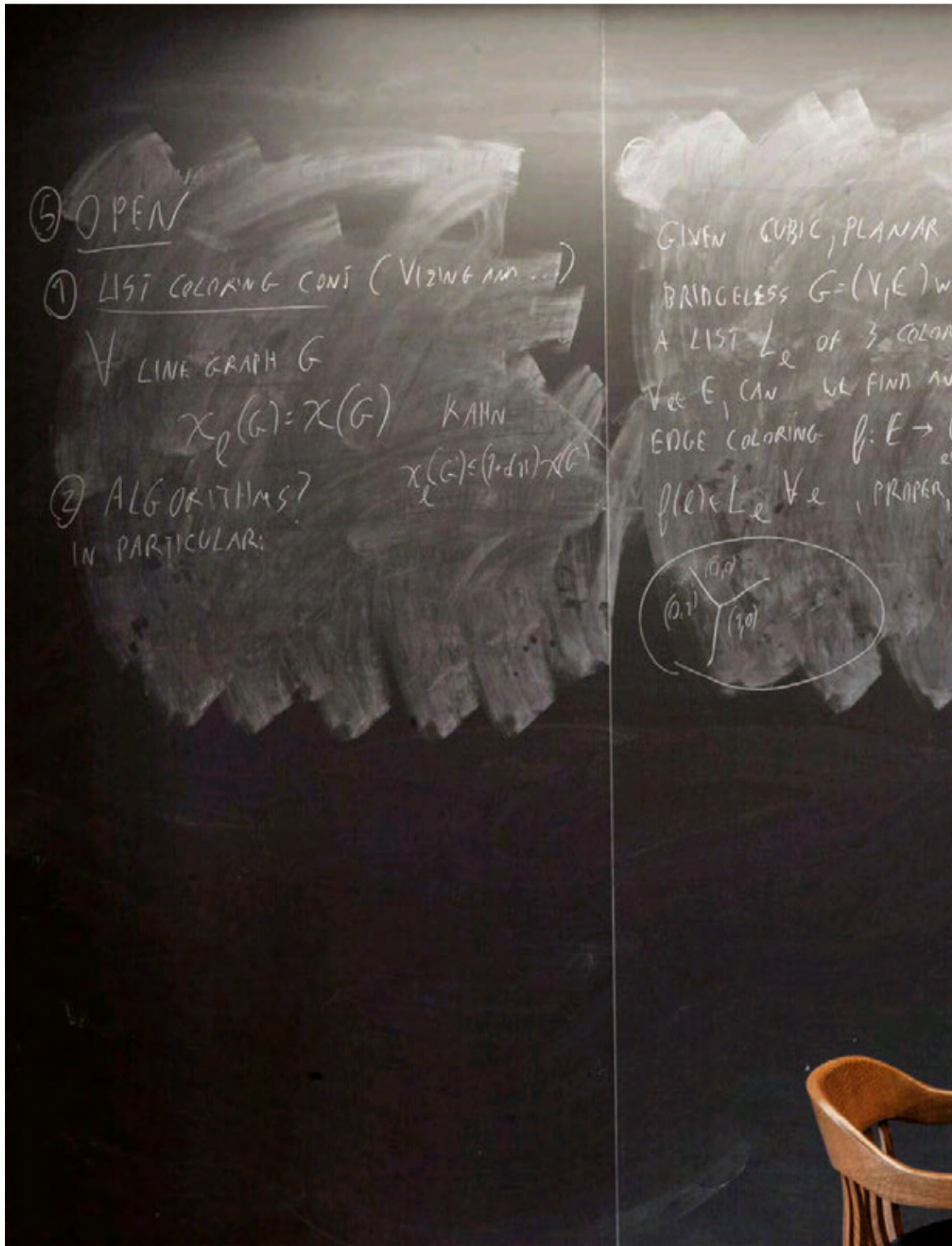
SENI RUPA PAPAN KERJA

Dengan papan tulis sebagai kanvas, matematikawan membuat bentuk baru bahasa dan seni.

VOL. 17 NO. 4



4_88732513

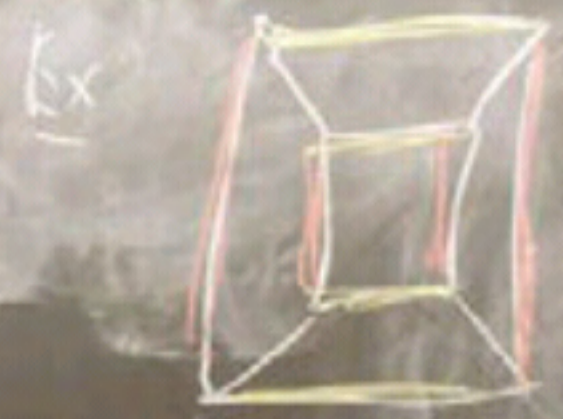


Ide didalami di papan tulis—dan dihapus dan didalami lagi dan lagi—dapat menuntun pada terobosan lintas disiplin, terutama dalam matematika. Di Princetown University, profesor Noga Alon menggunakan

4_88732513



EFFICIENTLY?

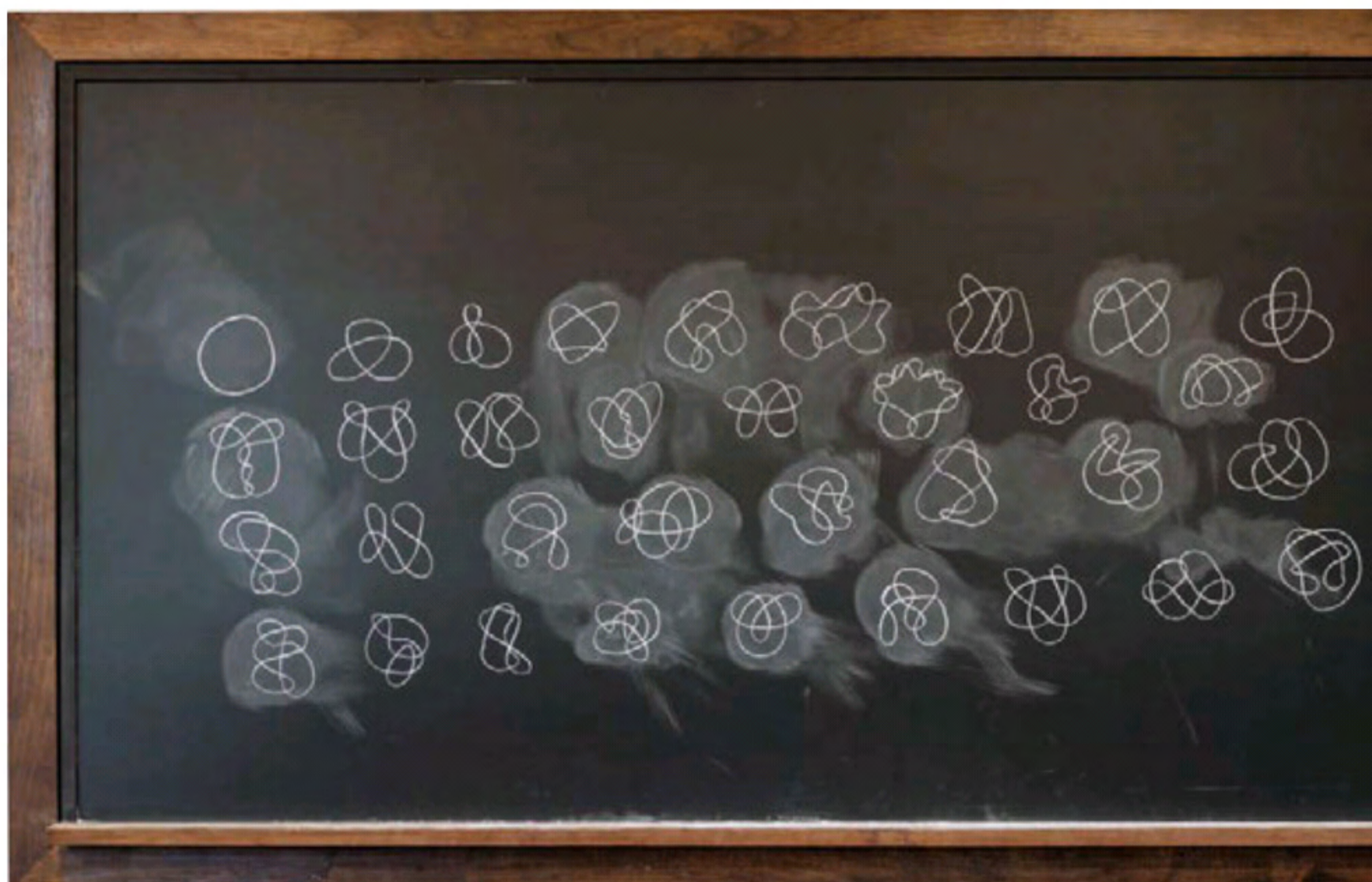
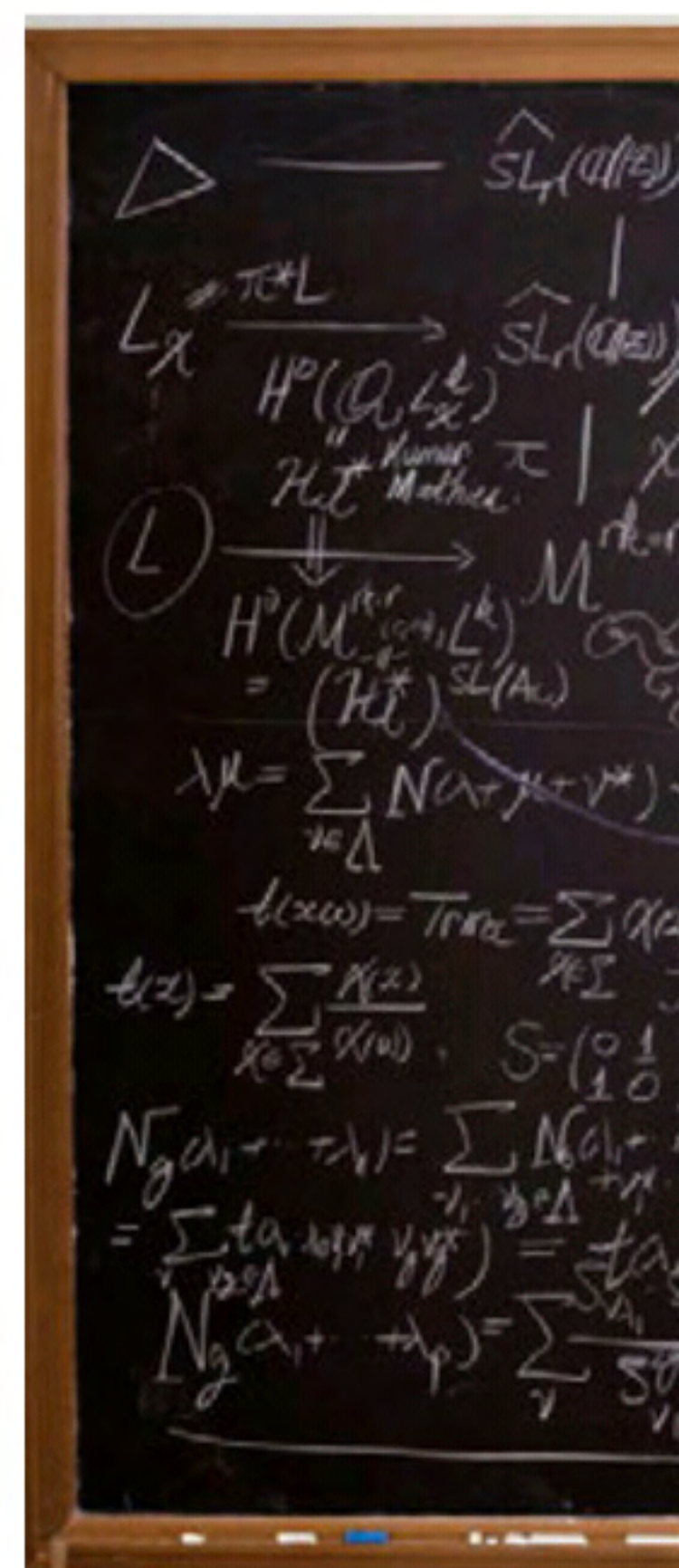
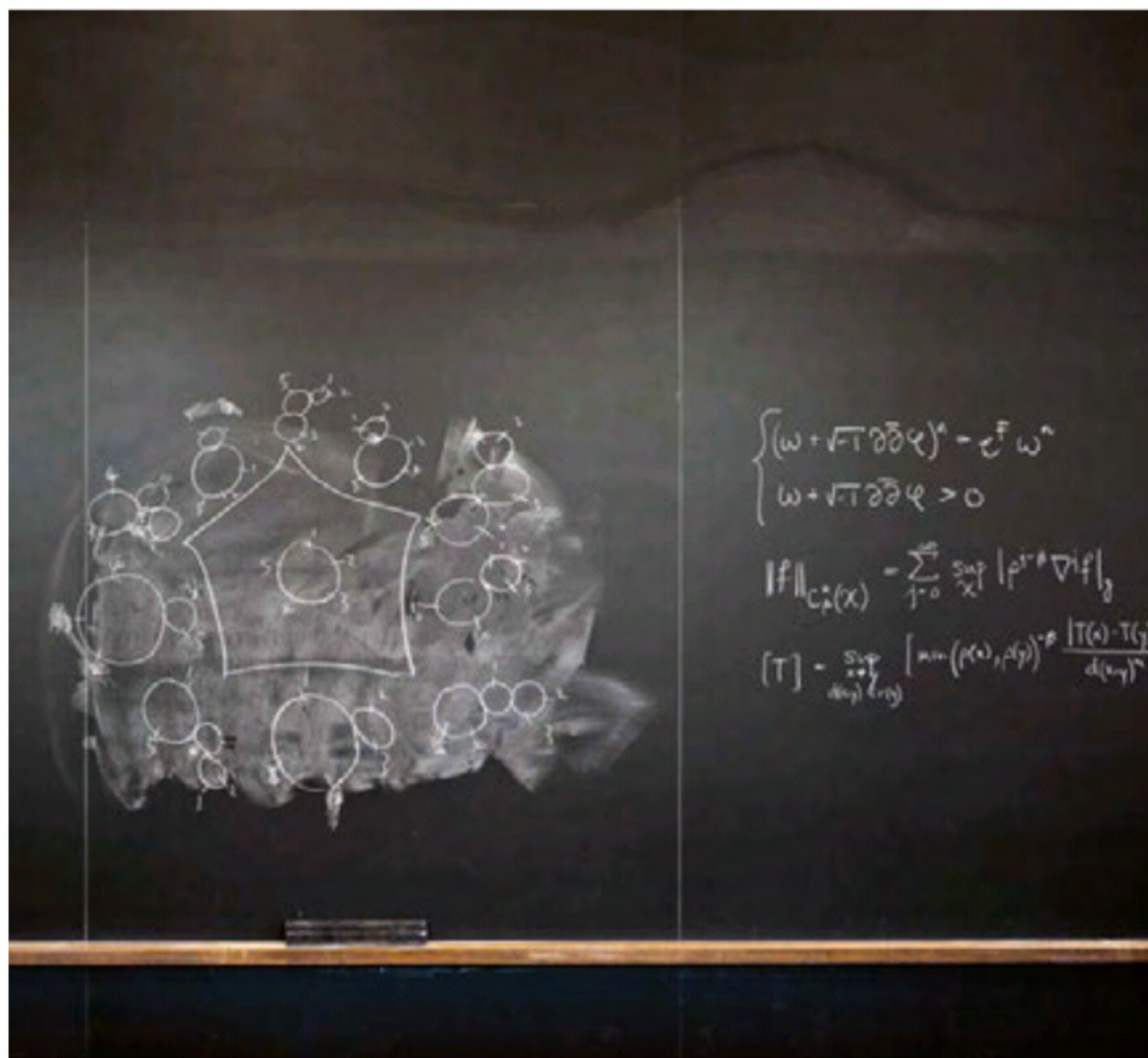


LINE GRAPH G OF CUBIC, PLANAR BRIDGELESS GRAPH $\chi(G) = 3$

LINE GRAPH OF H HAS VTS = EDGES OF H , TWO ADJACENT \Leftrightarrow INCIDENT IN H

THM \forall SUCH LINE GRAPH G ,
~~MIN RE.~~
 $\chi(G) = 3$?
 (A+TARS)

papannya untuk mempelajari bagaimana teori graph dapat diaplikasikan untuk ilmu komputer, sebuah hubungan yang memungkinkan tercapainya kemajuan modern dalam teknologi digital.



Penghitungan dan perenungan di papan tulis bisa terlihat sangat ruwet. Search jarum jam dari kiri atas, papan ini menunjukkan hasil kerja mahasiswa pascasarjana Zhongyi Zhang di Columbia University di New

A_88732513

The chalkboard contains the following mathematical content:

- Top Left:** $SL_n(C(\mathbb{Z}))$ and related quotient groups $SL_n(C(\mathbb{Z}))/SL_n(C(\mathbb{Z}))$ and $SL_n(\mathbb{Z})/SL_n(\mathbb{Z})$.
- Top Middle:** $A_k, I_k, C_k = I_k/k^k$, $f \in S(A_k), \prod K_i \xrightarrow{w_i} \mathbb{C}^x$.
- Top Right:** $\int_{I_k} f(x) w_i = \int_{I_k} f(x) w_i$, $\int_{I_k} f(x) w_i \dots \dim H^0(\dots)$.
- Middle Left:** $\sum_{\mu \in \mathbb{Z}^k} \text{tr}(w^\mu) \chi_\mu(S)$ and $\sum_{\mu \in \mathbb{Z}^k} \text{tr}(w^\mu) \chi_\mu(S) = \sum_{\mu \in \mathbb{Z}^k} \text{tr}(w^\mu) \chi_\mu(S)$.
- Middle Right:** $g_k = \log \frac{w_k \prod \Delta_k}{z^{2k} \pi^{2k}}$, $h_k = \text{Pr} \left(\frac{w_k \prod \Delta_k}{z^{2k} \pi^{2k}} \right) \prod_{k=2}^{\infty} L(\mu, k)$.
- Bottom Left:** $\sum_{\mu \in \mathbb{Z}^k} S_{\mu} N(\mu, p + w)$, $\sum_{\mu \in \mathbb{Z}^k} N(\mu, p + w)$, $\sum_{\mu \in \mathbb{Z}^k} \chi_\mu(w) S_{\mu}$.
- Bottom Middle:** $\dim H^0(A_g, L^k) = Z_k(g) = \sum_{i=1}^{g-1} \binom{k+i}{2} \binom{g-1-i}{2}$, $Z_k(g) = \left(\frac{r}{\pi i} \right)^g \sum_{s \in L} \prod |2 \sin \pi \frac{s-t}{r+k}|^{g-1}$.
- Bottom Right:** $\chi(L^2) = 2^g$, $\chi(L^3) = 2^g \dots$.



The blackboard contains the following faintly visible content:

- Top:** A grid diagram with a circle inside one of the cells.
- Middle:** $\sum \sin(\theta_i - \theta_j)$, "double the pt", "double the force".
- Bottom Left:** "radius > cluster size", "escape".
- Bottom Right:** "radius < cluster size", "pin".

York, mahasiswa pascasarjana Shuai Wang di Columbia University, mahasiswa pascasarjana Boya Song di MIT di Cambrigde, Massachusetts, dan mahasiswa pascasarjana Sahar Khan di Columbia University.

LATAR BELAKANG

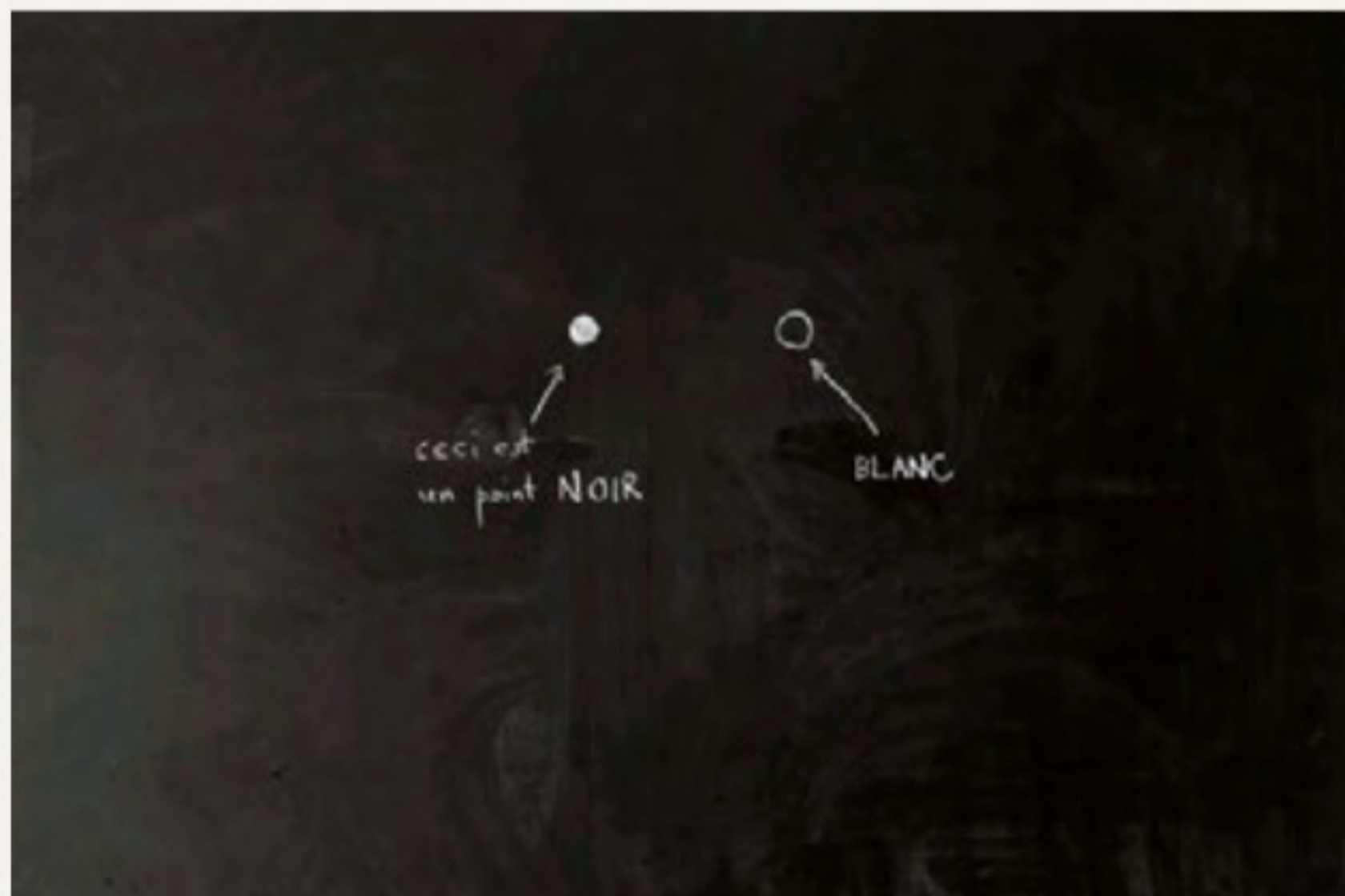
KUNO? TENTU TIDAK. PAPAN TULIS TETAP MENJADI ALAT ABADI UNTUK MEMECAHKAN MASALAH PALING KOMPLEKS.

PARA PENCELA MUNGKIN mencemooh bahwa matematika itu sulit, abstrak, kaku, dan membosankan. Namun bagi para pemuja, matematika itu memersona, kreatif, bahkan adalah bentuk seni—dan kanvasnya adalah papan tulis diselimuti coretan, paduan aneh dari terapi dan kecerdasan, yang dikenal sebagai papan kerja.

Fotografer Jessica Wynne mempelajari keindahan matematika dari tetangganya di Cape Cod, Massachusetts. Mereka berdua adalah ahli matematika teoretis, dan saat kawan-kawan mereka—juga matematikawan teoretis—datang, Wynne memperhatikan bahwa merenung di papan tulis adalah cara mengomunikasikan ide yang kompleks dan memecahkan masalah pelik. Mereka menggunakan papan tulis untuk bekerja sama dan berdebat, dan terutama, untuk mengeksplorasi batasan matematika yang diketahui. Beberapa menggambarkannya sebagai meditasi.

Di dunia dengan banyak papan tulis spidol, dan layar digital, mengapa kapur? “Itu seperti bertanya ke pelukis mengapa melukis dengan cat minyak,” ucap Wynne. Namun ini soal kepraktisan juga, katanya. Spidol nonpermanen meninggalkan noda di pakaian dan tangan. Kemudian ada suara kapur dan rasanya saat digunakan: ketukan lembut dan iramanya, hampir seperti metronom. Matematikawan University of Chicago bersumpah jika departemen matematika mengganti papan tulis kapur dengan papan tulis spidol, fakultas akan memberontak.

Beberapa matematikawan mencoba menemukan kebenaran universal baru, layaknya Archimedes menemukan pi dan Pythagoras mendefinisikan segitiga siku-siku. Wynne memotret papan dengan banyak catatan, di Yale University. Profesor menulis pesan di satu sudutnya: “tolong jangan dihapus.” Itu pun tak tersentuh selama lima tahun. —DANIEL STONE



Di Stanford University, California, profesor matematika Tadashi Tokieda meneliti matematika terapan dan fisika makroskopis—walau papan sehari-harinya ini juga memamerkan bahasa Prancisnya.



Apakah Kita Lahir untuk Mengembara?

PENGEMBARAAN BUKAN AKTIVITAS RASIONAL, INI ADA DALAM GEN KITA. KAMU HARUS MULAI MERENCANAKAN PERJALANAN SEKARANG.

