

# DEEP SEA EXPLORATION

INDEX2010  
Sangihe Talaud  
Indonesia-USA

## INDEX/SATAL 2010

### Empat Alasan Bagus untuk Menjelajahi Laut-Dalam Indonesia

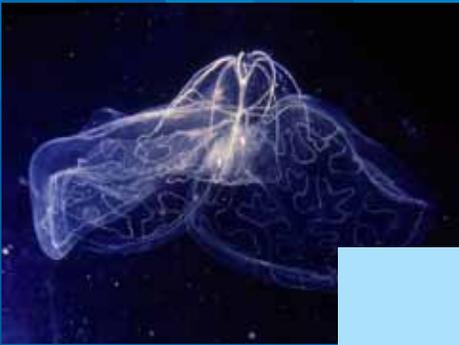
Selama musim panas 2010, ilmuwan dari Indonesia dan Amerika Serikat akan bekerja sama dalam sebuah ekspedisi untuk menjelajahi laut-dalam di sekitar Indonesia. Misi ini dinamakan INDEKS / SATAL 2010 karena ekspedisi tersebut berfokus tentang INDONESIA, EXplorasi, dan wilayah Sangihe Talaud (SATAL). Sambil bekerja di Kapal Riset Indonesia Baruna Jaya IV dan Kapal Okeanos Explorer dari National Oceanic and Atmospheric Administration, para penjelajah laut ini berharap dapat menemukan ekosistem laut-dalam baru, fitur geologi yang belum ditemukan, dan organisme hidup yang belum pernah terlihat sebelumnya. Temuan baru selalu menarik bagi ilmuwan, tetapi informasi dari penjelajahan laut-dalam amat penting untuk semua orang Indonesia karena:

- Keragaman hidup dalam ekosistem laut-dalam mencakup berbagai spesies baru yang dapat menghasilkan obat-obatan penting dan produk berguna lainnya.
- Sejumlah ekosistem laut-dalam meliputi sejumlah besar organisme yang dapat digunakan sebagai makanan manusia.
- Informasi dari penjelajahan laut-dalam dapat membantu meramalkan gempa bumi dan tsunami.
- Manfaat yang diperoleh manusia dari sistem laut-dalam dipengaruhi oleh perubahan iklim dan atmosfer Bumi.

Lembar Fakta dan Kegiatan Penemuan ini dimaksudkan untuk membantu siswa belajar lebih banyak tentang alasan penjelajahan Laut-Dalam Indonesia.

**Untuk informasi lebih lanjut:**

**<http://oceanexplorer.noaa.gov/okeanos/explorations/I0index/welcome.html>**



## Lembar Fakta #1:

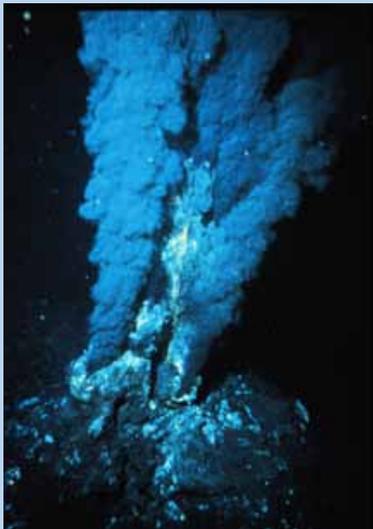
### Ekosistem laut-dalam mencakup berbagai spesies baru yang dapat menghasilkan obat-obatan penting dan produk berguna lainnya.

Indonesia mencakup hanya 1,3 persen permukaan daratan Bumi, namun cakupan itu meliputi:

10 persen dari spesies tanaman berbunga di dunia;

- 12 persen dari spesies mamalia di dunia;
- 16 persen dari semua spesies reptil dan amfibi;
- 17 persen dari spesies burung di dunia;
- 15 persen dari spesies terumbu karang di dunia;
- jumlah spesies karang terbanyak di dunia (lebih dari 600 spesies yang sudah teridentifikasi); dan
- lebih dari 2000 spesies ikan dekat pantai.