OLEH ERIC WEINER

S

SAYA TELAH MENGGUNAKAN PASPOR SAYA untuk hal yang baik akhir-akhir ini. Saya menggunakannya sebagai alas serta untuk meratakan kaki meja yang goyah.

Selamat datang di pandemi kekecewaan. Perjalanan yang batal, atau yang tidak pernah direncanakan supaya mereka tidak dibatalkan. Reuni keluarga, tahun-tahun saat belajar di luar negeri, vakansi di pantai. *Puf*. Hilang. Dilenyapkan oleh virus kecil.

Bukanlah hal alami bagi kita untuk menjadi orang yang tidak banyak bergerak. Selama sebagian besar masa saat spesies kita ada, "kita hidup sebagai pengumpul-pemburu nomad bergerak dalam kumpulan kecil dari 150 orang atau kurang," tulis Christopher Ryan di *Civilized to Death*. Itu berguna. "Bergerak ke kumpulan terdekat selalu menjadi pilihan untuk menghindari tumbuhnya konflik atau sekadar perubahan lingkungan sosial," ucap Ryan. Louis Stevenson menyebutnya: "Urusan besar adalah berpindah."

HARAPAN TERLETAK PADA
SIFAT PERJALANAN.
PERJALANAN MEMERLUKAN
ANGAN-ANGAN. ITU MENUNTUT
LOMPATAN KEYAKINAN, DAN
IMAJINASI, UNTUK NAIK
PESAWAT KE NEGERI NAN JAUH

Bagaimana jika kita tidak dapat bergerak? Bagaimana jika kita tidak dapat berburu atau mengumpulkan? Apa yang harus dilakukan pengembara? Ada banyak jalan untuk menjawab pertanyaan itu. “putus asa,” adalah bukan salah satunya.

Kita adalah spesies yang adaptif. Kita bisa sabar menghadapi periode singkat akan ketenangan yang dipaksakan. Sejumpt bantuan delusi diri. Kita hanya di antara perjalanan, seperti seorang wiraniaga yang menganggur di antara peluang. Kita melewati hari membolak-balik jurnal perjalanan lama dan galeri Instagram. Kita menatap ke cendera mata. Semua itu membantu. Untuk sementara.

Industri pariwisata terpuruk, juga pejalan.

Temannya saya James Hopkin adalah seorang Buddhis yang tinggal di Kathmandu, Nepal. Anda pikir dia berkembang selama kuncitara, semacam retreat meditasi wajib. Dia melakukannya untuk sementara.

Namun selama panggilan Skype baru-baru ini, James terlihat lesu dan muram. Dia semakin gelisah, dia mengaku, dan rindu “untuk jadwal sepuluh negara per tahun.” Sepertinya tidak ada yang menolong, dia berkata kepadaku, “Tidak masalah berapa banyak lilin saya nyalakan, atau berapa banyak dupa saya bakar, meskipun hidup di salah satu tempat paling suci di Asia Selatan, saya tidak bisa mengubah kebiasaan saya.”

Ketika kami menyudahi panggilan kami, saya merasa lega, kesedihan saya tervalidasi. Ini bukan saya; ini adalah pagebluk. Namun saya juga khawatir. Jika Buddhis di Kathmandu menjadi gila, harapan apa yang dimiliki jiwa-jiwa yang tenang?

Saya rasa harapan terletak pada sifat perjalanan. Perjalanan memerlukan angan-angan. Itu menuntut lompatan keyakinan, dan imajinasi, untuk naik pesawat ke beberapa negeri nan jauh, berharap, menginginkan, untuk rasa yang tak terbayangkan. Perjalanan satu dari sedikit aktivitas yang kami lakukan tanpa tahu hasilnya dan mengingatkan kembali ketidakpastian itu.

PERJALANAN BUKAN AKTIVITAS YANG RASIONAL.

Ini tidak masuk akal untuk menyelipkan dirimu sendiri ke dalam kursi hanya untuk dilempar dengan kecepatan yang menakutkan ke tempat di mana kamu tidak berbicara dalam bahasanya atau tahu kostumnya. Semua dengan biaya yang besar. Jika kita berhenti melakukan analisis biaya-manfaat, kita tidak akan ke mana-mana. Namun kita melakukannya.





Formasi geologi di Taman Nasional Badlands, South Dakota, dapat menginspirasi "cara baru melihat sesuatu," yang mana, penulis Henry Miller mengamati, adalah salah satu manfaat perjalanan.

Itu satu alasan mengapa saya merasa positif pada masa depan perjalanan. Faktanya, saya membantah perjalanan adalah industri yang esensial, aktivitas yang penting. Itu tidak sepenting sebagaimana pentingnya rumah sakit dan toko grosir. Perjalanan penting sebagaimana pentingnya makanan dan pelukan. Makanan untuk jiwa. Saat ini, kita berada di antara persimpangan jalan, menikmati di mana kita berada, mengantisipasi ke mana kita akan pergi. Mungkin ke Zanzibar dan mungkin ke bumi perkemahan di jalan yang selalu ingin Anda kunjungi.

Bukan tempatnya yang membuat spesial tetapi apa yang kita bawa ke sana dan, yang krusial, bagaimana kita berinteraksi dengannya. Penjelajahan bukan tentang tujuan atau perjalanannya. Ini tentang keraguan “cara baru melihat sesuatu,” seperti yang diamati penulis Henry Miller. Kita tidak perlu berpergian jauh untuk mendapat perspektif segar.

Tidak ada yang tahu ini lebih baik dari Henry David Thoreau, yang tinggal dekat dengan segala kehidupan terlalu pendeknya di Concord, Massachusetts. Di sana ia mengamati Kolam Walden dari setiap sudut pandang yang mungkin: dari puncak bukit, di pantainya, di bawah air. Terkadang ia membungkuk dan mengintip melalui kakinya, mengagumi dunia yang terbaik. “Dari sudut pandang yang tepat, setiap badai dan setiap tetes air di dalamnya adalah pelangi,” tulisnya.

Thoreau tidak pernah lelah menatap ke kolam tercintanya, kita juga belum melupakan keindahan yang sunyi dari ketertinggalan zaman kita, dunia analog. Jika ada, pagebluk menghidupkan kembali kasih sayang kami untuk itu. Kami telah melihat apa yang disamarkan, seperti apa keberadaan digital, dan kita (kebanyakan dari kita) tidak peduli untuk itu. Sebagian orkestra di Lincoln Centre di New York City; gang-gang di Tokyo. Kita kehilangan tempat ini. Kita makhluk tempat, dan akan selalu begitu.

Setelah serangan 11 september, banyak yang meramalkan akhir perjalanan udara, atau setidaknya pengurangan dramatis. Namun, maskapai penerbangan terus pulih dan pada 2017 tercatat menerbangkan empat miliar penumpang. Secara singkat kehilangan keajaiban penerbangan, kami lebih menghargainya dan hari ini kami menoleransi ketidaknyamanan pindaian tubuh dan tepukan bagian bawah tubuh untuk hak istimewa membawa daging dan tulang kita ke lokasi berjauhan, di mana kita makan bersama dengan makhluk inkarnasi lainnya.

PEJALANAN ADALAH
SANTAPAN UNTUK JIWA.
SAAT INI, KITA BERADA DI
ANTARA PERSIMPANGAN
JALAN, MENGANTISIPASI KE
MANA KITA AKAN PERGI.

Dalam kesibukan kita kembali ke dunia, kita seharusnya berhati-hati akan dampak dari pariwisata masal di planet ini. Kini saatnya untuk merangkum nilai-nilai dasar pariwisata berkelanjutan dan biarkan mereka memandu perjalanan masa depan Anda. Keluar dari jalan yang ditempuh. Berlama-lama di tempat tujuan. Bepergian di musim sepi. Terhubung dengan komunitas dan membelanjakan uang Anda dengan cara mendukung orang lokal. Pikirkan untuk membayar *carbon offset*. Dan ingatlah keseluruhan tujuan dari pergi keluar adalah untuk merangkul segala perbedaan yang membuat dunia penuh warna. “satu manfaat besar dari perjalanan adalah bertemu orang-orang baru dan bersentuhan dengan sudut pandang yang berbeda,” ucap Pauline Frommer, ahli perjalanan dan pemandu acara radio.

Jadi lanjutkan dan rencanakan perjalanan itu. Merencanakan perjalanan hampir mendekati kesenangan melakukan perjalanan. Antisipasi adalah manfaatnya.

Saya saksi langsung getaran dari antisipatif perjalanan. Istri saya, biasanya tidak menggemari foto perjalanan, sekarang menghabiskan beberapa jam di Instagram menatap foto pondokan di Alpin dan sawah di Bali. “Apa yang terjadi?” suatu hari saya bertanya. “Mereka benar-benar menawan,” jawabnya. “Mereka membuat saya mengingat bahwa ada yang besar, dunia indah di luar sana.”

Kebanyakan dari kita, termasuk saya, melakukan perjalanan begitu saja. Kita menjadi malas dan merasa berhak, dan itu tak pernah bagus. Tom Swick, penulis perjalanan, mengatakan kepada saya dia biasa melihat perjalanan sebagai anugerah. Sekarang, katanya, “Saya tidak sabar untuk mengalami ini sebagai karunia.” □

Eric Weiner mantan koresponden asing untuk NPR dan penulis buku terlaris termasuk *The Geography of Bliss*, *The Geography of Genius*, dan *The Socrates Express*.

Masa Depan Berkelanjutan

Saat perjalanan menjadi normal, beberapa destinasi akan lebih siap untuk mengelola permasalahan pariwisata. Kelestarian budaya dan upaya konservasi adalah salah satu solusi yang diadopsi oleh 25 tempat pada fitur Best of World tahunan kami: natgeo.com/bestoftheworld. Ini beberapa yang penting.

Denver, Colorado
Memberdayakan 100 persen listrik terbarukan pada 2030

Alonissos, Yunani
Melestarikan kapal karam kuno di museum bawah air terbaru

Gabon
Mengamankan lebih dari 11 persen luas negara sebagai taman nasional.

Kopenhagen, Denmark
Bertujuan menjadi ibu kota karbon netral pertama di dunia pada 2025

British Columbia, Kanada
Fokus pada pengalaman perjalanan suku asli dipandu oleh First Nations

Pulau Lord Howe, Australia
Menggunakan teknologi dan sukarelawan komunitas untuk melindungi spesies endemik.

WANITA DAN
SAINS

DUKUNG KIPRAH PEREMPUAN INDONESIA DI DUNIA SAINS

OLEH SILVIA TRIYANTI LUIS FOTO OLEH DONNY FERNANDO

SEJAK MUDA, Herawati Sudoyo selalu diajarkan oleh orang tuanya agar mampu bertanggung jawab atas pilihan hidupnya. Menjadi peneliti di bidang keilmuan, yang sedikit peminatnya, membuatnya harus mengembangkan sikap kompetitif dalam diri.

Apa motivasi Anda untuk menjadi seorang peneliti ?

Mengambil fakultas kedokteran itu sudah jelas. Saya mengambil jurusan preklinik dan itu jalan yang tepat untuk menuju keilmuan yang lebih tinggi, yaitu penelitian. Orang tua saya selalu bilang, ke mana pun saya pergi bukan menjadi masalah, asalkan saya melakukan sebaik-baiknya. Itu yang menjadi motivasi saya untuk mengambil Ph.D. dalam bidang biokimia dan biologi molekuler di Australia, yang saat itu masih sedikit peminatnya.

Apa kegiatan Anda sebagai peneliti Lembaga Biologi Molekular Eijkman ?

Bagaimana interaksi antara manusia dengan patogen dan lingkungan. Dari sudut genetiknya, kami mempelajari manusia dari barat ke timur. Seluruhnya akan diteliti untuk melihat revolusi dan struktur populasinya, bagaimana mereka merespons terhadap beragam penyakit.

Harapan bagi perempuan Indonesia ?

Saya tidak khawatir ketika perempuan di Indonesia akan berkiprah di dunia sains dan teknologi. Kini ada fasilitas untuk perempuan seperti L'oreal-UNESCO For Women in Science yang merupakan program dalam memberikan dana penelitian kepada perempuan. Perempuan yang mendapat dana itu akan memancing dana penelitian lainnya. Oleh karena itu kita tetap harus berani mengambil hal yang bersifat kompetitif. □





Cerita Bahtera di Dasar Samudra



BAHTERA-BAHTERA YANG KARAM
MENJADI BUKTI TERDEKAT
TENTANG KEBERADAAN JALUR
REMPAH. SANGGUPKAH KITA
MEMULIAKANNYA?

OLEH MAHANDIS YOANATA THAMRIN
DAN UTOMO PRIYAMBODO

SAAT BERKUNJUNG KE LAMPUNG, saya mendapat hibah dari seorang sahabat: selembar tapis nan rapuh. Wastra itu menampilkan enam perahu yang mengangkut manusia dan satwa. Usianya lebih dari seabad. Mungkinkah tentang kedatangan komunitas Austronesia yang berperahu ke Nusantara?

Perahu sudah menjadi bagian penting bagi masyarakat pesisir. Betapa tidak, hampir semua kawasan kepulauan kita dapat dijangkau perahu.

Negeri ini mendapat pasokan pergantian angin musim barat laut dan barat daya setiap periode enam bulan. Semesta mendukung Nusantara dalam perkembangan teknologi maritim untuk memasuki abad-abad perniagaan rempah. Nicolo dei Conti (1395- 1469), pedagang Venesia yang 25 tahun menjelajahi di Asia Tenggara, menggambarkan kapal kargo Jawa yang memiliki ukuran lebih besar daripada kapal terbesar milik Portugis *Flor de La Mar*.

Pierre-Yves Manguin, Profesor Emeritus di Ecole française d'Extrême-Orient (EFEO) menulis tajuk "Orang Laut" di *Indonesian Heritage*. "Hampir 2.000 tahun lamanya orang Indonesia barat ikut serta dalam jaringan perdagangan maritim Asia dan membangun sederet tradisi perkapalan."

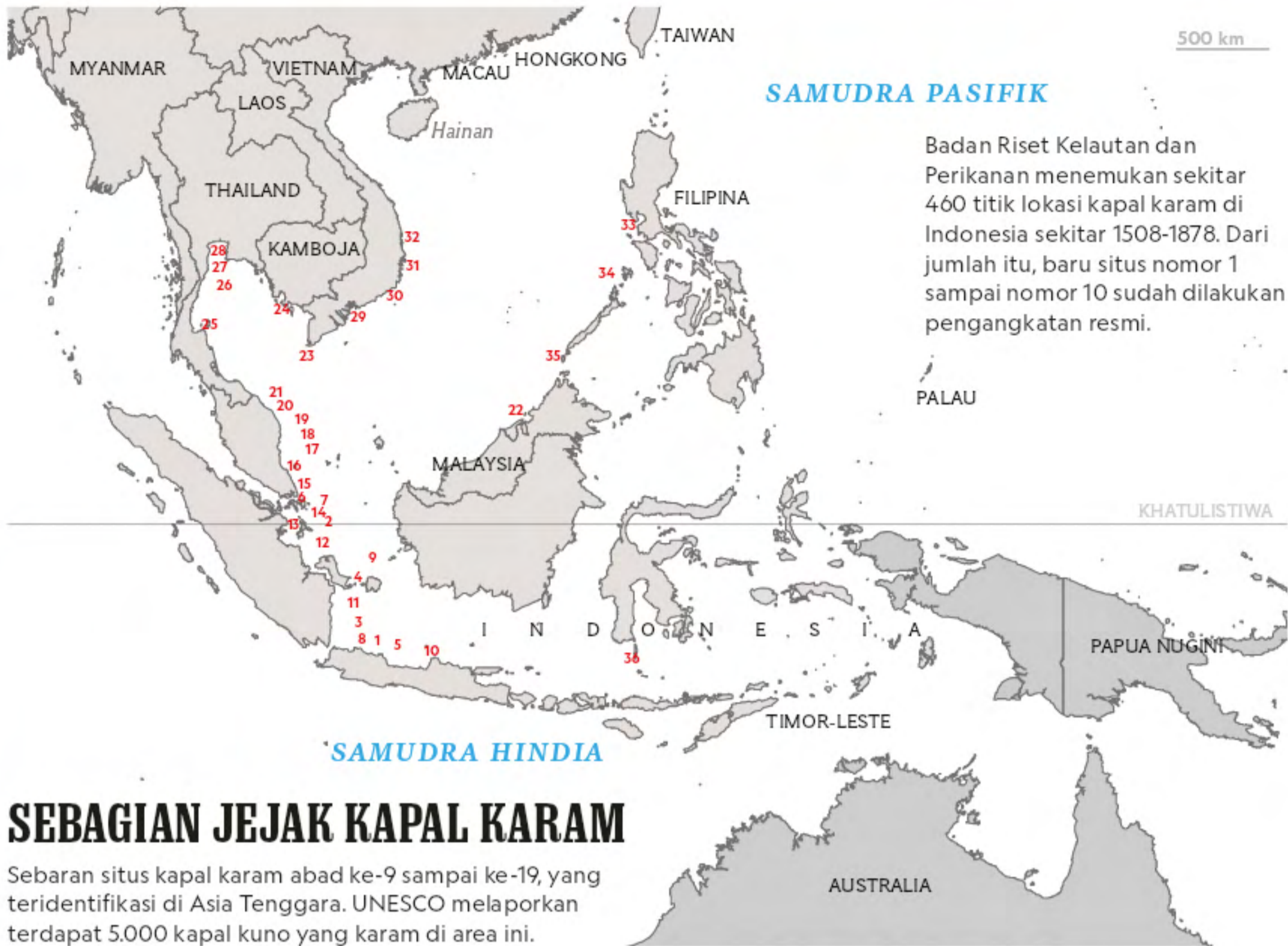
Jalur Sutra Laut dan Jalur Rempah Nusantara telah menautkan pelabuhan-pelabuhan di Tiongkok, Arab, Laut Merah, hingga Madagaskar pada milenium pertama sebelum masehi.

Sampai abad ke-13 dan ke-14, ungkap Manguin, kapal-kapal berukuran besar dengan jalinan papan telah digunakan dalam perdagangan Nusantara. Pendapatnya ini mengacu pada temuan arkeologi dan catatan kuno. Setelah periode itu perdagangan cenderung menggunakan kapal-kapal kargo berukuran lebih kecil, yang disebut *jong*. "Nama *jong*," ungkapnya, "istilah setempat yang kemudian melahirkan kata *junk* dalam bahasa-bahasa Eropa."

Di Pulau Bintan pada 1988, Pusat Penelitian Arkeologi Nasional (Puslit Arkenas) bersama EFEO mengekskavasi repihan kapal dagang dari akhir abad ke-15. Lambung kapal ini hanya terdiri atas satu lapisan papan. Ketika papan ini rapuh, lapisan papan berikutnya ditambahkan. Kapal yang sungguh sederhana—jauh dari imaji relief Borobudur.

Dua dekade berikutnya Balai Arkeologi Yogyakarta dan EFEO mengkaji temuan kapal di Desa Punjulharjo, pesisir Rembang, Jawa Tengah. Manguin menyimpulkan bahwa perahu ini dibuat dengan teknik pembuatan kapal tradisional asli Asia Tenggara. Dari bagian tali, mereka meyakini kapal itu berasal dari abad ke-7 hingga abad-8. Inilah kapal berteknologi Asia Tenggara tertua yang kita punya.

Dalam Atlas *Pelabuhan Pelabuhan Bersejarah di Indonesia*, Sejarawan FIB-UI Didik Pradjoko dan Arkeolog Maritim Puslit Arkenas, Bambang Budi Utomo, memaparkan ciri khas teknologi perahu dalam tradisi Asia Tenggara. Lambung perahu berbentuk "V" sehingga bagian lunasnya berlinggi; haluan dan buritan simetris; tidak ada sekat-sekat kedap air di lambung; dan kemudi ganda. Perahu



SEBAGIAN JEJAK KAPAL KARAM

Sebaran situs kapal karam abad ke-9 sampai ke-19, yang teridentifikasi di Asia Tenggara. UNESCO melaporkan terdapat 5.000 kapal kuno yang karam di area ini.

- | | | | |
|-----------------------------|----------------------|------------------|-----------------|
| 1. Blanakan | 10. Japara | 19. Royal Nanhai | 28. Pattaya |
| 2. Buaya | 11. Java Sea | 20. Longquan | 29. Vung Tau |
| 3. Karang Cina | 12. Tek Sing | 21. Singtai | 30. Binh Thuan |
| 4. Intan Cargo Selat Gelasa | 13. Lingga | 22. Brunei | 31. Binh Chau |
| 5. Cirebon | 14. Tanjung Renggung | 23. Camau | 32. Hoi An |
| 6. Teluk Sumpat | 15. Geldermalsen | 24. Ko Kram | 33. San Diego |
| 7. Karang Heliputan | 16. Turiang | 25. Ko Samui | 34. Lena |
| 8. Karawang | 17. Nanyang | 26. Rang Kwian | 35. Pandanan |
| 9. Belitung Timur | 18. Xuande | 27. Si Chang | 36. Bontosikuyu |

dalam tradisi Asia Tenggara tidak memerlukan paku besi. Ada bagian papan yang menonjol dengan empat lubang yang dinamakan *tambuko*. Lewat lubang-lubang itu tali ijuk dimasukkan dan diikatkan dengan bilah papan yang lain. Teknik penyambungan ini dikenal dengan “teknik papan ikat dan kupingan pengikat”.

Di sisi lain, kapal Tiongkok memiliki tradisi lambung yang dikencangkan dengan bilah-bilah kayu dan memiliki kemudi tunggal di palang rusuk buritan. Pembangunannya menggunakan paku besi.

JALUR REMPAH merupakan rute pelayaran nan berbahaya menuju kepulauan rempah. Ada kapal yang kembali ke pelabuhan asalnya, tetapi ada pula yang hilang tak diketahui rimbanya.

Pada abad ke-9, ketika pendeta-pendeta India merampungkan pembangunan Candi Borobudur di pedalaman Jawa, salah satu kapal pedagang Arab mengalami kemalangan. Ia karam di dasar Selat Gaspar, antara Pulau Bangka dan Pulau Belitung. Setelah bersemayam lebih dari seribu tahun, kapal

ini mulai tersingkap pada 1998. Inilah kapal Arab pertama yang ditemukan di Asia Tenggara. Situsnya dikenal sebagai “Belitung Wreck”.

Ketika para penyelam menyingkap repihannya, mereka menemukan lebih dari 60.000 keping emas, perak, dan mangkuk keramik Dinasti Tang. Dari ribuan mangkuk, salah satunya memiliki angka tahun, yang semasa dengan 826 Masehi.

Simon Worrall melaporkan temuan kapal itu untuk *National Geographic*, Juni 2009. Boleh jadi, kapal ini berangkat dari Guangzhou menuju asalnya di Teluk Persia. Komoditas yang dibawa tampaknya dibuat sesuai pesanan. Ragam hiasnya kosmopolit: corak lotus Buddha asal Asia Tengah; ragam geometris Al-Qur’an untuk pasar Muslim; dan satu mangkuk bercorak lima garis vertikal, yang ditafsirkan oleh beberapa ulama sebagai simbol Allah.

Masih di dasar Selat Gaspar, terdapat situs Kapal Tek Sing. Kapal kargo asal pelabuhan Amoy ini hendak berlayar menuju Batavia, namun menabrak karang sehingga karam pada 1822. Ia mengangkut 1.500 imigran Tiongkok—hanya 180 orang selamat.

Pada 1999, keberadaan kapal ini tercium oleh pemburu harta karun asal Inggris. UNESCO melaporkan bahwa lebih dari 350.000 buah keramik telah diangkut lalu dilelang oleh Nagel Auction di Stuttgart, Jerman pada 2000. Karamnya Tek Sing menjadi salah satu bencana terbesar dalam sejarah pelayaran dunia, sekaligus muatan terbesar dalam sejarah temuan kapal Tiongkok. Kini, amblesnya jejak repihan itu mencerminkan masa depan Indonesia yang terjarah.

Shinatria Adhityatama dan Priyatno Hadi Sulistyarto dari Puslit Arkenas meneliti kapal karam di perairan Pulau Natuna dan Pulau Bintan. Penelitian mereka terbit di Jurnal *Segara* edisi Desember 2018. Menurut mereka, kawasan perairan Kepulauan Riau merupakan lokasi strategis karena menautkan Laut Cina Selatan dan Selat Malaka “tidak kalah ramainya dengan perairan Mediteranian.”

Penelitian mereka di Situs Tanjung Renggung, perairan Bintan, menemukan kapal Nusantara atau Asia Tenggara yang membawa komoditas keramik asal Tiongkok—tempayan, mangkuk, piring, buli-buli, guci berglasir yang berwarna hijau seladon khas Dinasti Song Selatan (1127-1279)—mirip kasus Situs Cirebon. “Ini membuktikan bahwa kapal-kapal lokal kita berperan dalam distribusi,” ujar Shinatria, “tidak selalu kapal-kapal asing yang masuk.”

Perairan Asia Tenggara memiliki sebaran situs kapal kuno yang karam. Sayangnya, “justru situs-situs kapal di sekitar kepulauan rempah belum banyak dieksplorasi,” imbuhnya, “padahal itu sentralnya.” Dia menambahkan bahwa untuk mempelajari Jalur Rempah dalam perspektif maritim, kita “perlu mempelajari situs-situ kapal karam karena itu adalah bukti langsung dari aktivitas perniagaan maritim.”

SAYANGNYA, “JUSTRU SITUS-SITUS KAPAL DI SEKITAR KEPULAUAN REMPAH BELUM BANYAK DIEKSPLORASI,” KATA SHINATRIA, “PADAHAL ITU SENTRALNYA.”