Indonesia dikenal sebagai salah satu pusat utama keanekaragaman hayati Bumi (yang berarti keragaman semua bentuk kehidupan). Meskipun baru sangat sedikit yang diketahui tentang laut-dalam Indonesia, para ilmuwan berharap dapat menemukan keanekaragaman hayati yang tinggi, berbagai ekosistem baru, dan banyak spesies yang belum pernah terlihat sebelumnya.



Lubang hidrotermal. Gambar atas kebaikannya NOAA.

Kondisi di lingkungan laut-dalam meliputi tekanan sangat tinggi, kegelapan total, suhu ekstrem, dan zat kimia beracun. Lubang hidrotermal, misalnya, adalah suatu habitat laut-dalam tempat menyemburnya cairan panas dari habitat dasar laut. Semua ini ditemukan di pegunungan laut-pertengahan tempat lempeng tektonik Bumi bercabang (lihat Lembar Fakta # 3). Pegunungan-laut terbentuk akibat lava panas yang menyembur di antara lempengan-lempengan tektonik yang bercabang. Lubang hidrotermal terbentuk ketika air-laut dingin merembes memasuki kerak Bumi melalui retakan di dasar laut-pertengahan di dekat pegunungan-laut. Tat kala bergerak lebih dalam memasuki kerak, air laut dipanaskan oleh batuan yang mencair. Dengan naiknya suhu, belerang dan logam seperti tembaga, seng, dan besi melarut dari batuan di sekitarnya masuk ke dalam cairan panas itu. Akhirnya, cairan kaya-mineral itu terdesak ke atas dan menyembur dari bukaan di dasar laut. Suhu semburan cairan dapat setinggi 400°C, dan mengandung hidrogen sulfida. Ketika cairan hidrotermal panas bertemu dengan air-laut dingin (hampir beku), mineral di dalam cairan pun mengendap. Endapan



Cacing tabung raksasa, *Riftia pachyptila*, dari lubang hidrotermal di East Pacific Rise di kedalaman 2.500 m. Setiap cacing dalam foto ini panjangnya melebihi satu meter. Gambar atas kebaikannya Monika Bright, University of Vienna, Austria.

partikel mineral itu menyebabkan cairan terlihat seperti asap, sehingga lubang-lubang ini sering disebut perokok hitam atau perokok putih, bergantung pada jenis mineral dalam cairan. Endapan mineral juga dapat membentuk cerobong asap yang bisa beberapa meter tingginya.

Kondisi di sekitar lubang hidrotermal bisa mematikan bagi manusia dan banyak spesies lainnya, tetapi para penjelajah laut-dalam menemukan organisme hidup yang beradaptasi khusus yang memungkinkan mereka hidup berkembang dalam lingkungan ekstrem ini. Cacing tabung yang ditemukan di lubang hidrotermal adalah contoh yang terkenal, dan secara singkat dijelaskan dalam Kegiatan Penemuan # 1. Adaptasi pada organisme laut-dalam menghasilkan obat-obatan baru dan produk berguna lainnya.

Zat kimia dari mikroorganisme yang ditemukan di sekitar lubang hidrotermal memunculkan harapan untuk merawat cedera tulang dan penyakit kardiovaskuler. Spesies laut-dalam lainnya menghasilkan zat kimia kuat yang berfungsi sebagai obat antibiotika, antikanker, dan anti-inflamasi untuk manusia. Saat ini, hampir semua obat yang dihasilkan dari sumber alami berasal dari tanaman darat, padahal organisme laut menghasilkan bahan seperti-obat dalam jumlah lebih banyak daripada kelompok organisme yang hidup di darat. Contoh lain produk yang bermanfaat adalah organisme mikroskopis dari ekosistem lubang hidrotermal yang menghasilkan protein yang digunakan oleh para penyidik TKP untuk membuat miliaran salinan DNA. Protein dari organisme lain digunakan untuk membuat zat pemanis untuk zat aditif makanan.

## Kegiatan Penemuan #1:

### Membuat Cacing Tabung Lubang Hidrotermal

Ekosistem lubang hidrotermal tidak bergantung pada tanaman hijau dan sinar matahari untuk makanan mereka. Alih-alih, mereka mampu menggunakan zat kimia dalam cairan hidrotermal melalui proses yang dinamakan kemosintesis. Kebanyakan hewan di lubang hidrotermal tidak mampu menggunakan sendiri zat kimia ini. Alih-alih mereka bermitra dengan organisme lain, biasanya bakteri. Cacing tabung, misalnya, memiliki organ besar yang dinamakan trofosom yang berisi bakteri kemosintetik. Mereka tidak punya mulut, perut, ataupun usus. Cacing itu memiliki tentakel panjang yang mencuat keluar dari ujung tabung. Di dalam tentakel, darah cacing mengandung hemoglobin (seperti darah manusia) yang dapat menyerap zat kimia dari air di sekitarnya. Darah membawa zat kimia tersebut ke bakteri yang tinggal di trofosom. Bakteri menghasilkan makanan yang memberikan nutrisi untuk cacing tabung.

#### Yang Diperlukan

1. Bahan untuk membuat bagian-bagian cacing tabung (lihat gambar). Berikut ini beberapa gagasan:
  - Silinder karton untuk belalai dan tabung
  - Potongan kawat untuk tentakel
  - Tanah liat untuk membuat model atau gumpalan kertas untuk vestimentum
  - Spons untuk trofosom
  - Kerang kecil-kecil atau manik-manik untuk bakteri
2. Bahan lain: lem, gunting, papan atau karton untuk poster, spidol berwarna, dan/atau cat semprot
3. Opsional: sebutir telur busuk dalam stoples tertutup rapat

#### Cara Membuat

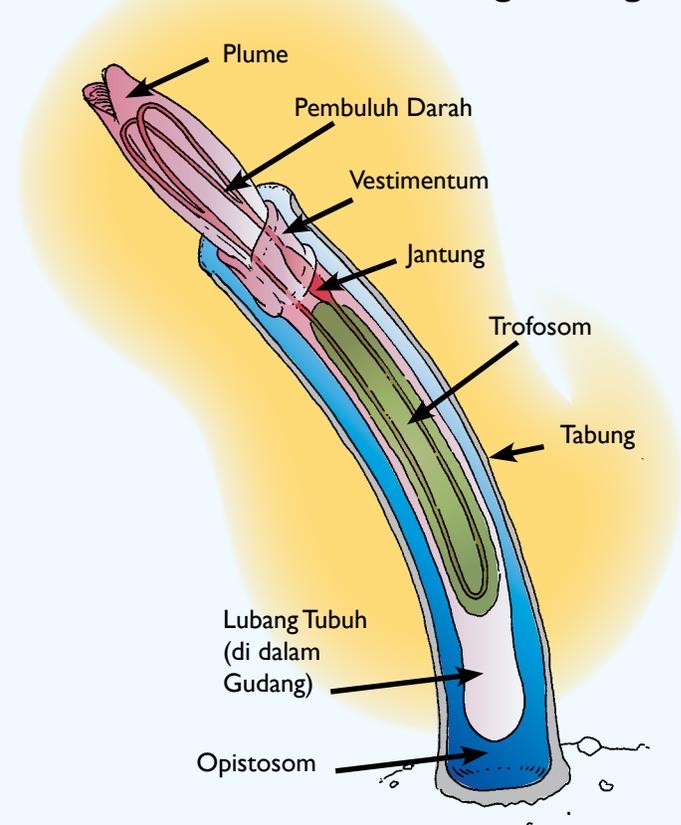
Karena sebagian besar cacing tabung tersembunyi di dalam tabung, Anda harus membangun model sebagai "potongan melintang" sehingga struktur utamanya dapat dilihat. Berikut ini bagian-bagian cacing tabung yang harus ada pada model Anda:

- **Tentakel** – Keseluruhan tentakel dinamakan "Plume;" harus berwarna merah karena mengandung hemoglobin.
- **Vestimentum** – Ini struktur berotot yang memiliki beberapa fungsi:
  - membantu menahan cacing di dalam tabung;
  - menghasilkan bahan baru untuk tabung;
  - memiliki pori-pori untuk melepaskan sperma atau telur di saat pemijahan;
  - berisi "jantung" dan "otak" cacing tabung.