Pada 2016, pemerintah menegaskan bahwa pengangkatan barang muatan kapal tenggelam (BMKT) tertutup untuk bidang investasi. Namun, pada 2021, pemerintah membuka kesempatan bagi para investor untuk mencari BMKT.

Direktur Jenderal Kebudayaan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Hilmar Farid, membenarkan adanya kecenderungan untuk mereduksi benda cagar budaya bawah air sebagai komoditas. “Sebetulnya, secara legal, secara hukum, *nggak* ada yang salah dengan menjual-belikannya,” ujar Hilmar. “Tapi, kalau kemudian semata-mata ini disamakan dengan barang komoditi lain pada umumnya, tentu itu sangat disayangkan. Dan, jelas itu bukan tujuan utamanya.”

Bambang Budi Utomo mengatakan, “benda cagar budaya bawah air merupakan dilema.” Pemerintah membutuhkan dana besar untuk menjaga cagar budaya bawah air ini. Namun, dia mewanti-wanti bila kita kembali membolehkan investor untuk mengangkutnya. Pengalaman membuktikan bahwa kita seringkali “dicurangi” dan “dirugikan.” Temuan BMKT harus dianggap sebagai cagar budaya dan diteliti. “Jadi bagaimanapun barang-barang itu mengandung nilai sejarah dan budaya Indonesia.”



Litografi berjudul “Kapal Cina dan Jawa dengan Layar Rotan dan Jangkar Kayu”, penampakan paling awal tentang kapal *jong* atau *jung*.

KABAR DARI
GARIS DEPAN
SAINS DAN INOVASI

Sel surya seringan udara

Pada teknologi sel surya, apa artinya amat ringan? Cukup tipis dan lentur untuk diletakkan di gelembung sabun. Sel bisa menangkap energi dari cahaya luar atau dalam ruang, bisa membantu mendayai perban yang melepaskan obat, sensor dron, dan peranti lainnya yang terlalu tipis untuk baterai yang berat. —JS



KONSERVASI

PERKARA PARKIT

PARKIT MEMANG ANGGUN, TETAPI MEREKA ADALAH HAMA PENGANCAM KEANEKARAGAMAN HAYATI.

TAMPAKNYA ADA YANG SALAH: burung tropis berona hijau terang benar-benar seperti berada di rumahnya, di taman di Hesse, Jerman (atas). Ternyata, mereka hanyalah burung oportunistis yang melarikan diri, atau dilepaskan ke alam liar dan dengan cepat berlipat ganda.

Parkit rose-ringed, asli Asia Selatan, dijual sebagai peliharaan hingga penjualan burung liar dilarang di AS dan Eropa. Sekarang parkit rose-ringed dan parkit monk telah berubah dari hewan peliharaan menjadi hama di Hawaii, California, Florida, juga di Eropa dan Timur Tengah. “Sejujurnya, mereka ialah hewan peliharaan yang tidak mengasyikkan,” ucap Assaf Shwartz, ahli biologi konservasi di Haifa, Israel. Mereka merusak tanaman, mengancam burung setempat, juga menggu- sur spesies kelelawar yang terancam punah di Spanyol. Sarang parkit monk di sistem perkabelan menyebabkan listrik mati.

Kampanye pembasmian di Kepulauan Canary dan Seychelles menggabungkan pemasangan jebakan dan penembakan hama invansi dengan advokasi di masyarakat untuk mendukung spesies burung setempat. Namun, upaya apapun untuk mengurangi populasi dapat menjadi kontroversial. Bagaimanapun, konservasionis keanekaragaman hayati Inggris, Jim Groombridge berkata, “Orang-orang cinta parkit.” —AMY ALIPIO

REKAYASA BIOLOGIS

Belajar dari pergerakan lengan gurita

Mudah untuk me- ngagumi fleksibili- tas gurita, dan sulit untuk mengukurnya. Peneliti Marine Bio- logical Lab menga- mati sepuluh gurita liar tangkapan mela- kukan beragam tugas selama dua jam—dan total 16.563 perge- rakan lengannya. Mempelajari gerakan moluska itu dapat membantu meren- canakan desain le- ngan “robot lembut” serbaguna yang kuat, untuk digu- nakan pada inspeksi puing-puing berba- haya atau prosedur bedah nan rumit.

—JORDAN SALAMA



GRIDSTORE

GRID STORE, situs niaga-el atau *e-commerce* milik Grid Network, Kompas Gramedia, terus mengembangkan layanannya. Kami memberikan kemudahan Anda untuk mendapatkan produk atau informasi program Grid Network menarik lainnya.

Kendati baru berusia setahun, GRID STORE telah hadir dengan layanan baru, yaitu penjualan majalah-el atau *e-magazine*. Majalah dan tabloid terbitan Grid Network dapat dinikmati dalam format digital, yang bisa dibaca di mana saja dan kapan saja dengan mudah.

Kini kami memberikan promo spesial diskon 50 persen untuk pembelian produk *majalah-el*. Ada juga potongan 20 persen untuk langganan majalah dan tabloid Grid Network, yang ditambah bonus majalah-el.

Untuk penawaran ragam promo menarik lainnya, silakan kunjungi www.gridstore.id.

Jangan sampai ketinggalan, Sahabat!



ALASKA NAN LIAR

Gates of the Arctic, taman nasional AS yang terjarang dikunjungi, dihiasi

MENARIK KURANG DARI 10.000 pengunjung per tahun, bentang alam terpencil yang menghampar di pedalaman Alaska ini sepenuhnya berada di atas Lingkaran Arktika. Luasnya nyaris 3,4 juta hektare, memberikan banyak ruang untuk dijelajahi petualang pemberani.

BERKELILING

Didirikan pada 1980 untuk melindungi kawasan dan sebagai sumber penghidupan penduduk asli, Taman Nasional Gates of the Arctic menantang, bahkan untuk pelancong yang paling tangguh. Karena tidak ada jalan, kebanyakan pengunjung terbang dari permukiman Bettles, Coldfoot, atau Anaktuvuk Pass, lalu melanjutkan berjalan kaki atau dengan perahu, ski, atau kereta luncur anjing. Mereka yang tanpa pengalaman di alam bebas sebaiknya mempertimbangkan perjalanan dengan pemandu.

KEAJAIBAN ALAM

Pemandangan dramatis menjadi rumah bagi beragam satwa. Dari Mei hingga Juli, matahari bersinar sepanjang waktu.

- Fotografer mengagumi pemandangan terjal dari Puncak Arrigetch di Pegunungan Brooks.
- Pengamat burung melaporkan lebih dari 145 spesies, termasuk northern goshawk, burung hantu short-eared, dan arctic warbler.
- Menjelajah menyusuri Sungai Noatak menawarkan kesempatan menyaksikan musk oxen, beruang cokelat, rusa kutub, dan Gunung Igikap setinggi 2.524 meter.

BUDAYA ASLI

Anaktuvuk Pass adalah satu-satunya gerbang di dalam perbatasan taman. Namun desa ini lebih dari sekadar titik untuk memulai petualangan; itu adalah tempat untuk belajar tentang masyarakat yang sudah hidup di tanah ini selama ribuan tahun. Rumah bagi suku Nunamiut yang dahulunya nomaden, desa ini memiliki museum yang bercerita tentang gaya hidup berkelanjutan mereka, yang sangat bergantung dengan rusa kutub. Kawanan rusa kutub saat ini terancam oleh perubahan iklim dan jalan pertambangan emas yang direncanakan.

'SEMAKIN KENCANG DETAK
JANTUNG SAAT SAYA
BERJALAN DI TUNDRA DAN
MENGAPUNG DI SUNGAI,
SEMAKIN SAYA BERUBAH.'

—Kiliii Yüyan

hamparan terjal pegunungan dan sungai.

DALAM ANGKA

0

JALUR YANG DIBANGUN DI TAMAN

114

HUJAN SALJU RATA-RATA TAHUNAN,
DALAM SENTIMETER

343

POPULASI ANAKTUVUK PASS

N. Gates of the
Arctic

ALASKA (AS)

Sungai Alatna
mengalir melewati
Danau Takahula.

OLEH JENNA SCHNUER FOTO OLEH KILIII YÜYAN

KASIH SAYANG KUMBANG KE BOTOL, YANG SALAH TEMPAT

OLEH EVA VAN DEN BERG

SAAT ITU MUSIM SEMI di dekat Dongara, di Western Australia, dan biolog Darryl Gwynne dan David Rentz sedang melakukan penelitian lapangan pada spesies serangga. Di sebuah tempat di pinggir jalan terdapat botol bir yang dibuang—jenis bentuk botol pendek yang di Australia dikenal sebagai *stubbie*, dengan tonjolan melingkar menghiasi bahan gelas cokelatnya. Dan melekat di botol kosong itu seekor serangga: anggota dari famili kumbang permata yang berusaha untuk bersanggama, mencoba memasukkan organ seksualnya ke botol.

Sejak Gwynne dan Rentz menyaksikan hal itu pada 1981, pengamat lain telah mendokumentasikan tingkah laku itu ke media sosial. Itu diidentifikasi sebagai rangsangan luar biasa—dengan stimulus memunculkan respon yang berlebihan. Pada kasus ini, provokatornya adalah *stubbie*: kumbang jantan tampaknya salah mengira botol sebagai betina raksasa spesiesnya, yang memiliki warna serupa dan tonjolan di cangkangnya. Pejantan tidak hanya kehilangan akal sehatnya untuk dewi cinta yang gemerlap ini, tetapi bahkan terkadang hidupnya, oleh serangan semut.

Untuk penemuan ini ahli biologi menerima Penghargaan Ig Nobel, parodi penghargaan dari proyek penelitian ilmiah yang diakui “membuatmu tertawa, lalu berpikir.” □

HABITAT/WILAYAH

Kumbang permata mendiami wilayah gersang dan semigersang Australia, di Negara bagian Queensland, New South Wales, South Australia, dan Western Australia.

FAKTA LAIN

Kumbang permata dari famili Buprestidae terdiri dari sekitar 15.000 spesies, termasuk sekitar 1.500 ditemukan di Australia. Satu yang dipelajari Gwynne dan Rentz dari genus *Julodimorpha*; pengidentifikasian spesiesnya masih menjadi perdebatan. Kumbang dapat tumbuh hingga panjangnya lebih dari 3,81 sentimeter, dan betinanya lebih besar dari yang jantan. Kumbang permata jantan bisa terbang, tetapi betinanya tidak bisa terbang.

Di Shark Bay, Western Australia, kumbang permata jantan menunjukkan spesies mereka yang tampak “luar biasa” yang memaksa untuk kawin dengan sebuah botol bir.



Tato Dayak HLM. 30
Telinga Panjang... HLM. 40
Polusi Udara HLM. 44
Asap Kebakaran Hutan.....
HLM. 72

SAJIAN UTAMA



▲
40

GERAKAN WARGA WEHEA UNTUK MEMOTONG TELINGA PANJANG BERMULA SETELAH PROYEK PEMBUKAAN LAHAN UNTUK PERTAMBANGAN DAN PERKEBUNAN.

RAJAH TERAKHIR

DAHULU, RAJAH MENJADI KEBANGGAAN KARENA
MENGIKATKAN JIWA DENGAN PARA LELUHUR.
NAMUN, KINI KEYAKINAN ITU MELUNTUR.

Kakek Kidau berpose dalam naungan tajuk hutan. Rajah atau tato adalah salah satu kebudayaan adiluhung Nusantara yang diwariskan oleh leluhur melalui simbol-simbol adat yang sakral, penuh makna. Tato digunakan sebagai sarana komunikasi yang selaras antara diri manusia terhadap semesta.



Kalimantan memiliki pusparagam budaya yang begitu kaya.

BENTANG ALAM dan tajuk hutannya tampak menyembunyikan tradisi suku-suku yang masih memuliakan kebiasaan leluhur mereka. Namun, kebiasaan manusia selalu bertaut dengan dinamika zaman. Sebagian kebiasaan lama masih berlanjut sampai hari ini, tetapi ada juga kebiasaan yang mulai ditinggalkan.

Salah satu budaya yang nyaris punah adalah tato tradisional. Tato oleh masyarakat Indonesia kerap dianggap sebagai budaya yang datang dari barat. Namun pada kenyataannya, Indonesia memiliki budaya tato sejak dahulu. Budaya tato lahir dari kehidupan tradisional di beberapa suku di pedalaman Nusantara. Salah satunya berada di pedalaman Kalimantan, di komunitas-komunitas Dayak.

Suku bangsa ini memberi sumbangsih terbanyak untuk tato tribal di dunia karena selain Dayak memiliki jumlah rumpun suku yang banyak, setiap motif tatonya memuat unsur magis dan spiritual. Jadi tato tradisi suku Dayak tidak bisa dipakai sembarangan. Memasang tato sembarang akan mendapatkan sanksi adat dan juga sanksi sosial di masyarakat.

Tato menjadi bahasa verbal yang sakral. Tradisi ini diwariskan ratusan tahun oleh leluhur. Tato tradisi suku-suku Dayak memiliki makna yang tersirat pada setiap motifnya: memuliakan perempuan, memaknai proses kehidupan, lambang kesukuan, pembeda strata sosial, dan pencapaian yang maknanya melekat di tubuh dan masuk dalam jiwa manusia. Selain itu terdapat syarat, harapan, doa, dan orang khusus untuk membuat tato.

Bagi suku Dayak Iban, tato menjadi simbol pencapaian hidup. Dalam jurnal Charles Broke yang ditulis pada pertengahan abad ke-19, kolonial Inggris menjuluki suku ini sebagai Dayak Laut. Suku Dayak Iban yang banyak tersebar di Kalimantan Barat, salah satu

kampung yang telah diteliti tato tradisinya adalah Dusun Sungai Utik. Kampung ini menjadi salah satu kampung yang masih melestarikan tradisi tato. Semangat memiliki tato masih hidup pada generasi muda, baik laki-laki maupun perempuan. Bagi suku Dayak Iban, tato berfungsi untuk penghayatan hidup sebagai makhluk yang memegang tradisi leluhur. Tato yang mereka miliki akan turut memengaruhi mereka dalam berperilaku. Tato juga telah membuat mereka merasa lebih dekat dengan identitas kesukuan.

Suku Dayak Iban menghiasi tubuhnya dengan tato setelah memiliki pencapaian dalam hidup sebagai penghargaan atas dirinya. Pencapaian itu terbagi dalam tiga era, yaitu era *mengayau* (peperangan), era *bejalai* (merantau) jauh bagi laki-laki, dan era modern.

Tato pertama untuk laki-laki berada di leher, yang dijuluki motif *ukir degok*. Motif ini menggambarkan kupu-kupu atau kalajengking yang sedang menempel di pohon. Berikutnya dilanjutkan dengan tato bunga terong yang berada di pundak. Motif bunga terong ini berasal dari tanaman terong. Pada bagian dalam motif bunga terong terdapat tali nyawa yang diambil dari anakan katak (berudu) yang menandakan bahwa suku Dayak Iban sangat mahir dalam menyelam dan berburu di darat.

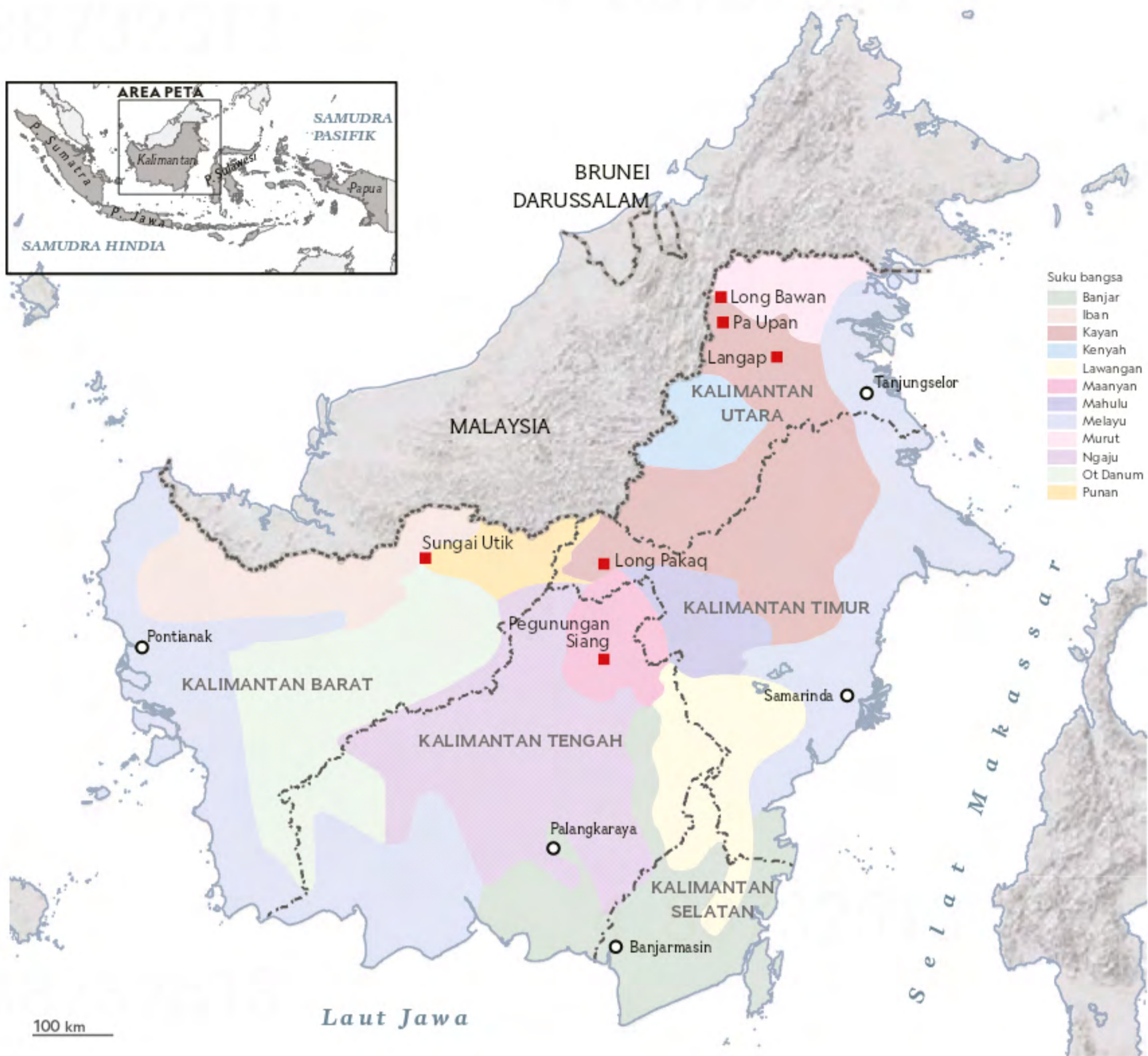
Setiap melakukan pencapaian, suku Dayak Iban menambah tato di tubuhnya dengan motif-motif yang lain seperti *ketam lengan*, *pala gajah*, *ketam itit*, *suit* dan lain-lain. Sementara bagi perempuan, tato *tumpa lengan* dimiliki perempuan setelah dianggap pandai membuat tenun, kerajinan tangan, dan sudah mampu mengurus rumah tangga.

Di Suku Sa'ban yang berdomisili di Desa Pa Upan, Kalimantan Utara, kami hanya berhasil menemui satu orang nenek yang masih memiliki

W. 01 29
DESA BATU LINTANG
MATAN EMBALOH HULU
KAWAN DILAH BENTUK APAPUN TANPA SEIZIN RTIRW SETEMPAT
ARAP LAPOR



Simbol tali nyawa yang terletak ditengah-tengah tato bunga terong (tato di bahu) pada laki-laki Dayak Iban menggambarkan berudu. Simbol ini menandakan bahwa mereka mahir menyelam berburu ikan dan berburu hewan di darat. Hasil buruan yang paling sering didapatkan adalah babi hutan.



tato tradisi, yang bernama Nenek Mujang. Tidak banyak informasi yang bisa digali darinya soal tato tradisi Dayak Sa'ban. Selain usianya yang sepuh, kami memiliki keterbatasan bahasa untuk berkomunikasi.

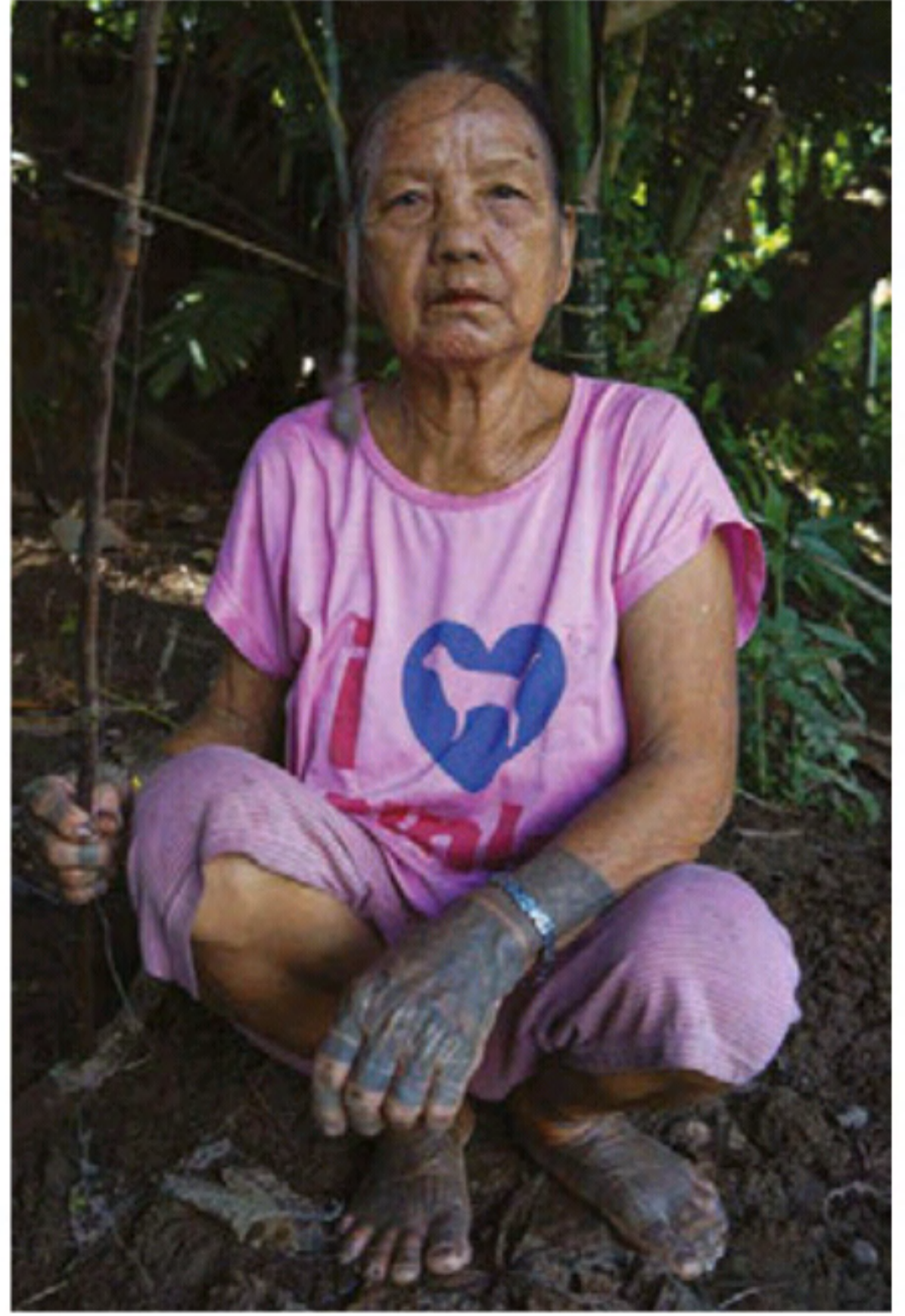
Namun kami beruntung bisa bertemu satu penutur, yakni mantan kepala adat. Dia bercerita kepada kami bahwa perempuan suku Dayak Sa'ban diwajibkan memiliki tato ketika diketahui sedang hamil. Mentato tubuh perempuan yang sedang hamil dianggap sebagai salah satu cara agar terbiasa dengan rasa sakit. Harapannya, proses bersalin dapat berjalan dengan lancar dan darah bersalin dapat keluar semua.

Berbeda lagi dengan makna tato bagi suku Dayak Merap di Desa Langap Kecamatan Malinau Selatan, Kalimantan Utara. Bagi mereka tato menjadi simbol kultural Dayak Merap untuk membedakan dengan dayak yang lainnya. Motif tato berbentuk 40 kotak yang dibagi kedalam empat kelompok pada satu kaki. Masing-masing kelompok terdiri atas sepuluh motif berbentuk

kotak. Ukuran motif kotak itu semakin ke atas semakin membesar.

Karena cerita dan tradisi tato ini sudah terputus jauh, generasi sekarang tidak banyak lagi yang mengetahui makna di balik tato. Nenek-nenek yang kami temui adalah para perempuan generasi terakhir di suku Dayak Merap yang mencoba mengingat kembali pengalaman dan cerita ketika mereka pertama kali ditato.

Tato perempuan Dayak Merap berbentuk kotak-kotak. Ingatan mereka tertuju pada cerita di masa perang. Leluhur mereka berlindung di bukit yang tinggi dari ancaman musuh, sementara itu suku Punan ikut melindungi suku Merap. Salah satu strategi perang untuk menaklukkan musuh adalah dengan menyusun balok-balok kayu dari kecil hingga besar. Pada saat musuh datang, orang-orang Dayak Merap akan menggelindingkan balok-balok kayu itu dari atas bukit sehingga menimpa dan menghajar musuh mereka. Ketika musuh kembali menyerang, mereka melepaskan



Tato bagi Dayak Kenyah, Kayan, Wehea, menandai strata sosial. Dayak Iban menandai tubuhnya sesuai pencapaian hidup. Dayak Siang bermotif tato senter terang untuk menerangi perjalanan menuju ke surga.

Pelestari tato tradisi Dayak Iban lintas generasi. Selama ekspedisi, tim Borneo Tattoo menemukan bahwa hanya suku Dayak Iban yang masih aktif melestarikan tato tradisi mereka.

kembali balok-balok kayu yang berukuran besar.

Tato pada perempuan Suku Dayak Siang, yang menghuni Pegunungan Siang dan merambahi tepian Sungai Barito, dilambangkan sebagai tangga menuju surga. Pemahaman ini membuat pemaknaan tato begitu kuat dengan peran spiritual.

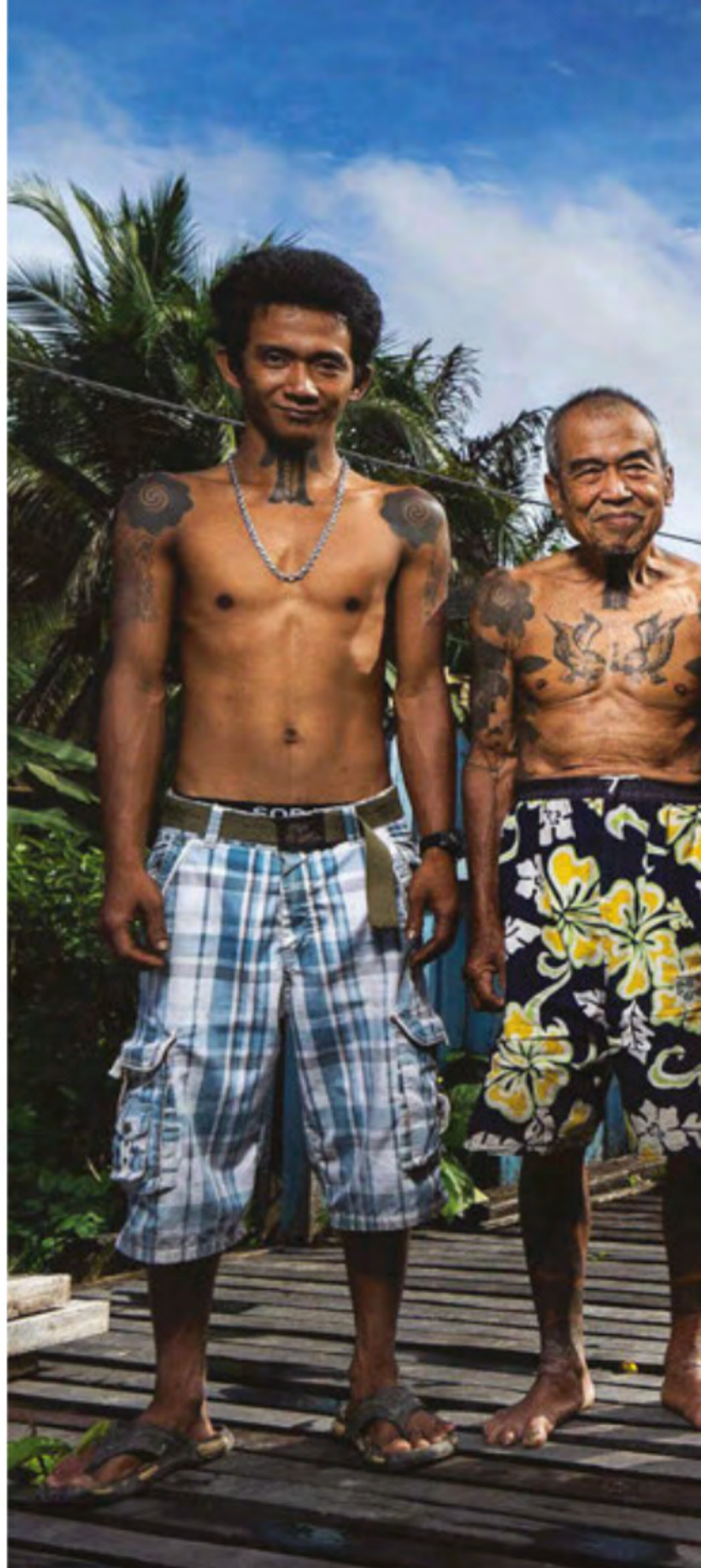
Sementara itu bagi suku Dayak Kenyah, Kayan, Auheng, Bahau, Gaai, dan Long Glat, tato menjadi pembeda strata sosial. Setiap strata sosial hanya boleh menggunakan motif tato tertentu. Keturunan bangsawan dan masyarakat biasa memiliki motif yang berbeda. Masyarakat biasa tidak diperbolehkan menggunakan motif tato bangsawan. Bagi mereka, tato ibarat kartu tanda penduduk yang membedakan antara keturunan bangsawan dan masyarakat jelata.

Tradisi tato ini mulai tidak dijalankan sejak 1950-1980-an. Ada beberapa faktor yang mendorong masyarakat Dayak untuk meninggalkan tradisi ini. Masing-masing faktor itu menjadi pukulan telak untuk kelestarian budaya tato yang sudah dianggap sebagai budaya adiluhung. Lima faktor mendasar yang menyebabkan tradisi tato lebur dalam pusaran zaman, di antaranya sistem pemerintahan, agama, pendidikan, kesehatan, dan modernitas. Misi kami adalah meneliti dan membuat arsip visual agar kita memiliki bukti otentik budaya tato tradisi luhur yang diwariskan turun-temurun dari nenek moyang.

Demikianlah, pada masa lalu, tato memang menjadi kebanggaan bagi masyarakat adat. Namun, seiring perjalanan waktu, pandangan tersebut seolah usang dan tergantikan oleh pemahaman baru pada zaman modern.

Pada sistem pemerintahan, budaya tato mulai dilumpuhkan dengan penetapan peraturan-peraturan pelarangan tato bagi calon pegawai negeri sipil. Dalam sejarah pemerintahan pada masa lampau terjadi gerakan “petrus”—kependekan dari penembakan misterius—bagi orang yang dianggap mengganggu keamanan dan ketertiban negara.

Umumnya, korban petrus adalah para



preman yang memiliki tato di tubuhnya. Berita ini terdengar di beberapa pedalaman wilayah Kalimantan sehingga mendorong beberapa suku yang memiliki budaya tato berpindah tempat tinggal ke arah hulu untuk menghindari penembakan misterius orang-orang bertato.

Suasana seperti ini membuat beberapa suku Dayak tidak lagi berminat untuk melanjutkan budaya tato. Citra tato menjadi kian buruk karena stigma yang dipelihara bahwa penjahat dan kriminal umumnya memiliki tato. Stigma ini disamaratakan, padahal masing-masing individu memiliki tato dengan latar belakang



atau alasan personal yang berbeda-beda. Seperti estetika dan upaya pelestarian asal usul budaya mereka.

Masyarakat merasa kesulitan untuk melestarikan budaya tato ketika akan memasuki ranah pemerintahan, atau menjadi pegawai negeri sipil. Padahal menjadi abdi negara semacam itu menjadi salah satu harapan bagi masyarakat suku Dayak untuk bisa berkontribusi kepada negara dan mendapatkan kehidupan yang stabil. Akibatnya, masyarakat adat tidak lagi ingin bertato seperti kakek dan neneknya karena sedang mempersiapkan diri untuk

mendaftar sebagai pegawai negeri.

Sekitar dekade 1950-an, agama Kristen pertama kali mulai memasuki tanah Kalimantan, tepatnya di wilayah dataran tinggi Krayan, Kalimantan Utara. Mayoritas masyarakatnya adalah Dayak Lundayeh, beberapa Dayak Sa'Ban dan Punan.

Hampir semua masyarakat di wilayah dataran tinggi Krayan memeluk agama Kristen. Menurut mantan kepala Adat Long Bawan, budaya dan adat istiadat di Krayan mulai hilang saat para misionaris dari Portugis memasuki wilayah ini. Mereka membawa misi agama

Bagi masyarakat Dayak Long Pakaq, tato dan telinga panjang sudah menjadi kesatuan. Tato bukan sekadar lambang kecantikan. Perempuan yang bertato pada kaki dan tangannya, serta bertelinga panjang akan dihargai sebagai perempuan seutuhnya.



Tato, yang zaman dahulu menjadi sebuah kebanggaan, kini menjadi sebuah simbol kehinaan.

yang didampingi oleh penerjemah bahasa asli orang Lundayeh. Namun, tampaknya terdapat kesalahpahaman antara apa yang disampaikan misionaris dan sang penerjemah. Misionaris mengajarkan untuk menghilangkan beberapa perkara yang dianggap penyembahan berhala—seperti memuja patung, memercayai burung, menyimpan benda sakral, menyanyikan lagu pemujaan roh, tarian-tarian pemujaan roh, dan lain-lain. Namun, karena keterbatasan sang penerjemah bahasa, akhirnya yang disampaikan adalah “kita harus membuang, menghilangkan, dan melupakan semuanya yang kita sembah sebelum agama Kristen masuk”. Akhirnya, masyarakat berbondong-bondong menuju ke arah sungai untuk membuang semua benda-benda sakral yang mereka simpan. Termasuk juga perlahan-lahan meninggalkan budaya tato, yang akhirnya tidak dilakukan lagi karena masyarakat menganggap bahwa bertato adalah budaya yang dilakukan ketika mereka belum memercayai Kristen.

Sejak saat itu tato dianggap tidak sesuai ajaran agama dan mengandung dosa. Tato, yang zaman dahulu menjadi sebuah kebanggaan, kini menjadi sebuah simbol kehinaan. Perubahan zaman telah membuat nenek-nenek yang bertato merasa malu dengan tato di tubuhnya. Bahkan, beberapa nenek mendapatkan intimidasi oleh lingkungannya sehingga membuat mereka menutupi tatonya dengan memakai pakaian panjang atau menjarangkan diri untuk keluar rumah atau kampung.

Kesehatan juga turut menjadi peran luntarnya budaya tato. Menato identik dengan darah, sakit, dan penyebab infeksi. Para pekerja kesehatan mengimbau untuk tidak membuat tato karena dianggap melukai kulit yang dapat berbahaya untuk kesehatan.

Suku Dayak, pada zaman dahulu, mulai memiliki tato saat memasuki usia remaja. Ketika sistem pendidikan formal memasuki kehidupan tradisional mereka, sekolah tidak mengizinkan pelajar memiliki tato tradisional, meski tato tersebut tato adat.

Bagi perempuan Dayak, tato menjadi standar kecantikan. Namun demikian, seiring berkembangnya masa, kecantikan tidak lagi

dilihat dari tato dan telinga panjang yang mereka miliki. Sistem modern mendikte masyarakat bahwa cantik yang disukai adalah yang berkulit putih dan bersih. Definisi kecantikan yang baru ini membuat para pemilik tato tradisi menganggap dirinya sebagai makhluk kuno dan ketinggalan zaman.

Anak-anak Dayak yang bersekolah ke kota telah menyaksikan sendiri orang-orang kota yang terlihat cantik tanpa tato. Persepsi ini membuat mereka sebagai generasi penerus merasa tato tradisi tidak perlu dilakukan lagi.

Dari kecamuk aspek yang memicu meluntarnya budaya tato, tampaknya masih terdapat suku yang teguh mempertahankan budaya tatonya hingga saat ini. Kami menjumpai generasi muda suku Dayak Iban yang masih menjaga dan ahli waris tradisi tato dari para leluhur mereka.

Saya tergerak untuk membangun Nusantara Documentary, sebuah pergerakan yang diinisiasi oleh semangat muda untuk berdedikasi membuat karya melalui pengarsipan visual budaya dan kearifan lokal. Salah satu pencapaian yang telah kami lakukan sejak 2016-2021 adalah Ekspedisi Borneo Tattoo. Proyek idealis ini berangkat dari kegelisahan akan hilangnya budaya tato tradisional warisan leluhur suku Dayak di penjuru Kalimantan.

Sebelum budaya ini hilang akibat satu persatu pelestari tato telah meninggal, kami berupaya agar kekayaan budaya Indonesia ini tersipkan dalam bentuk buku foto dan film dokumenter. Kami berharap, kelak upaya ini dapat menjadi bukti otentik kebudayaan tato yang adiluhung, selain sebagai aset budaya untuk bangsa. Salah satu misi yang menjadi prioritas kami saat ini adalah keinginan untuk mendistribusikan buku foto dan film dokumenter kepada warga desa secara gratis. Saya berharap karya visual ini dapat dipelajari oleh generasi penerus kita.

Ini seperti titah yang diturunkan semesta agar kami bisa berjalan untuk mengarsipkan secara visual, alam dan budaya di pelosok Indonesia. □

Bonfilio Yosafat Hartono Fotografer dokumenter, pendiri Borneo Tattoo dan Nusantara Documentary yang bertujuan mengarsipkan aspek visual tentang budaya dan alam Indonesia.

TELINGA PANJANG

KERESAHAN YANG TAK TERUNGKAPKAN

PUPUSNYA DEFINISI KECANTIKAN WANITA DAYAK YANG MENGIRINGI AMBLASNYA HUTAN-HUTAN KALIMANTAN.

CERITA DAN FOTO OLEH **ATI BACHTIAR**

YEQ LAWING MASIH BERTAHAN dengan 37 pasang anting di telinganya yang hampir menyentuh bahu. Selain bagian definisi kecantikan perempuan Dayak selama ratusan tahun, tradisi ini merupakan amanat dari ibunya. “Sudah menjadi tradisi kami sebagai orang Dayak bertelinga panjang,” ujarnya.

Saya perlu waktu tiga hari dari Kota Samarinda untuk mencapai desanya, setelah mencecapi sungai dengan riam-riam berbahaya. Lawing dari suku Dayak Bahau. Lahir pada 71 tahun silam di Desa Long Isun, Kecamatan Long Pahangai, Kabupaten Mahakam Hulu.

Saat usia tiga tahun, Lawing memulai tradisi telinga panjang. Ibunya telah membuat lubang kecil di cuping telinganya dengan sembilu yang runcingkan. Di lubang kecil itu disematkan sejenis kayu bambu yang dapat membesar jika terkena tetesan air. Saat lubang di telinganya mulai membesar, anting-anting kecil digantungkan di cuping telinganya.

Seiring dengan bertambahnya usia, anting-antingnya pun bertambah, baik ukuran maupun jumlah. Sesekali kedua cuping telinganya ditarik dengan benang yang dihubungkan satu sama lain. Atau diurut dengan tangan dan ditoreh dengan pisau sehingga lubang membesar.

Saya berekspedisi budaya dari Samarinda menyusur Sungai Mahakam hingga Desa Long Apari di perbatasan Malaysia. Lalu dari Samarinda ke Kabupaten Kutai Timur dan Berau. Dari 85 wanita bertelinga panjang yang pernah saya dokumentasikan selama lima tahun terakhir, 12 orang telah wafat.

Saya berkesempatan bertemu dan mengenal lebih dalam generasi terakhir wanita-wanita bertelinga panjang. Salah satunya adalah Pejelau Usat, yang tinggal di Desa Datah Bilang, Kutai Barat. Dia dari Dayak Kenyah Bakung, yang telinganya mulai dibuat panjang oleh ibunya saat usia delapan tahun. Tidak ada kriteria usia kapan mereka memulai memanjangkan telinga. Pastinya, saat belia. Namun, tidak semua suku Dayak bertradisi memanjangkan telinga.

Pada dekade 1970-an, para pelaku budaya telinga panjang mulai menghentikan pewarisan budaya telinga panjang kepada keturunannya. Wanita yang telah bertelinga panjang memulai gerakan memotong telinga mereka. Menurut keterangan Ledjie Be, Kepala Adat suku Wehea di Bea Nehas, Kutai Timur, pada 1970-an sebanyak 75 persen wanita di desanya bertelinga panjang. Namun, kini hanya tersisa lima nenek bertelinga panjang. Salah satunya, nenek keturunan bangsawan yang telah berusia lebih dari 100 tahun. Bernama Dom Tot.

Fotonya terpajang di alun-alun desa. Sepasang anting perak menghiasi cuping telinganya yang hampir menyentuh dada. Tangan dan kakinya pun dihiasi rajah. Dia berperan dalam pengobatan tradisional dan spiritual yang berkaitan dengan leluhur. Wanita terhormat merupakan sosok pemimpin bagi masyarakat Wehea.

Long Tekwan dari suku Dayak Bahau, dengan telinga panjang dan puluhan anting yang hampir menyentuh dadanya. Dia membersihkan antingnya setiap hari. Simbol kecantikan ini umumnya tidak pernah dilepas.



Kecantikan wanita Dayak tidak hanya dinilai dari paras, telinga panjang, rajah tubuh, dan gigi hitamnya. Akan tetapi juga kemampuan merajut manik, menganyam rotan, hingga menenun kain. Mereka bertugas dalam mengurus keluarga, merawat ternak dan kebun.

Sebagian dari mereka punya keahlian menari dan bermain musik untuk upacara perkawinan, pemberian nama adat, dan permulaan tanam padi. Karena wanita dianggap mampu berkomunikasi dengan caranya yang halus, ia berperan khusus dalam perkara spiritual. Mereka yang bertugas sebagai perantara para Dewa, memiliki sebutan *dayuung*.

Kita belum mengetahui secara pasti, sejak kapan para wanita Dayak memanjangkan telinga mereka? Dari mana asal sejatinya budaya itu?

Sebuah patung kayu Hampatong bertelinga panjang setinggi 50 sentimeter tersimpan di Museum Nasional, Jakarta Pusat. Kemungkinan patung itu dibuat pada abad ke-16. Sosoknya menggambarkan peradaban suku-suku Dayak pada masa itu. Sementara itu beberapa relief yang terpahat pada Candi Borobudur dan Prambanan di Jawa Tengah, yang dibangun pada abad ke-8, menggambarkan juga sosok manusia bertelinga panjang dengan berbagai aktivitas.

Gerakan warga Wehea untuk memotong telinga—yang menghentikan budaya telinga panjang—bermula saat mereka membuka diri dalam proyek lahan hutan untuk pertambangan dan perkebunan sawit. Pada 1972, interaksi warga terjadi dengan para pendatang yang memperkenalkan dunia yang lebih modern.

Persoalan itu juga mendera suku Kenyah dan Kayan asal Apokayan. Mereka bermigrasi besar-besaran dengan cara menembus hutan dan menyusur Sungai Mahakam menuju pesisir. Tujuannya, mendekati fasilitas pendidikan dan kesehatan yang disediakan pemerintah. Interaksi dengan kaum pesisir menimbulkan stigma: Bertelinga panjang dan rajah tubuh menjadi penampilan yang ketinggalan zaman.

Pagelam, 65 tahun, wanita Dayak Kenyah Bakung bercerita kepada saya. Setelah bermigrasi dari Apokayan, tibalah dia di Samarinda. Pagelam menjadi tontonan banyak orang, dikuntit anak-anak, dan dicemooh sebagai orang Dayak pemakan orang. Akibat perlakuan itu dia memutuskan untuk memotong telinganya di sebuah rumah sakit di Samarinda.

Sengiru Lasan, Kepala Adat suku Aoheng di Desa Long Apari, mempunyai anak yang

Christina Ping Asun dan Long Tekwan sedang mengunyah pinang sirih, tradisi Austronesia. Sebagai bahasa pergaulan, pinang sirih selalu hadir dalam suguhan saat mengobrol (kanan). Yeq Lawing sedang mandi di sungai (bawah). Sungai bagi suku Dayak adalah kehidupan, sehingga setiap kampung dibangun di dekat aliran sungai.



akan melanjutkan pendidikan ke Samarinda. Sayangnya, lingkungan sosial tidak bisa menerima keunikannya. Sindiran dan cemooh yang ditujukan kepada gadis itu berujung perkelahian. Akhirnya, dia menyerah, dan menutup identitas diri sebagai suku Dayak bertelinga panjang.

Ketika deforestasi meninggi di Kalimantan, warga Dayak Bahau masih menyisakan lahan seluas 80 hektare. Yeq Lawing tidak hanya berperan dalam menjaga ritual di desanya. Nenek ini juga tampil sebagai pejuang yang mempertahankan hutan adatnya. Kini dia tengah memperjuangkan legalitas hutan adat dari pemerintah. Dia berprinsip, saat telinga panjang dan rajahnya menghilang, raib pula jutaan hektar hutan. □

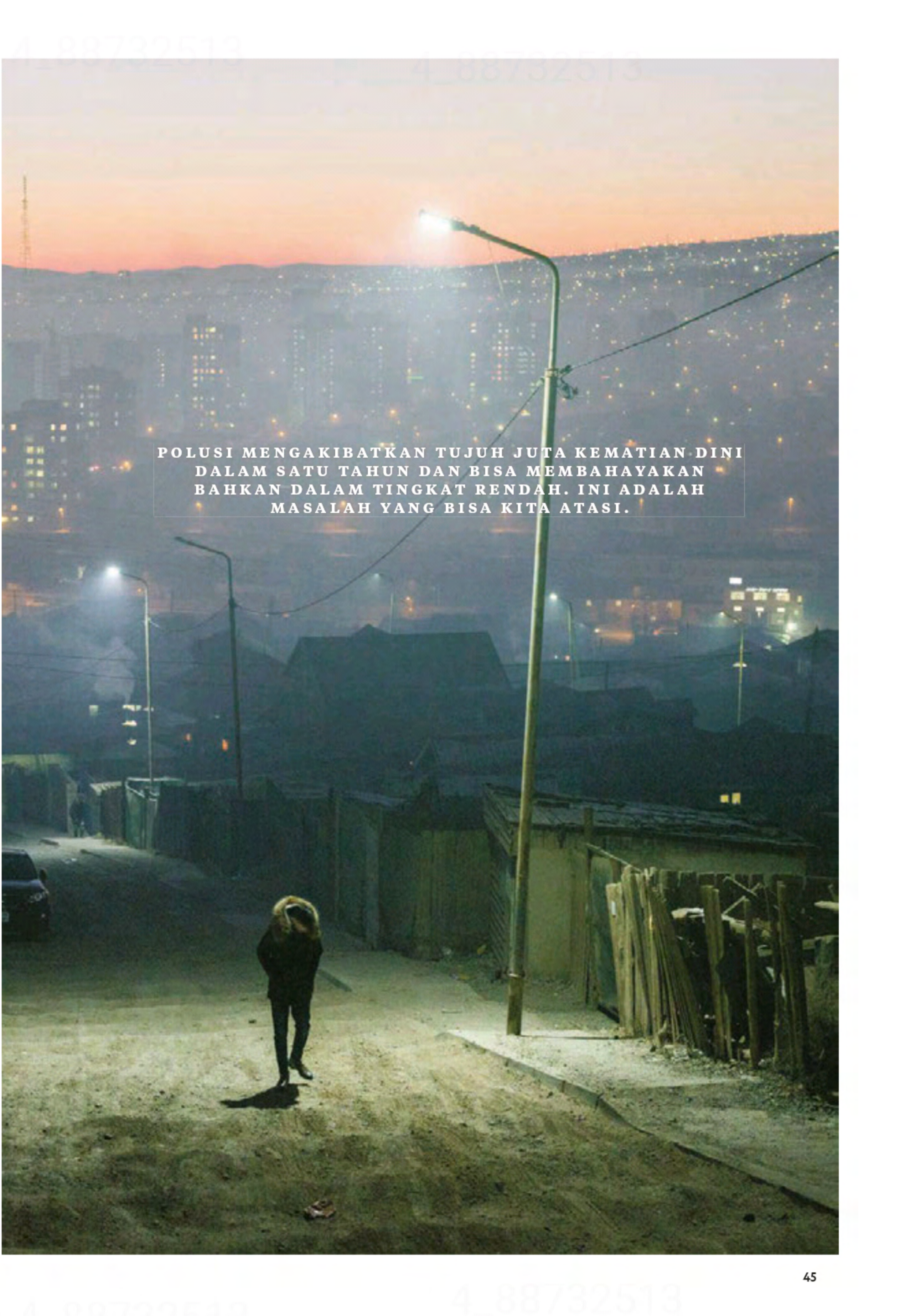
Ati Bachtiar Fotografer yang meneliti kehidupan perempuan Dayak. Buku fotonya bertajuk *Telinga Panjang, Mengungkap yang Tersembunyi* (2016) dan *Jejak Langkah Telinga Panjang* (2019).





UDARA KOTOR NAN MEMATIKAN

OLEH BETH GARDINER
FOTO OLEH MATTHIEU PALEY

A photograph showing a person standing in a narrow, unpaved alleyway in a slum at night. The person is wearing a dark jacket and a hat. The background features a dense residential area with many small, simple buildings. In the distance, a city skyline is visible under a dark sky, with numerous lights from buildings and streetlights. A tall streetlight pole is prominent in the foreground, casting a glow on the ground. The overall atmosphere is one of poverty and urban decay.

**POLUSI MENGAKIBATKAN TUJUH JUTA KEMATIAN DINI
DALAM SATU TAHUN DAN BISA MEMBAHAYAKAN
BAHKAN DALAM TINGKAT RENDAH. INI ADALAH
MASALAH YANG BISA KITA ATASI.**



Anak perempuan berusia dua tahun dirawat di rumah sakit khusus pneumonia dan penyakit paru-paru di Ulanbator, Mongolia. Di dahinya ada noda batu bara yang dioleskan sang ibu guna mengusir roh jahat. Namun, pembakaran batu bara ialah alasan polusi udara di sini termasuk yang terburuk di dunia. Setiap

musim dingin, masalah pernapasan terutama anak-anak, melampaui kapasitas rumah sakit.

FOTO SEBELUMNYA

Lingkungan Dari Ekh di Ulanbator disesaki migran pedesaan, penggembala nomaden yang mencari pendidikan dan pekerjaan. Mereka tinggal

di rumah sederhana atau tenda bundar gers. Dengan listrik tak memadai atau tak ada sama sekali, mereka membakar batu bara agar hangat. Anak-anak di ibu kota memiliki fungsi paru-paru 40 persen lebih rendah daripada anak-anak pedesaan—tanda bahaya masalah kesehatan jangka panjang.



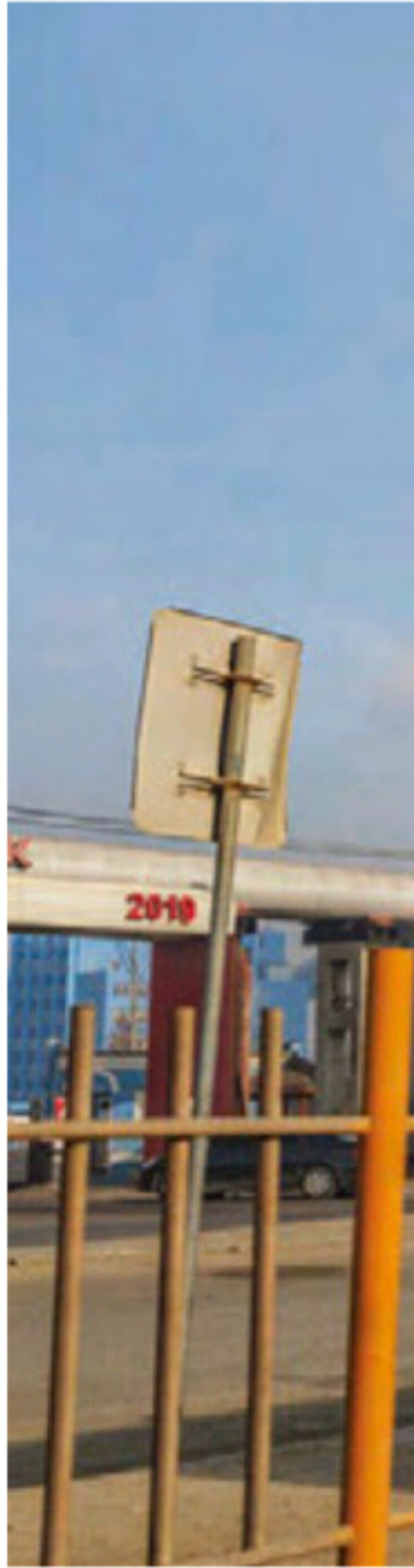
RS

SAAT COVID-19 mulai menjalar dengan cepat di bumi, Francesca Dominici menduga polusi udara meningkatkan jumlah kematian. Orang-orang di tempat yang berpolusi lebih cenderung mengidap penyakit kronis, dan pasien seperti itu adalah yang paling rentan terhadap COVID-19. Terlebih lagi, polusi udara bisa melemahkan sistem imun dan membuat saluran udara mengalami inflamasi, membuat tubuh menjadi kurang mampu melawan virus saluran pernapasan itu.

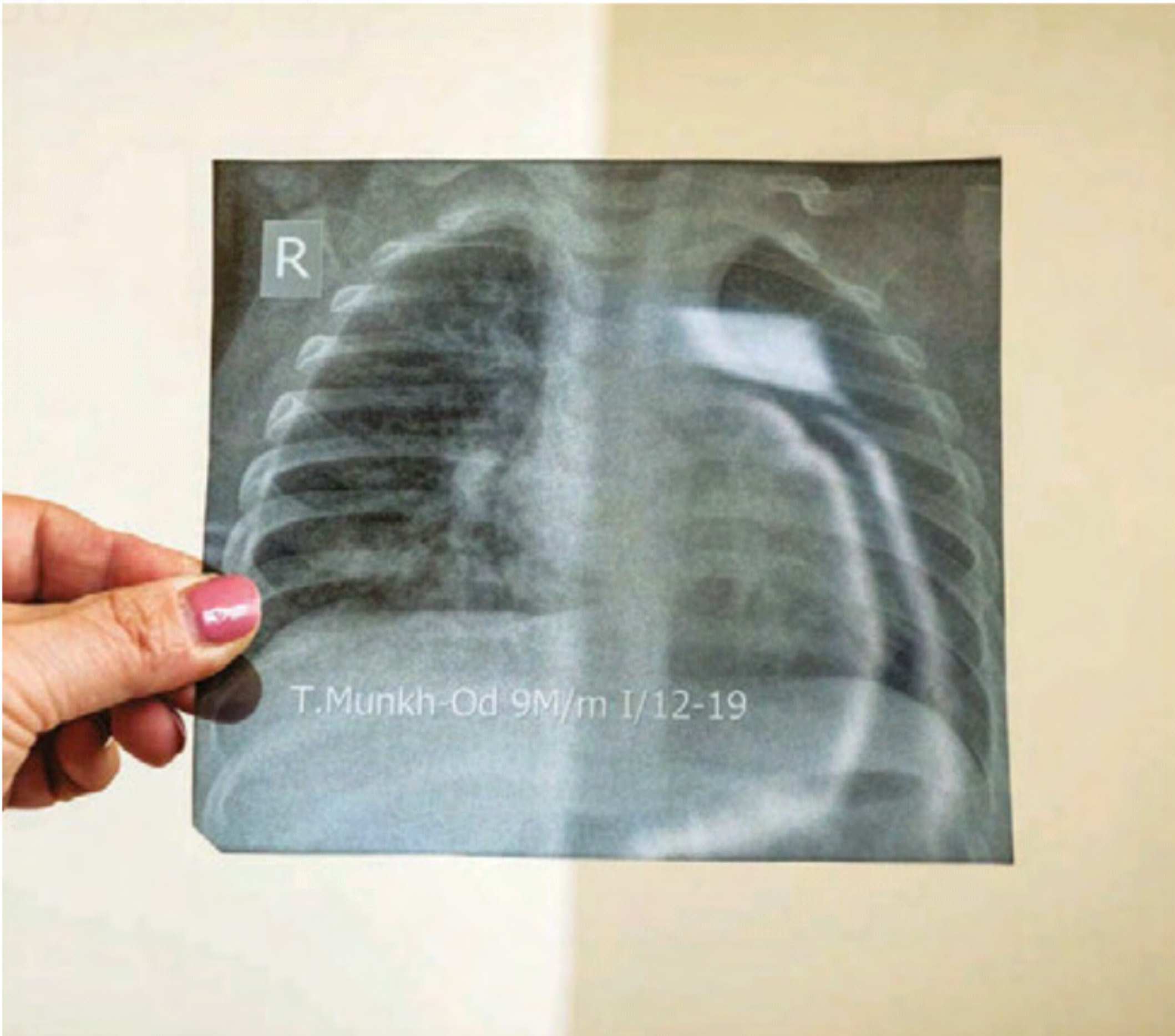
Dominici, seorang profesor biostatistik di Harvard, terutama memiliki peralatan yang mumpuni untuk mengujinya. Ia dan para koleganya telah menghabiskan bertahun-tahun menciptakan platform data yang luar biasa, yang membandingkan informasi kesehatan puluhan juta orang Amerika dengan ikhtisar hari per hari berdasarkan udara yang telah mereka hirup sejak tahun 2000. Dominici menjelaskannya ke saya akhir musim panas silam dalam panggilan video

Setiap tahun, ia membeli informasi yang amat mendetail (namun tak bernama) dari masing-masing orang berkebangsaan Amerika yang telah berumur, yang jumlahnya sekitar 60 juta. Dipimpin oleh Dominici dan ahli epidemiologi Harvard, Joel Schwartz, pertama-tama puluhan ilmuwan membagi Amerika Serikat ke dalam kisi-kisi dengan lebar satu kilometer persegi. Kemudian mereka melatih sebuah program pembelajaran mesin untuk menghitung tingkat

4_88732513



4_88732513



4_88732513

4_88732513



DI ULANBATOR, BATU BARA DAN KONSEKUENSINYA ADA DI MANAPUN.

KIRI ATAS

Seorang pria menyapu lantai di pabrik pemrosesan batu bara, tempat batu bara mentah dibuat menjadi briket untuk tungku rumahan.

KANAN ATAS

Pembangkit listrik tenaga batu bara seperti ini adalah sumber polusi lainnya—ancaman bagi kesehatan dan iklim.

KIRI BAWAH

Rontgen dada seorang anak kecil di sebuah rumah sakit di Ulanbator ditinjau untuk tanda-tanda pneumonia. Polusi merupakan faktor risiko bagi penyakit tersebut.

KANAN BAWAH

Seorang aktivis berdiri di Sühbaatar Square, di luar gedung parlemen. Pemerintah Mongolia tidak berbuat banyak untuk mengembangkan energi bersih.



4_88732513

4_88722513

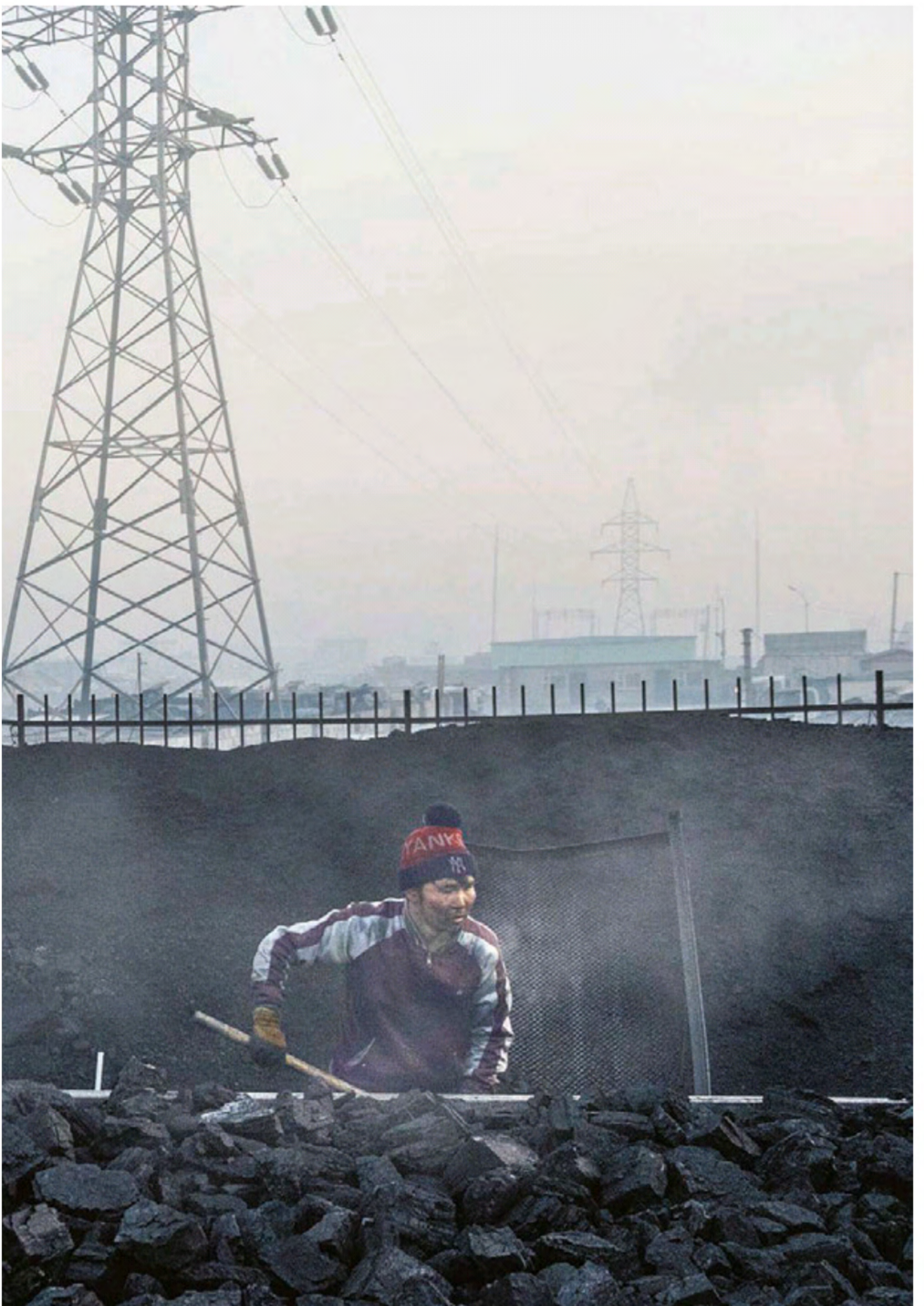


Seorang penjaja menyekopkan batu bara mentah. Dulunya ini adalah pemandangan umum di sepanjang jalan di Ulanbator. Satu keluarga bisa dengan mudah membakar tiga ton batu bara setiap musim dingin. Kini pemerintah melarang batu bara mentah, digantikan oleh briket—namun polusi udara tetap memiliki bahaya yang tinggi.

4_88732513

4_88732513

4_88732513



4_88732513

polutan sehari-hari, selama 17 tahun, di dalam setiap kotak tersebut.

Dengan kedua data harta karun tersebut, Dominici dan para koleganya mampu untuk pertama kalinya, mempelajari dampak polusi udara di setiap penjuru AS. Hal itu membawa mereka ke beberapa kesimpulan yang meresahkan. Dalam sebuah studi pada 2017, mereka menemukan bahwa bahkan di tempat-tempat yang udaranya memenuhi standar nasional, polusi terkait pada tingkat kematian yang lebih tinggi. Itu artinya “standar itu tidaklah aman,” jelas Dominic.

Dua tahun kemudian, tim itu melaporkan

Secara global, menurut WHO, polusi udara menyebabkan sekitar tujuh juta kematian prematur setahun. (Beberapa penelitian menyatakan bahwa jumlah kematian akibat polusi bahkan lebih tinggi daripada perkiraan WHO tersebut). Mayoritas kematian itu disebabkan oleh polusi udara luar ruangan; sisanya disebabkan oleh asap dari kompor masak di dalam ruangan. Sebagian besar kematian terjadi di negara-negara berkembang—Tiongkok dan India saja jumlahnya mencapai sekitar setengahnya—tetapi, polusi udara tetap menjadi pembunuh yang signifikan bahkan di negara-negara maju pula. Bank Dunia memperkirakan

TINGKAT KEMATIAN AKIBAT VIRUS LEBIH TINGGI DI TEMPAT-TEMPAT DENGAN POLUSI PARTIKEL PALING BANYAK.

bahwa perawatan di rumah sakit bagi sejumlah besar penyakit—meningkat setiap kali polusi membubung. Penemuan itu menambahkan segunung bukti yang menampilkan bahaya PM_{2,5}, atau materi partikulat yang lebih kecil dari 2,5 mikrometer, kira-kira sepertigapuluh lebar rambut manusia. Beberapa partikel itu—dari jelaga, contohnya—bisa masuk ke aliran darah. Para ilmuwan telah menemukannya, termasuk bahkan partikel “ultrahalus” yang lebih kecil, di jantung, otak, dan plasenta.

Saat pandemi melanda, Dominici dan timnya dengan cepat memutuskan untuk merujuk silang data kualitas udara dalam lingkup negara, dengan tabulasi kematian akibat COVID-19 *county* demi *county*. Seperti yang telah diperkirakan, tingkat kematian akibat virus lebih tinggi di tempat-tempat dengan PM_{2,5} yang lebih tinggi. Di seluruh dunia, tim itu melaporkan pada Desember, bahwa polusi partikel menyebabkan 15 persen kematian akibat COVID-19. Di negara-negara Asia Timur yang berpolusi buruk, jumlahnya mencapai 27 persen.

Penemuan ini menjadi tajuk utama. “Bagi saya, itu tidak mengejutkan sama sekali,” ujar Dominici. “Itu benar-benar masuk akal.” Ia sudah memahami apa yang banyak orang tidak paham—bahwa udara kotor mengakhiri jauh lebih banyak nyawa, dan dengan keteraturan yang jauh lebih besar, dibandingkan dengan virus corona yang baru.

biaya ekonomi global lebih dari lima triliun dolar setiap tahun.

Di Amerika Serikat, 50 tahun setelah Kongres mengakui Undang-undang Udara Bersih, lebih dari 45 persen orang Amerika masih menghirup udara yang tidak sehat, menurut American Lung Association. Hal tersebut masih menyebabkan lebih dari 60.000 kematian prematur setiap tahunnya—belum menghitung ribuan lainnya yang wafat karena hal itu membuat mereka lebih rentan terhadap COVID-19. Polusi adalah pembunuh tersembunyi; polusi tidak tercatat di dalam sertifikat kematian. Mungkin tahun ini, kata Dominici saat kami berbincang, persinggungannya dengan ancaman baru yang menakutkan—virus yang meradang dan kebakaran hutan—akan membantu kita mengenali kerusakan yang telah dilakukannya selama ini.

INTI DARI POLUSI UDARA YANG KEJAM paling tepat ditetapkan oleh proyek penting pada 1993 yang dikenal sebagai studi “*Six Cities*”. Orang-orang di enam kota kecil Amerika yang paling tercemar yang dianalisis oleh para peneliti Harvard, 26 persen lebih mungkin meninggal sebelum waktunya dibandingkan dengan mereka yang tinggal di kota terbersih dari enam kota itu. Polusi mengambil sekitar dua tahun dari masa hidup mereka.

“Itu sangat, sangat mengejutkan. Dan kenyataannya itu adalah efek yang amat besar, kami tidak memercayainya,” penulis utama Douglas Dockery, yang kini telah pensiun, memberi tahu saya. Namun kumpulan data jangka panjang lainnya segera mengonfirmasi hal tersebut.

Sejak saat itu, penelitian lebih lanjut telah mengungkap dua kebenaran yang lebih penting terkait polusi udara: Ini berbahaya pada tingkat yang jauh lebih rendah daripada yang diperkirakan, dan dalam banyak hal lainnya. Variasi yang banyak itu mencengangkan Dean Schraufnagel, seorang profesor kedokteran

Di tempat lain di dunia, udara jauh lebih parah. Fotografer Matthieu Paley dan saya mengunjungi Ulanbator, Mongolia, salah satu ibu kota paling terpolusi di dunia—terutama di musim dingin yang menyiksa, ketika batu bara menjadi alat untuk menyintas. Batu bara dibakar berton-ton di pembangkit listrik kota dan sekantong penuh di *gers* (*yurt* Mongolia) yang menampung migran papa dari pedesaan.

“Saya tak tahu lagi seperti apa suara paru-paru yang sehat,” kata Ganjargal Demberel, dokter yang mengunjungi rumah-rumah di salah satu lingkungan seperti itu. “Semua orang menderita bronkitis terutama selama musim dingin.”

DI SELURUH DUNIA, POLUSI PARTIKEL MENYUMBANG 15 PERSEN KEMATIAN COVID-19.

paru di University of Illinois di Chicago, ketika dia memimpin sebuah panel pada 2018 yang meninjau dan meringkas penelitian selama puluhan tahun.

Udara kotor, komite itu melaporkan, memengaruhi hampir semua sistem esensial tubuh. Ini bisa menyebabkan sekitar 20 persen dari semua kematian akibat stroke dan penyakit arteri koroner, memicu serangan jantung dan aritmia, gagal jantung kongestif dan tekanan darah tinggi. Ini terkait dengan kanker paru-paru, kandung kemih, usus besar, ginjal, dan perut, serta leukemia pada masa kanak-kanak. Udara kotor membahayakan perkembangan kognitif anak-anak dan meningkatkan risiko orang tua terkena efek demensia atau menderita akibat penyakit Parkinson. Ini dipercaya terkait dengan diabetes, obesitas, osteoporosis, penurunan kesuburan, keguguran, —daftarnya terus berlanjut.

“Cakupan luasnya, paling mengejutkan,” kata Schraufnagel.

Ada sisi lain yang lebih penuh harapan: Udara yang lebih bersih membawa kesehatan yang lebih baik. Sejak Clean Air Act—Undang-undang Udara Bersih pada 1970, penurunan polusi 77 persen memperpanjang hidup jutaan orang Amerika. Amandemen terhadap UU tersebut pada 1990 mencegah 230.000 kematian pada 2020 saja, menurut perkiraan EPA (Environmental Protection Agency).

Bahkan orang Eropa yang lingkungan hidupnya mengarah ke kemajuan, hidup dengan polusi yang jauh lebih buruk daripada yang dialami orang Amerika. Di Eropa bagian timur dan tengah, asap batu bara yang merusak kesehatan dan iklim masih membubung dari cerobong asap rumah dan pembangkit listrik. Di London, tempat saya tinggal selama 20 tahun, asap batu bara pernah menyelimuti kota. Namun untungnya, hari-hari tersebut telah lama berakhir jauh sebelum saya tiba. Alih-alih, negara dan tetangga benuanya kini menderita akibat bahan bakar beracun lainnya: solar.

Lebih kotor dari bensin, solar sudah lama populer di Eropa karena menawarkan jarak tempuh sedikit lebih baik bagi kendaraan. Saya merasakan perbedaannya setiap kali saya kembali ke New York dan menghirup udara yang terasa lebih bersih daripada di London. Kembali ke Inggris, saya khawatir akan apa yang mungkin dilakukan asap terhadap anak remaja perempuan saya, yang paru-parunya masih bertumbuh dan rentan.

Akar dari masalah kualitas udara Eropa tak hanya bahan bakar tertentu, tetapi juga kegagalan politik dan peraturan. Pada 2015, publik mempelajari bahwa Volkswagen telah memprogram 11 juta mobil diesel dengan perangkat lunak yang mengaktifkan pengendalian polusi selama pengujian, tetapi setelah itu terus dimatikan. Eropa, telah

mengizinkan 51 juta mobil dan *van* (dari berbagai produsen) untuk tetap berada di jalan dengan emisi nitrogen dioksida tiga kali atau lebih dari batas, menurut kelompok advokasi Transport & Environment. Sebuah penelitian menemukan, bahwa solusi yang berlebih itu menyebabkan hampir 7.000 kematian dini setiap tahun.

Alih-alih memaksa produsen membuat mobil sesuai dengan peraturan, sebagian besar Eropa menyerahkan ke kota-kota untuk mengatasi masalah tersebut. Di seluruh benua, pemerintah daerah melarang kendaraan paling kotor atau menghukum pemiliknya. Dan ada tanda-tanda bahwa tindakan seperti itu membuat pengemudi menjauh dari diesel—tetapi upaya tambal sulam ini tidak seefektif tindakan di tingkat yang lebih tinggi.

Asap kayu dari perapian atau kompor, yang dipenuhi dengan PM_{2,5}, adalah masalah yang terus berkembang. Kuncitara tahun lalu memberi para ilmuwan kesempatan tak terduga untuk melihat apa yang terjadi saat beberapa sumber polusi berhenti sementara. Kala virus melanda Italia bagian utara pada musim semi, Valentina Bosetti dan Massimo Tavoni, pasangan ahli ekonomi di RFF-CMCC European Institute on Economics and the Environment di Milan, terjebak di rumah.

“Pada titik tertentu kami berpikir, *OK*, data ini ada,” kata Bosetti kepada saya.

Meskipun transportasi dan industri dihentikan, pasangan itu menemukan bahwa kualitas udara tidak meningkat sebanyak yang diperkirakan banyak penduduk setempat. Koran mengatakan, Langit biru, semuanya sempurna, kata Bosetti. “Tidak juga.” Pada monitor yang jauh dari jalan raya atau pabrik, tingkat PM_{2,5} turun hanya 16 persen, nitrogen dioksida hanya 33 persen. Satu sektor besar, ternyata, masih menyebabkan polusi, saat orang-orang tinggal di rumah: pertanian.

Pertanian industri modern adalah pencemar utama. Satu studi menempatkan pertanian sebagai sumber PM_{2,5} tunggal terbesar di Eropa, AS bagian timur, Rusia, dan Asia Timur. Pupuk kandang dalam jumlah besar, layaknya pupuk kimia, mengeluarkan amonia, yang bereaksi dengan polutan lain di udara untuk menciptakan partikel-partikel kecil. Bosetti berharap demonstrasi nyata di dunia nyata dapat membantu membangkitkan kemauan politik untuk mengambil tindakan.

TIONGKOK TETAP MEMIMPIN di dunia, dalam kematian akibat polusi udara. Namun negara itu telah membuat langkah besar akhir-akhir ini dalam membersihkan langit—

sedangkan tanggapan India sebagian besar tidak efektif. Kota-kota di India menempati sembilan dari 10 tempat teratas dalam basis data WHO untuk tingkat PM_{2,5}. Korban manusianya sangat mengerikan: hampir 1,7 juta kematian dini di India setiap tahun.

Polusi India membubung dari berbagai sumber yang memusingkan. Kebakaran sampah membara di jalan-jalan tempat sampah tidak diangkut. Seringnya pemadaman listrik berarti generator diesel biasa digunakan. Penduduk desa dan tunawisma kota membakar kayu, kotoran, dan bahkan plastik untuk memasak dan menghangatkan diri. Setiap musim gugur, para petani membakar ladang untuk membersihkannya setelah panen.

“Itu seperti tinggal di ruang gas,” kata penulis dan aktivis Delhi Jyoti Pande Lavakare kepada saya. Di bulan-bulan terburuk, setiap kali dia pergi keluar, “Saya sakit kepala karena polusi. Putriku juga; dia kadang merasa mual. Matamu akan berair.” Orang-orang Amerika merasakan sekilas polusi khas Delhi musim gugur yang lalu, ketika bagian Barat diliputi oleh asap api.



Di London, Ella Roberta Adoo Kissi-Debrah (atas) tinggal di dekat jalan raya yang sibuk, dengan diesel ialah sumber polusi utama. Ella menderita asma parah dan sering dirawat saat lonjakan polusi. Dia meninggal pada 2013 (9 tahun). “Saya rindu ia menyentuh wajah saya,”

kata ibu Ella, Rosamund (kanan). Mantan guru, kini aktivis, ia berjuang bertahun-tahun meningkatkan kesadaran akan polusi udara dengan menambahkannya pada sertifikat kematian Ella. Desember silam, petugas koroner mengabulkannya.

HOLLIE ADAMS, GETTY IMAGES (ATAS)
SERENA BROWN (KANAN)



4_88732512

4_88732513

4_88732513

Cecilia Persavento
(kanan), seorang teknisi
riset di ISGlobal di
Barcelona, Spanyol,
mempersiapkan bayi
dari Nuria Echevarria
untuk pemindaian otak.
Ini bagian dari studi
tentang apakah paparan
terhadap udara terpolusi
dalam kehamilan,
memengaruhi
perkembangan otak.
Hal ini diketahui
meningkatkan risiko
cacat lahir dan leukemia
masa kanak-kanak.



4_88732513



4_88732513

4_88732513

CARA AS MEMEBERSIHKAN UDARA

PADA 50 TAHUN SILAM CLEAN AIR ACT DIBUNTUTI OLEH SAINS—DAN MENJADI MODEL BAGI DUNIA.

PENDUDUK YANG TELAH lama meninggalkan Los Angeles mengingat hari-hari saat pegunungan di sekitar kota tak tampak.

Tidak hanya California bagian utara. Berkat Undang-undang Udara Bersih pada 1970, udara di seluruh Amerika Serikat menjadi 77 persen lebih bersih—meskipun populasi, ekonomi, dan jumlah mobil di jalanan bertambah. Peningkatan itu memperpanjang jutaan nyawa serta menghemat triliunan dolar.

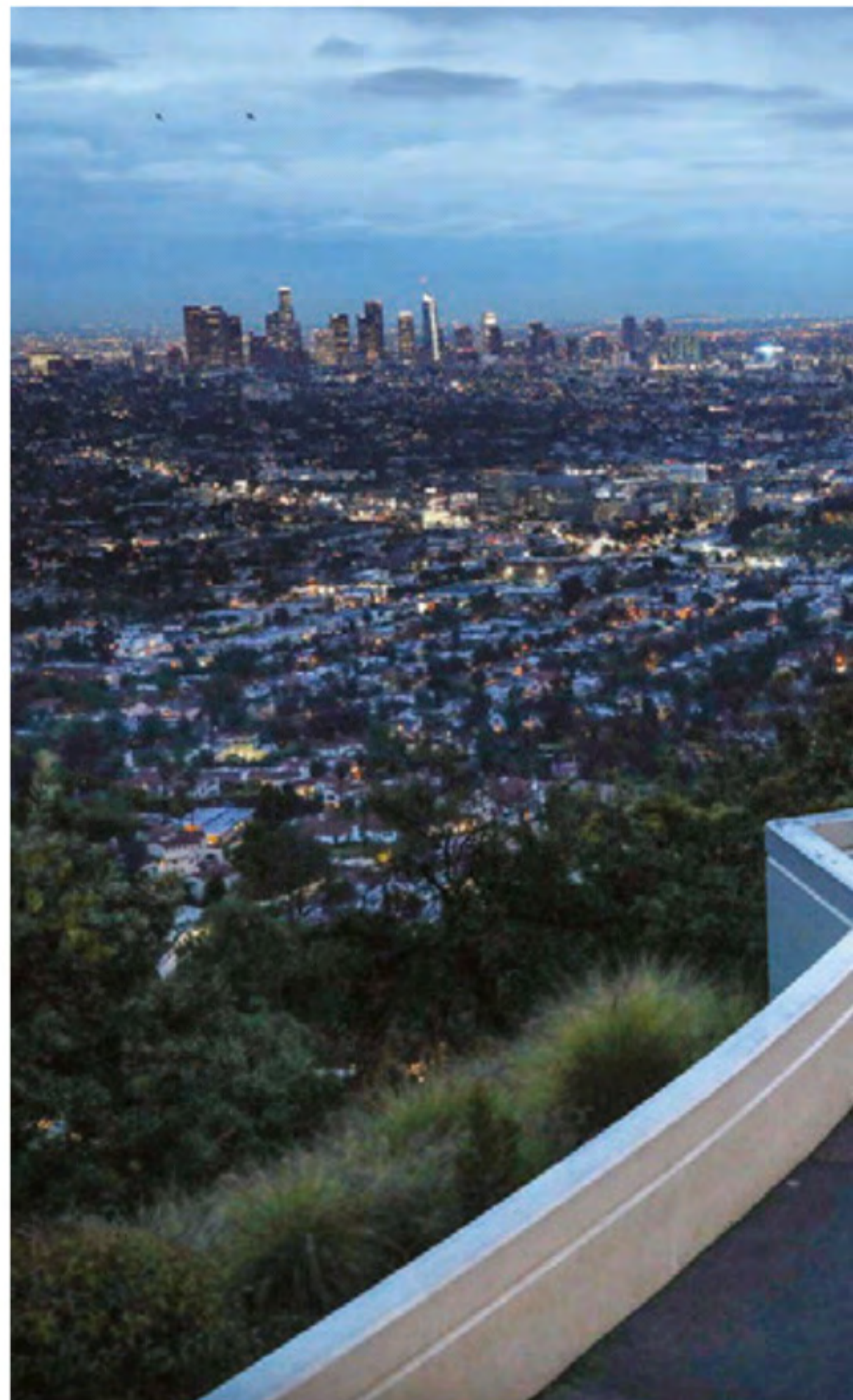
UU itu merupakan pencapaian bipartisan, memenangkan persetujuan senat dengan suara bulat, meloloskan Dewan Perwakilan Rakyat dengan hanya satu suara “tidak”.

Keberhasilannya berasal dari fokusnya pada bukti ilmiah, akuntabilitas, dan keambisiannya pada tujuan berbasis kesehatan.

“UU Udara Bersih tetap menjadi UU kesehatan masyarakat paling kuat yang diberlakukan pada abad ke-20 di Amerika Serikat,” ujar Paul Billings dari American Lung Association.

Beberapa persyaratannya adalah ketentuan bahwa pembuat mobil mengurangi polusi knalpot hingga 90 persen. Mobil masa kini 99 persen lebih bersih daripada model sebelum 1970. Dan semuanya dicapai dengan harga murah: Peneliti memperkirakan, manfaat dari hukum ini secara keseluruhan ialah lebih dari 40 kali lebih besar, dibandingkan biayanya. Ini pengingat betapa kita mampu membersihkan polusi, dan memecahkan masalah yang tampaknya sulit diselesaikan, saat pemimpin politik siap bertindak berdasarkan bukti ilmiah.

Namun ini tetap merupakan pekerjaan yang sedang berjalan, ujar Mustafa Santiago Ali, wakil presiden National Wildlife Federation: “Saya harap kita akan sampai pada suatu titik dalam sejarah kita, dalam waktu dekat, di mana kita tak hanya memahami nilai [tindakan], tapi bersedia melakukan kerja keras untuk meningkatkannya.” —BETH GARDINER



ATAS

Dari Griffith Observatory, kini Anda bisa mendapatkan pemandangan cakrawala Los Angeles yang jernih—ilustrasi dramatis betapa bersihnya udara kota. Tetapi itu masih menjadi salah satu tempat terkotornya negara tersebut.

MARIO TAMA, GETTY IMAGES

KANAN

Asbut membubung di atas Los Angeles pada 1957. Udara di California bagian selatan amat tak menyehatkan. Anak-anak kerap tinggal di rumah. Langit sering bersinar jingga. Lalu lintas ialah bagian besar masalah ini—hingga kini.

UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA/GETTY IMAGES

BAGAIMANA ANDA BISA MEMBANTU

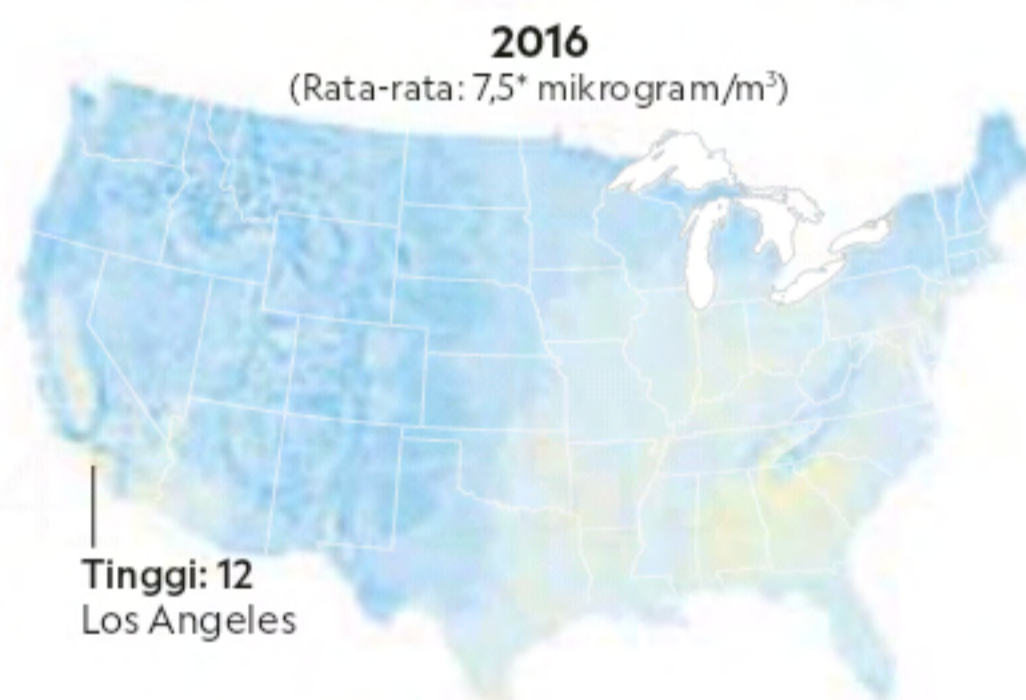
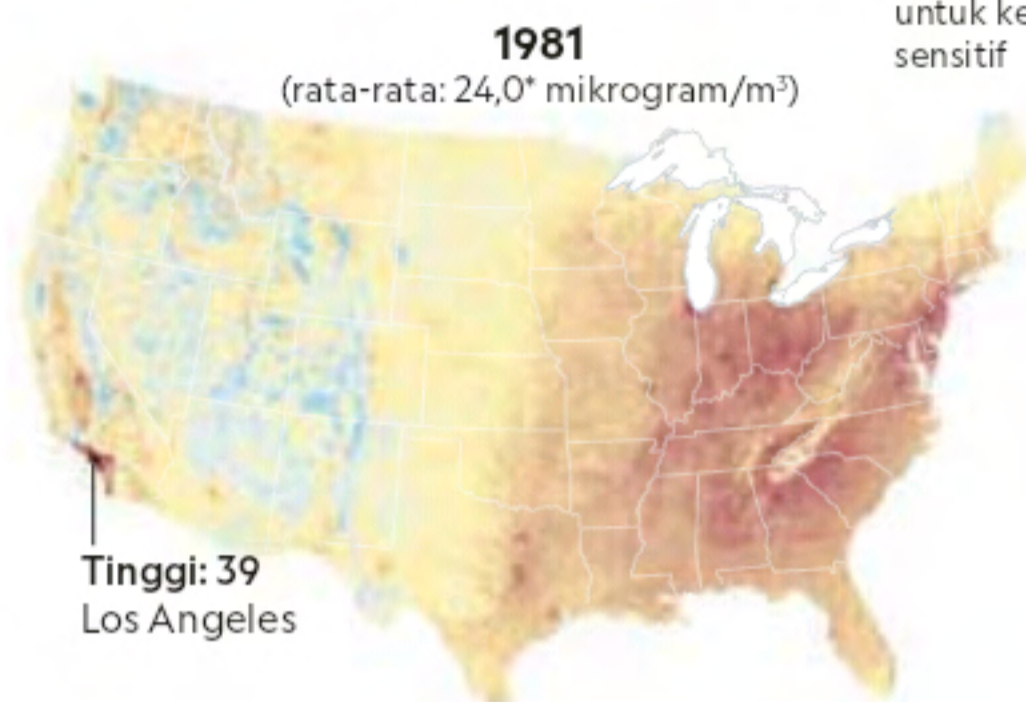
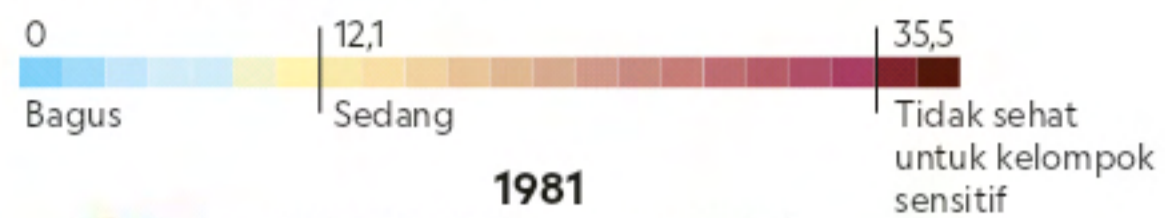
1. Berjalan, bersepeda, mengendarai mobil listrik—hindari membakar bensin atau solar.
2. Hindari membakar barang lain, terutama di kota—kayu, arang, dedaunan, sampah, kembang api.
3. Berlindunglah dari udara buruk: Berjalan dan bersepedalah di jalan dengan lalu lintas tak ramai.
4. Dukonglah para pemimpin yang mendukung energi bersih dan peraturan ketat polusi udara.



NEGARA YANG LEBIH BERSIH

Kualitas udara di AS meningkat secara dramatis sejak Undang-Undang Udara Bersih disahkan pada 1970. Konsentrasi PM_{2,5} (partikel halus berbahaya dengan diameter di bawah 2,5 mikrometer) telah menurun secara luas, sebagian besar berkat peraturan yang diadopsi berdasarkan undang-undang yang bersejarah itu.

Konsentrasi polusi udara PM_{2,5}, perkiraan
(mikrogram per meter kubik)



RYAN MORRIS, STAF NGM
*BOBOT PADA POPULASI. PERKIRAAN JANGKA PANJANG TIDAK TERSEDIA BAGI ALASKA DAN HAWAII. SUMBER: JEN MENG, DEPARTMENT OF PHYSICS AND ATMOSPHERIC SCIENCE, DALHOUSIE UNIVERSITY; CHI LI; RANDALL V. MARTIN; AARON VAN DONKELAAR; PERRY HYSTAD; MICHAEL BRAUER





Lavakare dulunya tinggal di California, tetapi pada 2009 dia dan suaminya pindah ke rumah keluarganya, agar bisa dekat dengan orang tua mereka. Dia terkejut dengan betapa buruknya polusi di India. Kemudian, pada 2017, ibunya didiagnosis menderita kanker paru-paru.

“Hal itu berjalan begitu cepat,” kenang Lavakare. Para dokter “seperti, Ya, lihatlah di mana dia tinggal? Dia tinggal di India utara sepanjang hidupnya. Ini adalah ibu kota polusi dunia.” Sang ibu meninggal pada 2018.

Pada saat itu Lavakare telah ikut mendirikan kelompok advokasi yang berhasil berjuang agar parlemen memperdebatkan masalah ini. Dia menulis buku, *Breathing Here Is Injurious to Your Health*, tentang kematian ibunya. “Tidak ada yang belum kami coba,” katanya kepada

saya. Sayangnya, saya tidak berpikir kita membuat banyak kemajuan.

Untuk suatu waktu pada 1990-an dan awal 2000-an, segala sesuatunya tampak penuh harapan di Delhi. Didorong oleh Mahkamah Agung, kota itu menuntut agar bus dan becak mobilnya yang ada di mana-mana beralih menggunakan gas alam termampat. Tetapi pertumbuhan ekonomi dengan cepat melampaui semua langkah antipolusi. Jumlah mobil di jalan-jalan India, misalnya, meningkat empat kali lipat dari 2001 hingga 2017. Pembuatan batu bata diintensifkan untuk mendorong ledakan konstruksi—dan batu bata dibuat dalam kiln yang menggunakan batu bara sebagai bahan pembakaran, tanpa melakukan penyaringan pada asapnya.



Di Baltimore selatan, Maryland, keprihatinan tentang polusi membuat Shashawnda Campbell (duduk di depan) dan sesama aktivis pemuda di lingkungan Brooklyn dan Curtis Bay membantu membatalkan rencana untuk membangun insinerator di dekatnya. Penduduk di sini sudah tinggal dekat dengan pencemar industri lainnya, termasuk insinerator limbah medis, pabrik kimia, dan TPA.

GABRIELLA DEMCZUK

Telah ada satu titik terang: Dorongan untuk memberi warga pedesaan India pilihan selain bahan bakar memasak yang menghasilkan asap, telah mengurangi polusi dalam ruangan dan menyelamatkan ratusan ribu nyawa setiap tahun. Namun tidak ada peningkatan signifikan pada polusi luar ruangan selama satu dekade, kata Sarath Guttikunda, direktur Urban Emissions, sebuah kelompok penelitian. “Kami belum pernah melihat penurunan dalam bentuk apa pun di kota mana pun,” katanya.

Lavakare sekarang menyesal menyerahkan kartu hijau Amerika-nya. Namun dengan COVID-19, kematian “segera terjadi. Dengan polusi udara, itu bertambah seiring waktu,” kata Lavakare. Itu adalah pagebluk dalam pergerakan lambat.

DI AMERIKA SERIKAT, polusi menambah satu dimensi lagi pada ketidaksetaraan ras yang ada di negara ini. Satu studi menemukan, orang kulit hitam Amerika terpapar sekitar 1,5 kali lebih banyak PM_{2,5} daripada populasi keseluruhan—dan perbedaannya lebih mengarah pada ras dibandingkan ekonomi.

“Orang kulit hitam Amerika yang kaya menghirup lebih banyak polusi daripada orang kulit putih Amerika yang miskin, secara konsisten,” kata Dominici kepada saya. Kesenjangan itu tumbuh. “Saat kami membersihkan udara di negara ini, kami membersihkan udara terutama di tempat tinggal orang kulit putih.”

Pada 2013, saat Shashawnda Campbell masih menempuh sekolah menengah atas di selatan Baltimore, dia mendengar bahwa Maryland telah menyetujui rencana insinerator baru sekitar 1,5 kilometer dari sekolahnya. Reaksinya langsung: “Tidak. Kami tidak membutuhkan itu. Di sini sudah bau; ini sudah cukup tercemar.”

Lingkungan Brooklyn dan Curtis Bay, tempat tinggal Campbell dan teman-teman sekelasnya, adalah daerah yang papa, dengan populasi kulit hitam dan latin yang cukup besar. Daerah itu sudah dibebani dengan insinerator limbah medis, pabrik kimia, tempat pembuangan sampah, dan tumpukan batu bara terbuka yang sangat besar. “Bukan kebetulan bahwa semua hal ini ada di komunitas ini. Ini disengaja,” kata Campbell. Perusahaan membangun fasilitas pencemar baru di daerah seperti itu karena tanah lebih murah dan penduduk cenderung memiliki sedikit pengaruh politik, kata George Thurston, seorang profesor kedokteran lingkungan di Universitas New York. “Mereka menghindari lingkungan yang lebih kaya tempat orang-orang memiliki kekuatan itu,” katanya. “Mereka ingin mencari di tempat-tempat yang lebih sedikit perlawanannya.”

Campbell berlum siap untuk membiarkan hal tersebut berulang kembali. Menamakan diri Free Your Voice, dia dan sekelompok teman sekelas mulai mengetuk pintu dan mengumpulkan tanda tangan. “Kami tahu kami harus melawan,” kenangnya. Butuh waktu tiga tahun, tapi rencana insinerator dihentikan. “Sungguh menakjubkan melihat bahwa Wow, kami benar-benar melakukan sesuatu. Kami membuat perubahan.”



Kabut membung di udara saat para pria mengerjakan proyek bendungan di Faridabad, India, dekat Delhi. Negara ini adalah rumah bagi sembilan dari 10 kota paling tercemar di dunia. Diperkirakan 1,7 juta orang India meninggal sebelum waktunya pada 2019 akibat polusi.

SAUMYA KHANDELWAL

4_88732513

4_88732513



4_88732513

0000000000



Sebuah mesin menyemburkan air untuk menjaga debu agar tetap berada di bawah, di sebuah lokasi konstruksi di Delhi. Debu semacam itu, yang dapat mengandung bahan kimia berbahaya, merupakan sumber utama polusi udara kota. Sampah dan api untuk memasak, generator diesel, dan pembangkit listrik tenaga batu bara juga meracuni udara.

SAUMYA KHANDELWAL



Hari-hari ini, Campbell pergi ke sekolah-sekolah untuk mengajarkan kepada anak-anak bagaimana memerangi rasisme lingkungan. Di sekolah menengah lamanya, seorang pelatih mengatakan kepadanya bahwa dia tidak dapat menurunkan tim basket, “karena mereka semua menderita asma. Mereka tidak bisa berlari cukup lama.” Musim panas lalu, di pawai Black Lives Matter, rekan pengunjung rasa mengatakan kepadanya bahwa tidak pernah terpikir oleh mereka untuk menghubungkan polusi dan kekerasan polisi. “Mereka semua rasisme dalam bentuk yang berbeda,” ujarnya.

Di sisi lain dari benua tersebut, musuh

sebagai zona kematian diesel.” Baru-baru ini, COVID-19 telah menyebar ke beberapa gudang. “Ada orang yang benar-benar ketakutan,” kata Victoria—pekerja gudang “sudah imunnya telah rentan karena polusi”, dan sekarang mereka takut akan membawa virus ke rumah

Kelompok Victoria tersebut membagikan jumlah truk itu dengan California Air Resources Board, yang peraturan-peraturannya sering kali diikuti oleh negara. Tahun lalu, badan tersebut mengeluarkan peraturan baru: Produsen harus mulai melakukan pelaksanaan pentahapan truk tanpa emisi di negara bagian tersebut hingga 2024, dengan pangsa truk baru yang bebas polusi

DI AS, KENDARAAN LISTRIK MENYELAMATKAN RIBUAN NYAWA SERTA MENGHEMAT BIAYA KESEHATAN \$72 MILIAR SETIAP TAHUN.

dari Anthony Victoria bukanlah insinerator tunggal tetapi ekonomi konsumen—setidaknya dalam bentuk saat ini. Victoria, tinggal di Inland Empire, California, wilayah yang dulu terkenal dengan kebun sitrunnya. Seratus kilometer ke pedalaman dari pelabuhan kontainer, kini tempat itu menjadi pusat gudang—untuk Amazon, Target, Walmart yang mendistribusikan produk yang diimpor dari Tiongkok dan tempat lainnya. “Anda hanya melihat baris demi baris, gudang demi gudang,” kata Victoria. “Anda punya lingkungan perumahan dan Anda punya gudang raksasa yang sangat besar di seberang jalan.”

Masalah sebenarnya adalah arus truk tanpa henti yang bergemuruh melalui lingkungan yang dipenuhi orang-orang kelas pekerja kulit berwarna dan imigran. “Kekerasan dalam bentuk lambat pada rantai pasokanlah yang menyedot energi dan kesehatan dan mata pencaharian,” dari masyarakat ini, Victoria memberi tahu saya. Center for Community Action and Environmental Justice, sebuah kelompok advokasi tempat dia bergabung, memberikan alat penghitung genggam kepada penduduk untuk mencatat lalu lintas truk. Mereka mendapatkan hitungan 1.161 dalam satu jam.

“Anda dapat membayangkan dampak negatif yang akan terjadi pada kehidupan seseorang,” lanjut Victoria. “Komunitas kami dikenal

terus meningkat hingga 2035. Badan tersebut juga memperluas persyaratan bahwa kapal mematikan mesin mereka dan dihubungkan ke daya yang ada di darat saat berlabuh, atau menggunakan teknologi penangkap polusi. Bersama-sama, aturan truk dan kapal “akan membuat perbedaan besar,” kata Joe Lyou, presiden Coalition for Clean Air yang berbasis di California.

Seperti banyak tindakan untuk mengurangi polusi udara yang tidak sehat, aturan baru tersebut juga mengurangi emisi karbon yang menyebabkan pemanasan iklim. Peralihan ke energi yang lebih bersih, jauh dari minyak, gas, dan batu bara, sangat mendesak tidak hanya untuk menghindari masa depan kekeringan, banjir, kebakaran hutan, dan badai yang menakutkan. Hal itu juga akan membuat kita lebih sehat sekarang. Hanya beralih ke kendaraan listrik, dapat menyelamatkan ribuan nyawa dan 72 miliar dolar kerugian kesehatan setiap tahun di AS, menurut American Lung Association.

Victoria melihat harapan dalam hal itu. Dia yakin industri seperti manufaktur truk listrik dapat menghadirkan peluang ekonomi baru bagi komunitasnya bersama dengan udara yang lebih bersih. “Kita tidak harus mengorbankan kualitas kesehatan atau kualitas udara kita untuk suatu pekerjaan,” katanya. Kita bisa mendapatkan keduanya.

PERUBAHAN IKLIM dan polusi udara memiliki penyebab dan solusi yang sama, tetapi terjadi pada skala waktu yang berbeda. Salah satu hal yang paling mencolok tentang polusi udara adalah seberapa cepat kesehatan meningkat ketika itu menjadi bersih. Penghentian ekonomi yang dipicu oleh COVID-19 tahun lalu memperlambat sementara emisi karbon dunia. Sebaliknya, setiap penurunan polutan secara bertahap dan secara setempat seperti PM2,5 atau nitrogen dioksida segera diterjemahkan menjadi lebih

Setelah kematian Ella, Stephen Holgate, spesialis asma dari University of Southampton, menemukan bahwa banyak dari lusinan rawat inap anak, bertepatan dengan saat lonjakan polusi terjadi. Dengan udara yang lebih bersih, dia menyimpulkan, Ella mungkin masih hidup. Sebagai orang tua, “itu cukup sulit untuk diterima,” kata Kissi-Debrah kepada saya.

Dalam pemeriksaan pertama pada 2014, petugas koroner memutuskan bahwa Ella meninggal karena gagal pernapasan akut dan asma, tanpa mempertimbangkan penyebab eksternal apa pun. Kissi-Debrah terus maju, dan pertarungannya menarik liputan media

DI TIONGKOK, MEMBAIKNYA UDARA DI AWAL 2020 MENYELAMATKAN LEBIH BANYAK NYAWA DARIPADA YANG DIRENGGUT VIRUS.

sedikitnya serangan asma, serangan jantung, dan kematian.

Di Tiongkok, para peneliti menarik kesimpulan yang menakutkan: Menurut sebuah penelitian, peningkatan kualitas udara selama kuncitara pada awal 2020 menyelamatkan lebih dari 9.000 nyawa, dan sekitar 24.000, menurut penelitian lain—lebih banyak nyawa daripada yang diambil virus, dalam hal apa pun, setidaknya menurut statistik resmi Tiongkok, yang menyebutkan jumlah korban COVID-19 di bawah 5.000. Para ilmuwan telah lama memahami bahwa udara yang lebih baik menyelamatkan nyawa, kata ahli epidemiologi Yale, Kai Chen, penulis utama dari studi yang pertama. Akan tetapi “sangatlah dramatis” untuk melihat hal itu terjadi.

Polusi kurang mendapat perhatian, meski membunuh jauh lebih banyak orang. Salah satu alasannya, kata Dominici, adalah sulitnya mengaitkan polusi dengan kematian individu. Satu orang yang berhasil mengubahnya adalah Rosamund Adoo Kissi-Debrah, aktivis udara bersih paling tersohor di Inggris.

Anak perempuan tertua Kissi-Debrah, Ella, wafat akibat asma di usia sembilan tahun pada 2013. Keluarga itu tinggal sekitar 25 meter dari salah satu jalanan tersibuk di London, South Circular. Dan Kissi-Debrah kini meyakini bahwa asap knalpot jalanan tersebutlah yang membuat Ella sakit.

luas. Mendapatkan catatan polusi tertulis di sertifikat kematian Ella, dia percaya—seorang berkebangsaan Inggris dan mungkin adalah yang pertama di dunia, tetapi itu akan memiliki kekuatan moral dan politik. Sebuah keputusan hukum bahwa udara Inggris membantu mengakhiri kehidupan seorang anak akan menyiratkan bahwa hal itu membahayakan yang lain—dan bahwa sesuatu harus dilakukan.

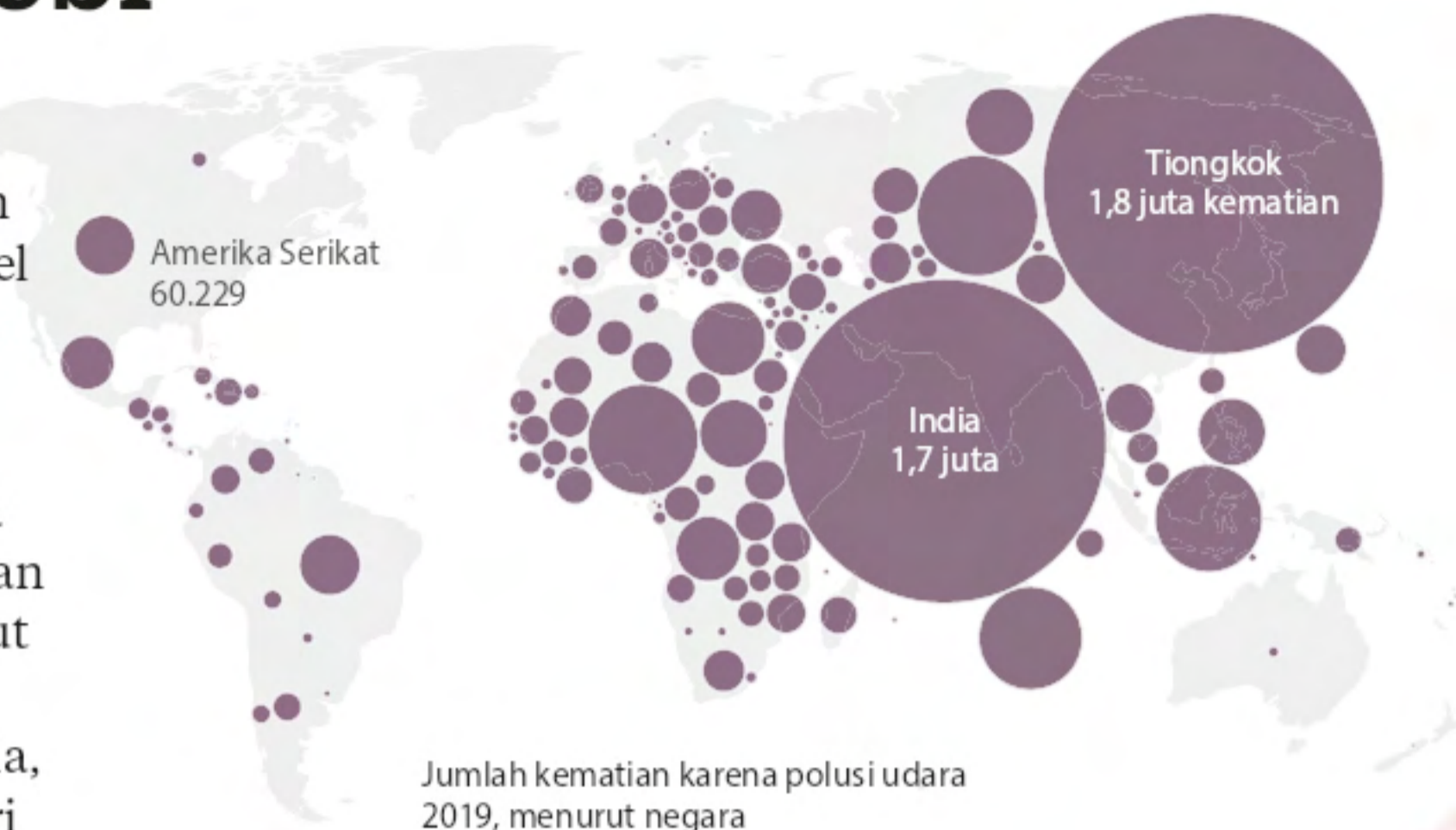
Kissi-Debrah tahu jawabannya tidaklah rumit. Walaupun demikian, peraturan berbasis ilmu pengetahuan akan berhasil, jika pemerintah memberlakukannya. “Putri saya bukanlah satu-satunya,” katanya. Bagi anak-anak di London lainnya, “Saya ingin perubahan nyata.”

Desember silam, dengan pemeriksaan kedua akhirnya dimulai, Holgate bersaksi bahwa Ella telah secara teratur melalui lebih dari dua tahun “pengalaman mendekati kematian” sebelum menyerah. Pada akhirnya, petugas pemeriksa mayat memutuskan bahwa polusi udara—yang berada di luar batas legal Inggris di dekat rumah Ella—memang menyebabkan kematiannya. Untuk sekali ini, tujuh juta nyawa yang hilang setiap tahun karena udara kotor diwakili oleh sebuah wajah. Itu milik seorang gadis muda yang rupawan. □

Beth Gardiner adalah penulis: *Choked: Life and Breath in the Age of Air Pollution*. Fotografer **Matthieu Paley** telah memotret bagi beberapa kisah untuk majalah ini di India dan Asia Tengah.

AKIBAT POLUSI BAGI TUBUH

Udara kotor adalah campuran rumit gas dan partikel. Partikel PM2,5, beberapa di antaranya sangat kecil sehingga bisa masuk aliran darah, adalah yang paling mematikan. Pada 2019, polusi udara di dalam dan luar ruangan diperkirakan ikut andil terhadap hampir tujuh juta kematian di seluruh dunia, terhitung nyaris 12 persen dari angka kematian dunia.



Persentase kematian global karena PM2,5 2019, menurut penyakit



Otak

Paparan jangka panjang terhadap materi partikulat, sulfur dioksida, dan nitrogen dioksida dapat menyebabkan penurunan kognitif. Perubahan struktur otak meningkatkan risiko penyakit Alzheimer.

Sistem saraf

Polusi terkait dengan gangguan perkembangan saraf dan kematian akibat Parkinson. Partikel dapat berpindah ke sistem saraf pusat dan memicu respon imun.

Sistem kardiovaskular

Pemajanan dihubungkan dengan peningkatan risiko kematian akibat penyakit kardiovaskular, termasuk penyakit arteri koroner, serangan jantung, stroke, dan pembekuan darah.

Sistem pernapasan

Polusi bisa membuat iritasi saluran udara dan menyebabkan sesak napas, batuk, asma, dan kanker paru-paru. Hal itu bisa meningkatkan risiko penyakit obstruktif paru kronis.

Sistem endokrin

Materi partikulat adalah pengganggu endokrin, berkontribusi pada perkembangan penyakit metabolik seperti obesitas dan diabetes. Keduanya merupakan faktor risiko bagi penyakit kardiovaskular.

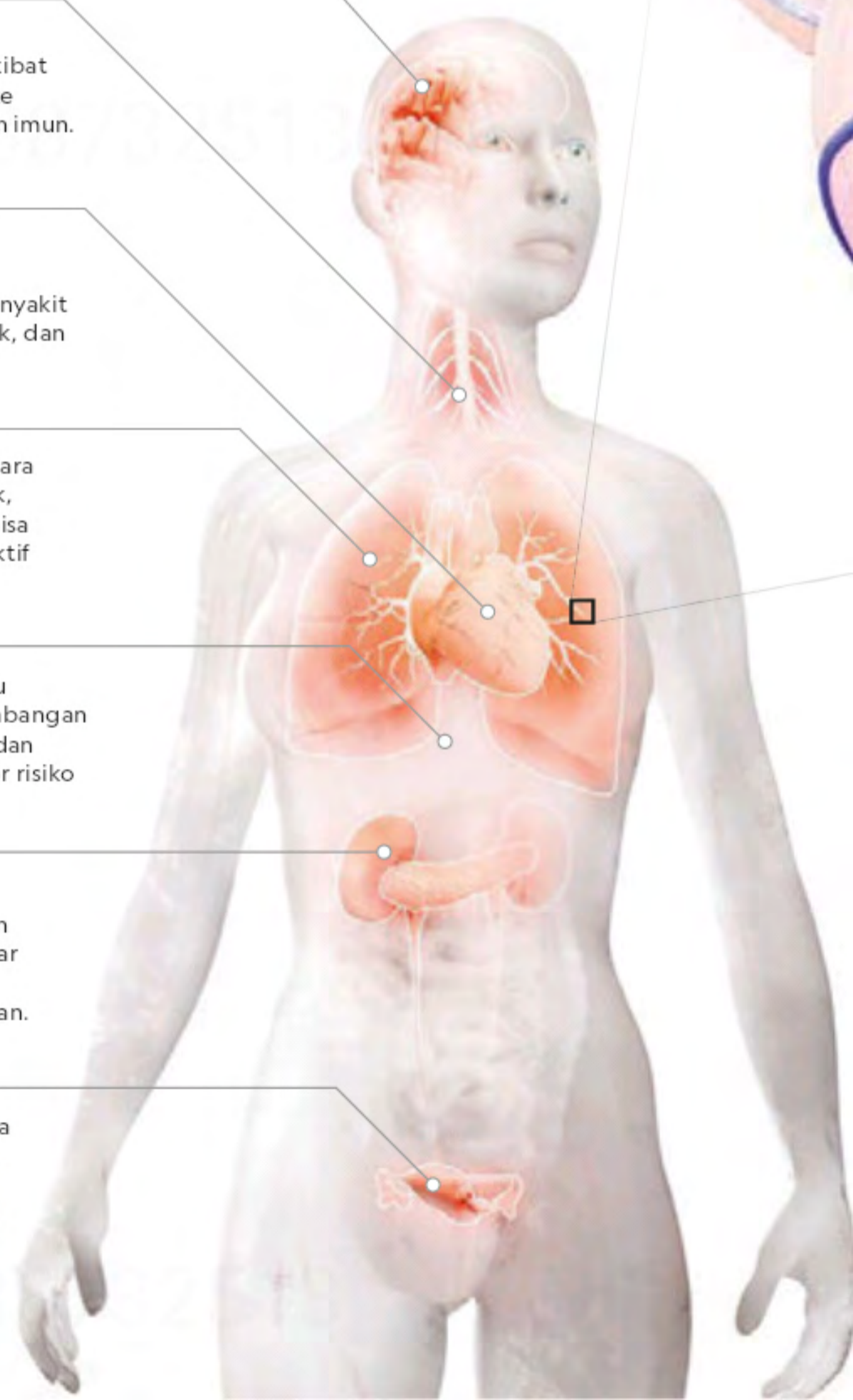
Sistem ginjal

Pemajanan jangka panjang terhadap polusi udara partikulat halus dikaitkan dengan kemungkinan yang lebih besar akan penyakit ginjal kronis. Angka penyakit ini tertinggi di area perkotaan.

Sistem reproduksi

Polusi dikaitkan dengan berkurangnya kesuburan dan kegagalan kehamilan. Pemajanan prenatal menyebabkan kelahiran prematur, berat badan lahir rendah, dan penyakit pernapasan.

Jumlah kematian karena polusi udara 2019, menurut negara

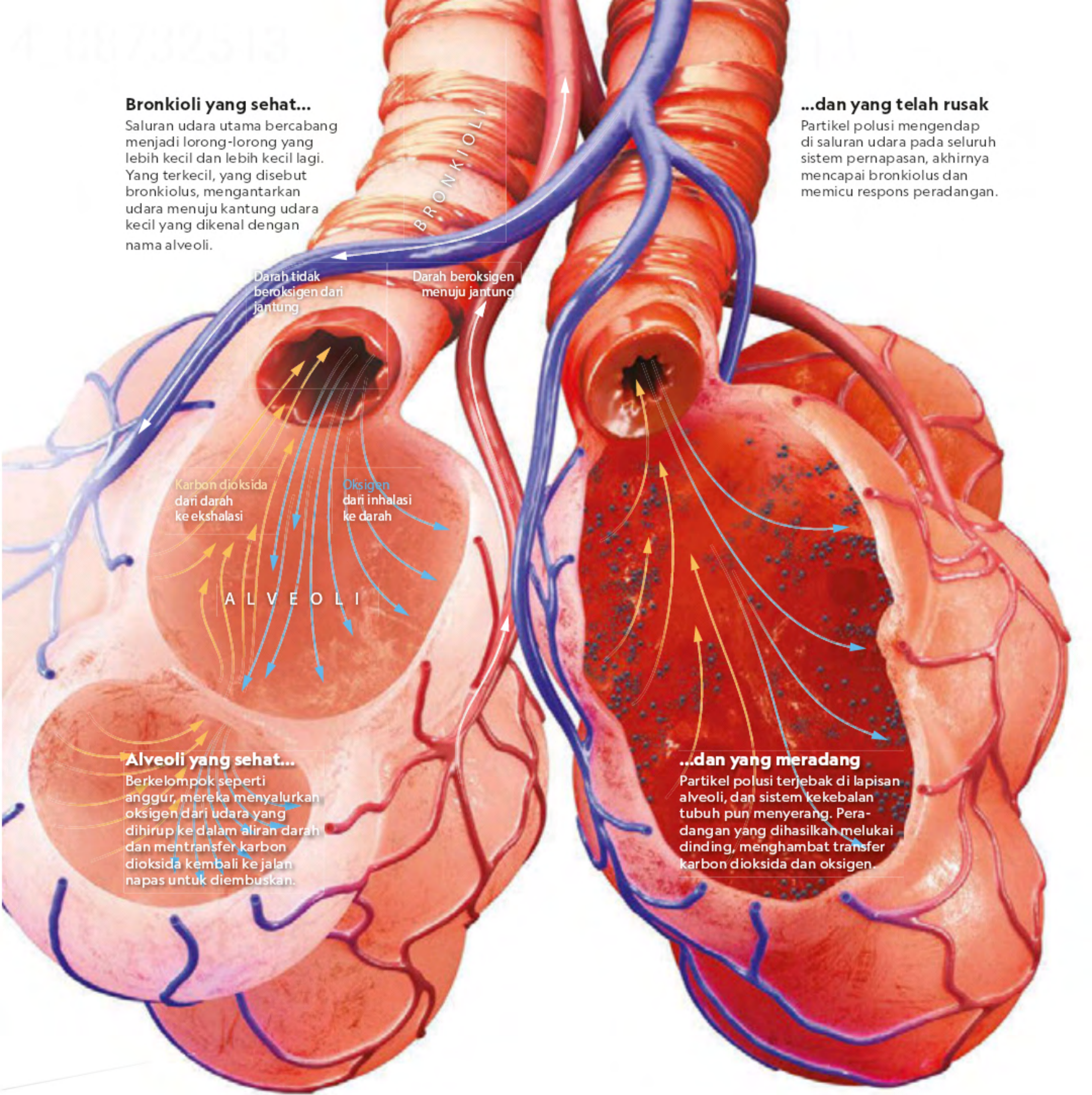


Bronkioli yang sehat...

Saluran udara utama bercabang menjadi lorong-lorong yang lebih kecil dan lebih kecil lagi. Yang terkecil, yang disebut bronkiolus, mengantarkan udara menuju kantung udara kecil yang dikenal dengan nama alveoli.

...dan yang telah rusak

Partikel polusi mengendap di saluran udara pada seluruh sistem pernapasan, akhirnya mencapai bronkiolus dan memicu respons peradangan.



Alveoli yang sehat...

Berkelompok seperti anggur, mereka menyalurkan oksigen dari udara yang dihirup ke dalam aliran darah dan mentransfer karbon dioksida kembali ke jalan napas untuk diembuskan.

...dan yang meradang

Partikel polusi terjebak di lapisan alveoli, dan sistem kekebalan tubuh pun menyerang. Peradangan yang dihasilkan melukai dinding, menghambat transfer karbon dioksida dan oksigen.

Alveoli
200 mikrometer dalam diameter

PM2,5
2,5 mikrometer

PM10
10 mikrometer

Rambut manusia
50-70 mikrometer

POLUTAN UTAMA

PM2,5

Pabrik, knalpot kendaraan, limbah dan pembakaran kayu, serta kebakaran hutan adalah sumber umum. Partikel halus ini bisa berpindah ke kantung alveoli dan mencapai aliran darah.

PM10

Debu jalanan, kebakaran hutan, knalpot kendaraan. Partikel terperangkap di hidung dan saluran napas atas; tubuh kita membersihkannya dengan bersin atau batuk.

Nitrogen dioksida

NO2 terutama datang dari pembakaran bahan bakar fosil oleh kendaraan dan pembangkit listrik. NO2 mengiritasi saluran udara dan dapat menyebabkan berkembangnya asma.

Ozon

Ozon di permukaan tanah terjadi saat kendaraan dan emisi industri bereaksi di bawah sinar matahari. Menghirupnya memicu nyeri dada, batuk, iritasi tenggorokan, dan peradangan.

Sulfur dioksida

Pembakaran bahan bakar fosil oleh pembangkit listrik, ialah sumber terbesar SO2. Sumber daya alamnya: gunung api. Pemajanan akan mengakibatkan susah bernapas.

DISPARITAS DI UDARA

Orang-orang di Tiongkok, India, Pakistan menghirup udara paling tercemar. Peta ini menunjukkan pembacaan PM2,5, atau materi partikulat halus, yang tercatat selama beberapa bulan pada 2020, dengan pembacaan tertinggi dipilih untuk setiap tempat. Perbedaan geografisnya jelas: Dari 50 kota paling tercemar di dunia, hampir semuanya berada di Asia, meskipun kebakaran hutan yang luar biasa di AS bagian barat menyebabkan tingkat polusi serupa pada 2020.

SAMUDRA ATLANTIK

PRANCIS EROPA

SPANYOL

EROPA

Banyak orang Eropa menghirup udara yang biasanya jauh lebih buruk daripada sumber Polusi AS, termasuk pembakaran batu bara, industri, pertanian, dan transportasi.

Laut Hitam

Laut Mediterania

TURKI

SURIAH

Laut Kaspia

UZBEKISTAN

IRAN

IRAK

KUWAIT

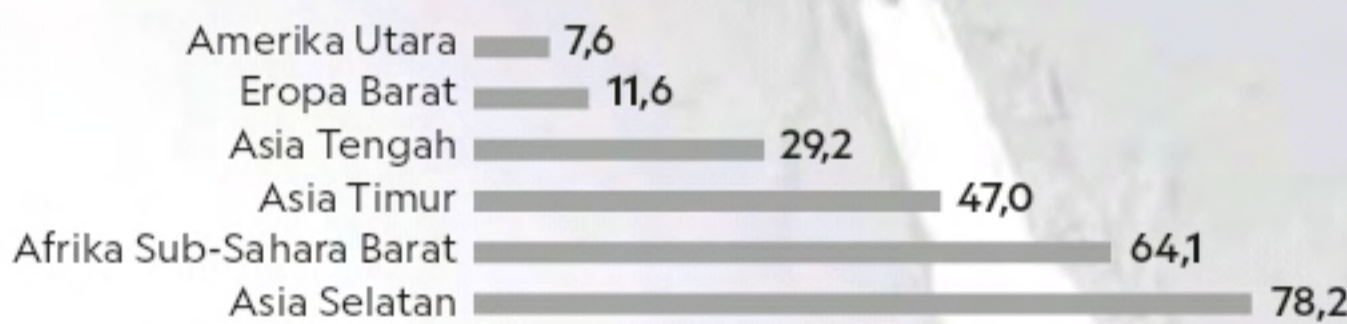
BAHRAIN

QATAR

U.E.A.

Rata-rata Polusi Partikel Tahunan*

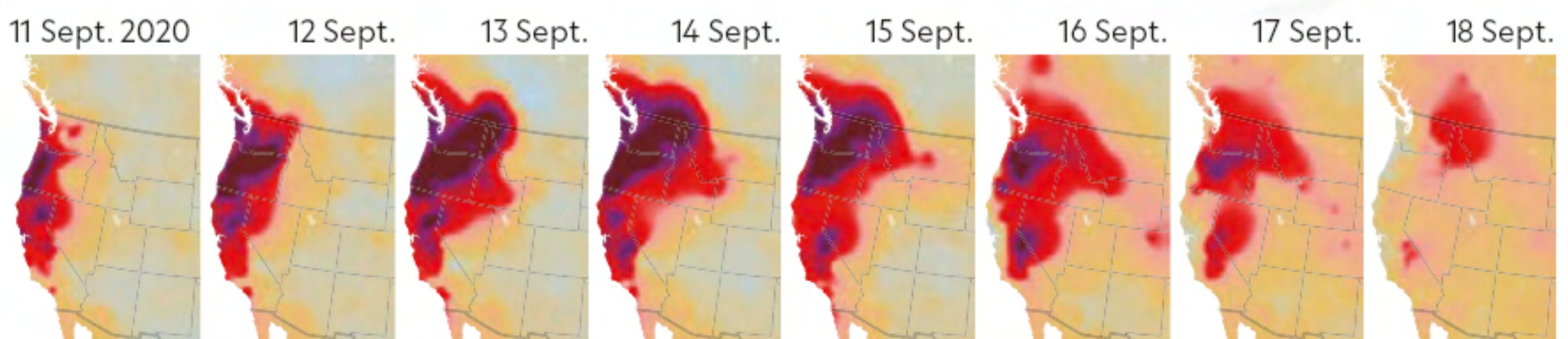
menurut wilayah terpilih pada 2019 (mikrogram/m³)



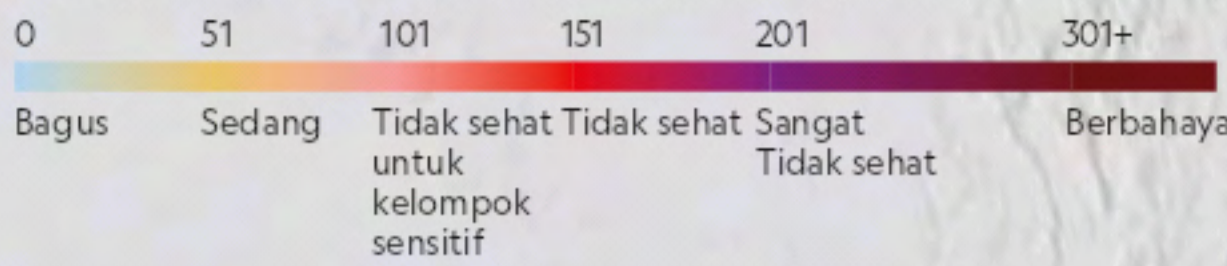
* Kadar rata-rata PM2,5 (materi partikulat dengan diameter 2,5 mikrometer atau lebih kecil) di area yang populasinya lebih besar, diberi bobot lebih besar.

SAAT AS DI PERINGKAT DI ANTARA YANG TERBURUK

Pada September 2020, Pantai Barat mengalami polusi udara terburuk di dunia karena kebakaran hutan yang mengamuk. Hal itu menunjukkan tingkat PM2,5 yang biasanya dikaitkan dengan kota-kota besar di Asia seperti Delhi, India



Polusi udara PM2,5 menurut U.S. Air Quality Index kategori kesehatan



50 kota paling tercemar*

MONGOLIA
 Ulanbator, sang ibu kota, merupakan rumah bagi hampir 1,5 juta orang, memiliki beberapa dari polusi udara terburuk di dunia—terutama di musim dingin, ketika banyak rumah dipanaskan oleh tungku batu bara.

Ulanbator

MONGOLIA

TIONGKOK

Tindakan pemerintah telah menurunkan tingkat ambien PM2,5 sebesar 30 persen selama dekade terakhir, namun 1,4 juta orang meninggal karena pajanannya pada 2019. Batu bara dan bahan bakar diesel adalah sumber utama PM2,5 di sini.

TIONGKOK

BANGLADES

Sebagai faktor risiko kematian dini yang utama, polusi udara bertanggung jawab atas sekitar 20 persen dari semua kematian pada 2019.

INDIA

Langit Delhi tercekik dengan level PM2,5 tahunan hampir 10 kali lipat dari target yang ditetapkan oleh WHO.

PAKISTAN
 Dengan populasi yang besar dan standar yang rendah bagi emisi mobil dan industri, Pakistan menempati urutan kedua terburuk dalam hal pajanan PM2,5.


Stasiun permukaan di wilayah kelabu tidak memadai untuk memperkirakan kondisi kualitas udara.

RYAN MORRIS, STAF NGM. SUMBER: BERKELEY EARTH; WORLD HEALTH ORGANIZATION; IQAIR; STATE OF GLOBAL AIR 2020

* BERDASARKAN PADA RATA-RATA KONSENTRASI PM2,5 TAHUNAN, MENURUT WHO (DATA TERBARU TERSEDIA). TIDAK DITAMPILKAN DI PETA: : BAMENDA, KAMERUN; KAMPALA, UGANDA; AND YANBU, ARAB SAUDI

CATATAN: PETA BESAR MENUNJUKKAN GABUNGAN PEMBACAAN PM2,5 TERTINGGI DARI RIBUAN PENGUKURAN STASIUN PERMUKAAN YANG DIAMBIL SAMPELNYA PADA INTERVAL HARIAN ANTARA OKTOBER 2020 DAN JANUARI 2021. DATA DIEKSTRAPOLASI UNTUK MENCIPTAKAN PERKIRAAN KONDISI KUALITAS UDARA TERBURUK YANG DIALAMI OLEH KAWASAN. PETA AS MENUNJUKKAN RATA-RATA HARIAN YANG DIAMBIL DARI DATA SETIAP JAM. KATEGORI KESEHATAN BERDASARKAN STANDAR EPA UNTUK PAJANAN SELAMA 24 JAM.

SEIRING KIAN MENINGKATNYA POLUSI AKIBAT KEBAKARAN HUTAN NAN HEBAT, PARA ILMUWAN MENELITI APAKAH YANG ADA PADA ASAP ITU—DAN AKIBATNYA BAGI KESEHATAN KITA.



**DI MANA ADA API,
DI SITU ADA ASAP BERACUN**

OLEH CYNTHIA GORNEY
FOTO OLEH STUART PALLEY



Saat Glass Fire menggoyak Napa dan Sonoma di California September silam, pemadam kebakaran menyalakan kobaran api terkendali guna membuatnya kehabisan bahan bakar. Strategi yang biasa dilakukan ini menguapkan asap pula—dan petugas tidak menggunakan respirator penyaring. Tiada

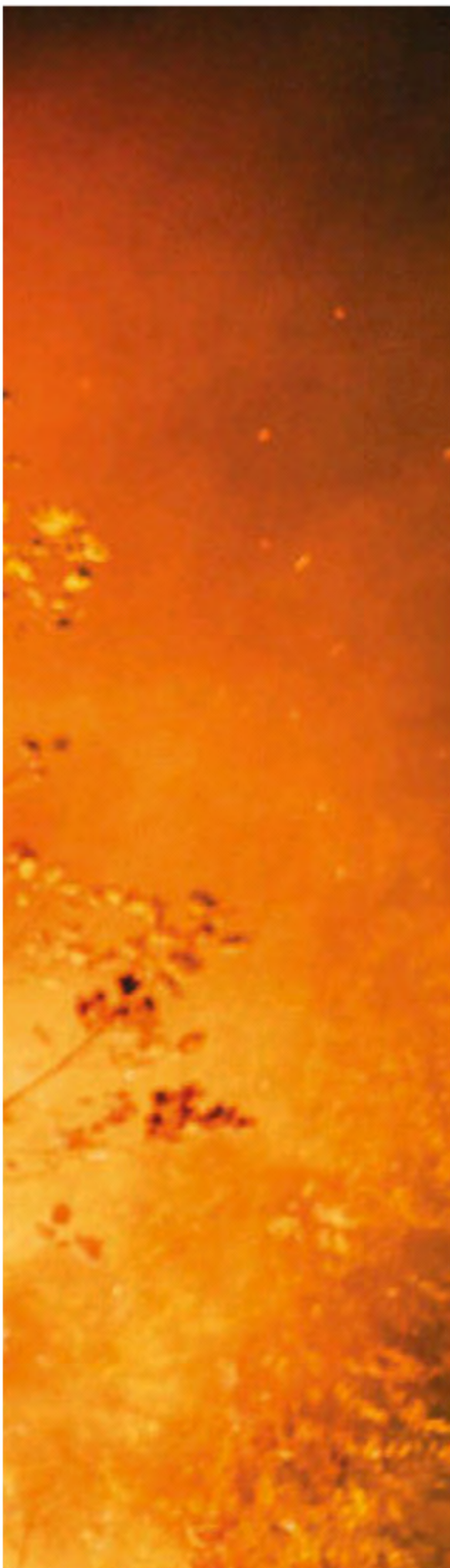
respirator yang efektif dan cukup ringan bagi para pria dan wanita ini. Waktu kerja mereka bisa berlangsung berjam-jam tanpa jeda, berjalan lama dengan alat berat di medan curam. Petugas pemadam amatlah fit, tetapi peneliti mengkhawatirkan dampak buruknya bagi kesehatan, karena luasan dan

jangka waktu kebakaran hutan meningkat. Studi dampak yang terbaru melacak sampel darah petugas dan melengkapi mereka dengan monitor polusi seukuran saku, untuk dibawa masuk ke asap.

FOTO SEBELUMNYA

Hutan Nasional Angeles di California bagian

selatan ditelan asap dan nyala api, selama musim kebakaran hutan pemecah rekor tahun lalu. Bobcat Fire membakar lebih dari 46.000 hektare. Itu adalah satu dari puluhan kebakaran yang mengembuskan asap polusi, melintasi negara-negara bagian di sebelah barat dan lebih jauh lagi—yang terlihat sejauh Washington, D.C.



D

DI JALAN RAYA PEDESAAN di California bagian selatan, ban mobil seorang pelancong pada Juli itu, kempis. Pelek logam pun bergesekan dengan trotoar. Percik apinya memicu kebakaran yang membelah hutan kering, berpusar menjadi tornado api dan meraung melintasi puluhan ribu hektare. Kebakaran itu menjadikan apapun yang ada di lintasannya sebagai bahan bakar. Saat kebakaran itu menuju kota Redding, Keith Bein menyiapkan lab penangkap asapnya—sebuah trailer yang mengangkut dua mobil listrik kecil, peralatan, dan banyak selang, serta sebuah peralatan berwarna putih serupa mercusuar mini.

Bein bekerja sebagai seorang ilmuwan atmosfer di University of California, Davis, sekitar 240 kilometer di selatan Redding. Ia mengaitkan trailer yang penuh itu ke truknya, dan mulai berkendara ke arah utara, menuju Carr Fire. Kebakaran Carr pada 2018 itu—yang percikan apinya terjadi di dekat pembangkit tenaga bernama Carr—telah menjadi salah satu kebakaran hutan terbesar di dalam sejarah California. Peristiwa itu telah menewaskan enam orang, termasuk dua pemadam kebakaran. Juga membakar pepohonan, padang rumput, pemondokan di gunung, jembatan penyeberangan, lampu jalanan, pagar, juga mobil yang parkir. Di perbatasan Redding, kebakaran itu baru saja melalap wilayah tepian kota bernama Lake Keswick Estates, yang berarti perumahan keluarga berikut infrastrukturnya: insulasi, sirap, lemari es, cat.

Dan di manapun di sekeliling area Kebakaran Carr yang luas, asap melingkupi—meruak ribuan kilometer di depan kobaran yang sesungguhnya. Dari semua hal yang mengotori udara yang kita hirup, asap kebakaran hutanlah yang paling memesonakan Bein.

Ia ingin benar-benar memahami apa yang ada di dalamnya, bagaimana kimiawi asap itu berbeda antara satu kebakaran ke kebakaran lainnya, dan apa arti kebakaran besar yang belum pernah terjadi sebelumnya di abad ini, bagi polusi udara dan kesehatan manusia secara global. Di Amerika Utara bagian barat dan di Australia, diukur berdasarkan ukuran dan jumlah kebakaran alam liar, 2018 adalah tahun terburuk yang tercatat dalam sejarah—hingga 2020 melampauinya.

“Peristiwa seperti ini biasanya terjadi, seperti, sekali seumur hidupmu,” ujar Bein. “Kini, ini terjadi setiap musim panas. Ini adalah masalah kesehatan publik yang utama.”

Jadi hadirlah dia di Lake Keswick Estates. Tanahnya hangus, para penduduk dievakuasi, seluruh blok perumahan terbakar hingga ke fondasinya yang kala itu membara. Ia mengunci roda trailer dan menghidupkan peranti yang sejatinya merupakan pompa udara dan sensor nan canggih. Ia menarik selang dan monitor, dari mobil listrik yang menyajikan tenaga isi ulang yang bisa berpindah-pindah bagi seluruh tata alat ini. Mata dan hidungnya perih. Bayangkan diri Anda di samping sebuah api unggun, kata Bein, saat angin berubah arah dan menyapukan asap tepat ke muka Anda. “Benar-benar mengerikan,” ujarnya.

Namun, itu sempurna untuk pekerjaannya. Walaupun kobarnya telah berlalu, Bein dan peneliti lainnya memahami bahwa baranya sendiri menghasilkan asap yang amat beracun. Mereka tahu bahwa hasil pembangunan dari banyak penduduk di tengah dan di sepanjang wilayah alam liar, telah menciptakan komunitas yang disajikan oleh pemandangan indah—dan rentan, seiring menghangatnya iklim yang mengeringkan hutan, menjadikannya bahan yang mudah terbakar. *Wildland-urban interface*—antarmuka alam bebas dengan permukiman, begitu mereka menamakannya, atau WUI. Mereka paham bahwa api gergasi WUI menghasilkan asap gergasi WUI: bentang alam yang terbakar, ditambah polusi bangunan yang terbakar, bercampur aduk menjadi satu campuran yang berbahaya.

SEJATINYA, APA YANG ADA di dalam campuran tersebut? Dan apa yang terjadi pada manusia dan satwa lainnya, yang menghirup emisi dari lautan api seperti itu? Pertanyaan-pertanyaan ini merupakan bagian dari usaha untuk memahami dan mengurangi polusi udara yang semakin mendesak. Dan jawabannya lebih sukar untuk dipahami, dibandingkan dengan yang Anda bayangkan. Pikirkanlah mengenai apa yang harus dilakukan untuk membawa asap kebakaran hutan yang sebenarnya, ke sebuah fasilitas riset. Anda harus menjadi setara dengan seorang pemburu tornado, menjelaskan alasan Anda saat menembus barikade polisi, seperti yang dilakukan Bein saat menghadapi situasi seperti itu. Atau Anda menambahkan peralatan ilmiah pada pesawat kargo C-13 dengan selang pengisap asap di badan pesawat, dan terbang tepat ke dalam kepulan asap kebakaran hutan. Seperti tim riset yang menghabiskan musim panas 2018 dengan melakukan penerbangan cepat di atas kebakaran di Colorado dan Idaho.

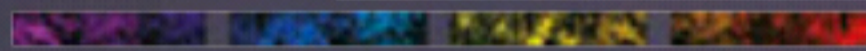
“Kami mengubah pesawat tersebut menjadi lab kimia terbang,” ujar ilmuwan atmosfer Emily Fischer, yang memimpin para peneliti dalam menganalisis asap. Ramuannya termasuk karbon monoksida, hidrogen sianida, dan lebih dari seratus gas lainnya, termasuk pula partikulat halus yang berbahaya (PM_{2,5}), papar Beth Gardiner dalam kisah sajian utama edisi ini. Tidak ada perselisihan terkait bahaya kesehatan yang paling mendesak: polusi kebakaran hutan, baik asap WUI ataupun “alami”. Cukup hanya beberapa hari terpajan asap ini, bisa membuat orang yang menyandang asma atau kondisi kesehatan sensitif lainnya dibawa menuju instalasi gawat darurat.

Memungkinkan pula, bahwa—buktinya “belum meyakinkan,” seperti kata para ilmuwan—menghirup asap kebakaran hutan memicu semacam perubahan seluler yang bisa mengarah ke bencana kesehatan di kemudian hari: gagal jantung, penyakit paru-paru, stroke. Pertanyaan pun muncul terkait penyakit Alzheimer. Hanya mencari tahu bagaimana cara terbaik untuk mengeksplorasi hubungan-hubungan ini, menjadi tantangan luar biasa bagi para peneliti; Kimiawi setiap pembakaran bisa menghasilkan penyakit yang berbeda, ujar Lisa Miller, seorang ahli imunologi pernapasan di California National Primate Research Center. “Ini akan menyita waktu kami cukup lama untuk memecahkannya.”

LAHAN TERBAKAR, UDARA BERACUN

Setiap tahun, kebakaran hutan dipicu oleh kekeringan, sambaran petir, pembakaran limbah pertanian, dan perubahan iklim atau aktivitas manusia. Menggunakan citra satelit NASA, para ahli mampu memetakan akibatnya.

Area terbakar (Nov. 2019 sampai Okt. 2020)



NOV-JAN FEB-APR MEI-JUL AGU-OKT

San Francisco

AMERIKA SERIKAT

AS: PETIR, KEKERINGAN

Kebakaran hutan di bagian barat Amerika Serikat pada Agustus dan September 2020 adalah beberapa kebakaran yang terburuk dalam sejarah, menyebabkan asap menguar di kota-kota seperti San Francisco selama berminggu-minggu.

250 km

450 km

AFRIKA

KHATULISTIWA

AFRIKA: KEBAKARAN BENUA

Layaknya hari-hari pada Agustus, 70 persen kebakaran dunia terjadi di Afrika. Sebagian besar ditetapkan guna membuka lahan pertanian dan menyebabkan gelombang kebakaran setelah musim kemarau. Di utara Khatulistiwa, kebakaran terjadi di musim dingin hingga awal musim semi; di selatan mereka membakar pada Juni hingga Oktober.

INDIA: PEMBAKARAN PERKEBUNAN

Pembakaran limbah pertanian untuk membersihkan ladang di barat laut Delhi—wilayah metropolitan terpadat di India—memperburuk kualitas udara yang sudah buruk bagi sekitar 30 juta penduduk.

ASIA

Delhi

AUSTRALIA: KEBAKARAN SEMAK BELUKAR

Di sini, kebakaran musiman adalah fenomena alam. Pada 2019 dan 2020, panas memecahkan rekor, dan curah hujan amatlah rendah. Kondisi kering tak bermusim menandakan adanya lebih banyak api di musim kebakaran selanjutnya.

AUSTRALIA

400 km

4_88732513

4_88732513



4_88732513

4_88732513



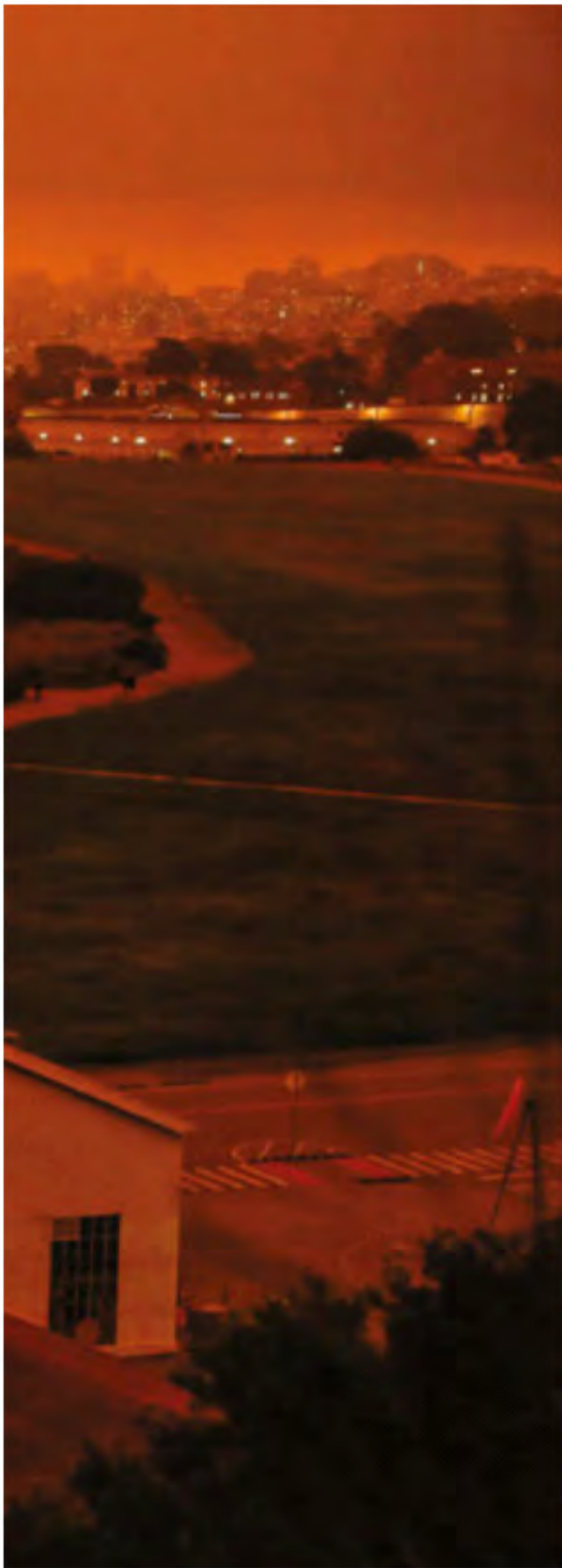
Awan asap dari Bobcat Fire melayang di atas kabel listrik di Gurun Mojave. Megafire ini, yang membakar setidaknya 40.000 hektare lahan, begitu intensnya sehingga dapat menciptakan anginnya sendiri, mengirimkan udara yang terkontaminasi, jauh ke luar area kebakaran itu.



Sekitar 4.000 monyet tinggal di pusat primata tersebut, banyak dari mereka ada di kandang di luar ruang. Hari suram berasap selama kebakaran hutan yang buruk pada 2008-lah yang memberikan Miller ide untuk memulai penelitian bertahun-tahun dari kelompok terbaru bayi rhesus—yang menghabiskan minggu pertama kehidupan mereka mengisap asap kebakaran hutan. Timnya dan para dokter hewan di pusat primata itu mengawasi dengan saksama kelompok yang terpajan saat mereka bayi, dan kini telah berusia 12 tahun. Monyet-monyet itu tidak menunjukkan masalah kesehatan yang cukup serius hingga membutuhkan perawatan. Namun, saat sampel darah mereka dipanaskan terhadap infeksi di dalam lab, respon daya tahan tubuhnya lambat. Dan dibandingkan dengan

bayi rhesus yang lahir pada 2009, tahun dengan udara yang lebih bersih, monyet-monyet yang menghirup asap tebal selama minggu-minggu pertama kehidupan mereka, memiliki paru-paru yang lebih kecil dan saluran udara yang tampak cacat. Implikasinya bagi manusia, mengkhawatirkan. “Biasanya Anda tidak didiagnosis dengan penyakit paru obstruktif kronis atau fibrosis sampai Anda berusia akhir 50-an atau awal 60-an,” kata Miller. “Jadi kami pikir apa yang kami lihat mungkin merupakan tahap awal dari kondisi paru-paru kronis.”

Patut diingat bahwa sebagian besar polusi udara di dunia masih berasal dari sumber lain: pipa knalpot, tungku pembakaran, pabrik industri, pembakaran untuk membersihkan dedaunan bagi pertanian, api untuk memasak



Kebakaran sejauh yang terjadi di Oregon membuat langit San Francisco tampak seperti set film distopia pada suatu hari di September. Otoritas regional menyerukan siaga *Spare the Air Day*: suatu kualitas udara yang cukup berbahaya sehingga memerlukan tindakan pencegahan khusus. Pada 2020, seruan yang mereka buat akibat kebakaran hutan lebih dari dua kali lipat dari rekor sebelumnya.

GABRIELLE LURIE, SAN FRANCISCO CHRONICLE VIA GETTY IMAGES

di dalam ruangan. Namun, kebakaran hutan semakin berlipat ganda dan membesar dengan cepatnya, sehingga kita memiliki kosakata baru untuk hal itu. *Megafire* tidak memiliki definisi formal, tetapi digunakan secara umum untuk menggambarkan setidaknya 40.000 hektare lahan yang terbakar, bahkan bagi lautan api yang lebih besar lagi: *Gigafire*.

MEGAFIRE TENTUNYA MERAMPAS jauh lebih banyak dibandingkan udara yang kita hirup, dan usulan tentang apa yang harus dilakukan terhadapnya membuat hati ciut, mahal, dan berlawanan dengan intuisi. Cara yang membuat hati ciut: Hentikan pemanasan global yang memanaskan lahan liar, mengeringkan dedaunan, membunuh pohon, dan

memunculkan cuaca ganjil seperti 14.000 sambaran petir pada 2020 yang mengawali *gigafire* August Complex di California—lebih dari 4.000 kilometer persegi. “Kita menggunakan istilah seperti ‘mega’ dan ‘giga,’ tapi ini benar-benar baru awalnya saja,” kata ahli epidemiologi University of Tasmania, Fay Johnston, salah satu peneliti asap kebakaran hutan terkemuka di dunia. Cara yang mahal: Babat hutan secara agresif, angkut pohon mati dan sisa-sisa hutan yang menumpuk, karena kita secara otomatis telah menghabiskan waktu bertahun-tahun memadamkan kebakaran hutan. Ini tugas yang amat berat, akan menghabiskan banyak biaya untuk mesin dan tenaga kerja.

Cara yang berlawanan dengan intuisi: Gunakan api. Biarkanlah lebih banyak kebakaran hutan kecil menyala, saat tidak membahayakan rumah; itulah cara alam membersihkan sisa-sisa di dalam hutan dan mendorong pertumbuhan baru. Masyarakat adat Indian paham akan nyala api yang secara berhati-hati dikendalikan, sebagai alat pengelolaan lahan. Kemudian nyaris setiap proposal kebakaran besar *megafire* menyertakan permohonan untuk kebakaran yang sudah terlebih dahulu ditentukan—direncanakan, dengan pertimbangan cermat terhadap angin dan dampaknya terhadap orang-orang yang tinggal di sekitarnya. Ya, api yang lebih kecil ini juga menghasilkan asap. Akan tetapi tidak sebanyak itu. Donald Schweizer, peneliti kualitas udara University of California, Merced, berkata: “Benar-benar tidak ada pilihan ‘tanpa asap.’”

Di lab UC Davis-nya, Bein mengatakan, hampir semuanya ditutup awal tahun lalu akibat pandemi. Meskipun peralatan itu dirumahkan, mereka membuat lokasi pengambilan sampel di atap gedung sebuah universitas. Mahasiswa pascasarjana memanjat terus-menerus untuk mengumpulkan dan mengganti filter di pompa udara. Dan pada musim dingin, saat kebakaran bersejarah 2020 akhirnya berhenti, Bein memiliki koleksi lebih dari enam lusin lembar kertas filter kelas ilmiah, berisi bukti. “Saya mendapat banyak permintaan bagi sampel ini,” kata Bein. Untuk saat ini ia menyimpannya di lemari pembeku, pada suhu 80°C di bawah nol. □

Penulis kontributor **Cynthia Gorney** tinggal di California dan baru-baru ini membeli penyaring udara. **Stuart Palley** adalah seorang pemadam kebakaran hutan yang terlatih dan telah mendokumentasikan lebih dari seratus kebakaran California.



INSTAGRAM

BAGASKARA LAZUARDI

DARI PEMBACA KAMI

SIAPA

Fotografer yang berdomisili di Yogyakarta. Ia gemar memotret beberapa peristiwa sosial dan budaya di kotanya—seperti demonstrasi, aktivitas penambang pasir Sungai Boyong, juga tradisi kirab gunung duren.

DI MANA

Wisata Bukit Bintang, Srimulyo, Piyungan, Bantul, Yogyakarta

APA

Kamera Sony A6000 dan lensa Sigma 30mm F1.4 DC DN

Polusi cahaya memicu banyak permasalahan bagi ekosistem Bumi baik manusia, alam liar, maupun lingkungan. Migrasi penyu, tukik, dan burung dibungkakan oleh pendar cahaya kota besar. Akibatnya, mereka tersesat. Bahkan, satwa-satwa itu mengalami kematian karena Bulan—sebagai kompas alami mereka—kini sudah kalah terang. Satwa nokturnal pun semakin berkurang akibat malam semakin pendek. Dampak perubahan iklim oleh penggunaan lampu berdaya listrik—utamanya yang berasal dari batu bara—juga masih menimbulkan banyak sekali permasalahan lingkungan.

Kota-kota besar seperti Yogyakarta, Bandung, Bogor, dan lainnya, menawarkan bukit-bukit dengan pemandangan malam saat pendar lampu kota laksana gemintang. Boleh jadi, fenomena wisata ini menjadi bukti bahwa kini manusia hidup bersama polusi cahaya. Kita mencari-cari keindahan gemerlap bintang dan benda langit lainnya yang menghilang. Polusi cahaya sudah “mencuri” malam kita.

Halaman ini menampilkan gambar dari akun Instagram National Geographic. Kami adalah jenama paling ternama di Instagram. Bergabunglah dengan kami di [instagram.com/natgeoindonesia](https://www.instagram.com/natgeoindonesia)

KITA BANGKIT

Pandemi belum usai, jangan menyerah apalagi putus asa.

Ayo ikut berjuang dalam misi menyelamatkan Indonesia!

Kunjungi kitabangkit.id untuk ikut berjuang bersama.



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