- **Trofosom** – Organ hijau-cokelat tua ini bertekstur seperti spons, dan mengandung bakteri yang menggunakan oksigen, karbon dioksida, dan hidrogen sulfida untuk membuat makanan mereka sendiri maupun untuk cacing; pastikan untuk menyertakan benda tertentu sebagai bakteri.
- **Gudang** – Di sinilah tempat limbah disimpan, karena cacing tabung tidak punya mulut, perut, usus, ataupun anus.
- **Tabung** – Ini silinder berongga yang keras, dan melindungi cacing seperti kulit hewan lainnya. Tentakel dapat ditarik seluruhnya ke dalam cacing untuk menghindari predator.
- **Opistosom** – Organ ini (seperti vestimentum) menghasilkan bahan baru untuk tabung dan membantu menahan cacing tetap berada di dalam tabungnya.

Fitur yang sangat jelas pada cacing tabung adalah baunya. Salah satu zat kimia yang digunakan oleh bakteri kemosintetik adalah hidrogen sulfida, yang membuat telur busuk berbau begitu khas. Jika ingin menyertakan fitur ini dalam model, Anda mungkin harus meletakkan telur busuk (atau sumber lain hidrogen sulfida) dalam stoples kaca bertutup rapat agar Anda dapat mengendalikan bau itu.

#### Casing Tabung



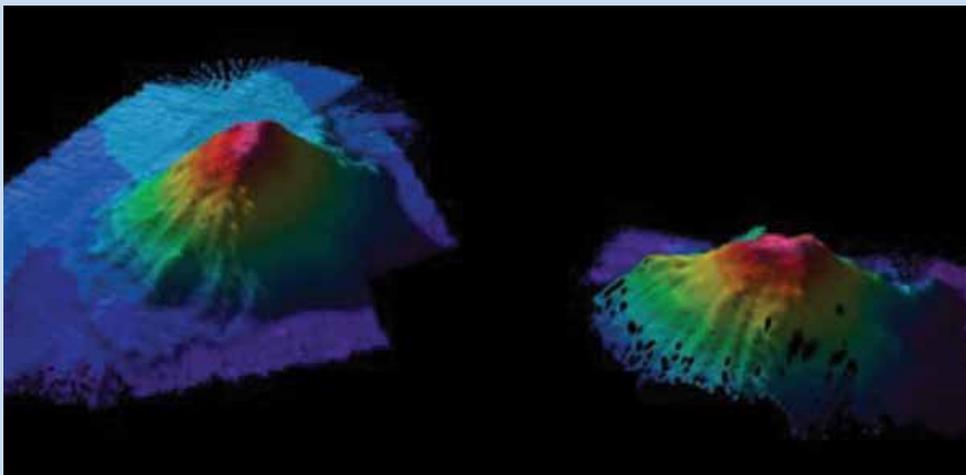
## Lembar Fakta #2:

### Makanan dari Ekosistem Laut-Dalam

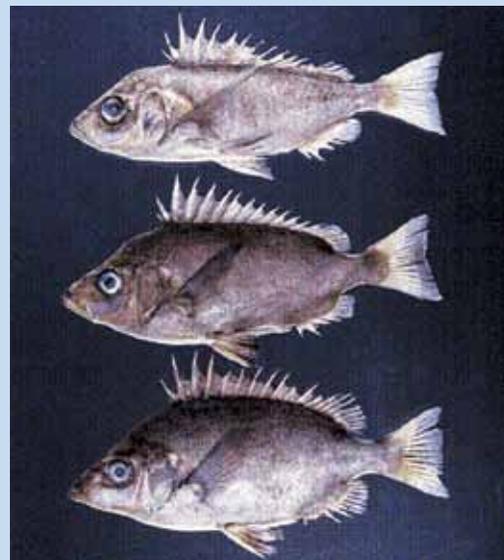
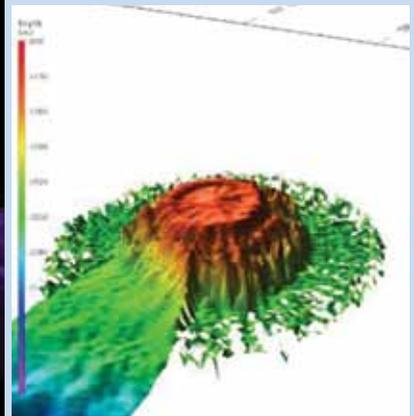
Gunung-laut adalah gunung bawah laut yang biasanya merupakan sisa-sisa gunung api bawah laut. Gunung ini menyeruak setinggi lebih dari 1.000 m dari dasar laut yang dalam dan seluruhnya di bawah air. Lereng gunung bawah laut sangat terjal, dan menghasilkan pola arus yang membawa nutrisi dari laut yang lebih dalam. Nutrisi ini dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman laut yang mendukung jaring makanan kompleks di sekitar gunung laut.

Kebanyakan ikan laut-dalam tidak dianggap penting dari segi komersial sebagai makanan manusia karena dagingnya miskin protein dan berair sehingga tidak menarik sebagai makanan manusia. Namun, pada tahun 1980-an, nelayan menemukan populasi besar ikan laut-dalam yang hidup di sekitar gunung api.

Ikan-ikan ini dagingnya kenyal dan lezat serta kaya protein dan lemak. Selain itu, ikan-ikan ini sepuluh kali lebih banyak daripada ikan laut-dalam lainnya di daerah lain di dekatnya. Sayangnya sekali, banyak spesies gunung bawah laut ditangkap secara berlebihan. Populasi ikan gunung bawah laut dapat dikelola untuk skala-kecil perikanan rakyat yang berkelanjutan dan masih bisa menyediakan makanan dan manfaat ekonomi bagi masyarakat setempat. Jenis pengelolaan ini bergantung pada informasi tentang ekosistem laut-dalam yang dapat berasal dari penjelajahan laut-dalam.



Gambar multisinger gunung api bawah laut.



Ikan grenadier, oreo, dan armorhead adalah ikan-ikan lezat yang ditemukan di banyak gunung bawah laut, tetapi terancam eksploitasi berlebihan yang dilakukan oleh kegiatan penangkapan ikan industri berskala besar. *Semua foto atas kebaikan NOAA.*

## Kegiatan Penemuan #2: Membuat Gunung Api

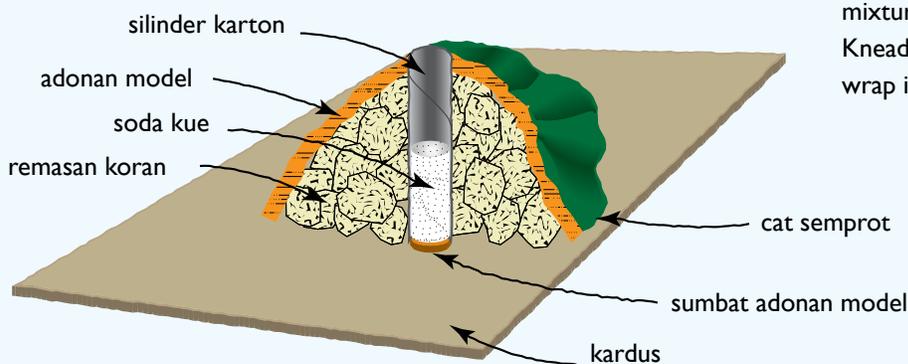
Gunung bawah laut berawal sebagai gunung api bawah laut yang meletus ketika batuan mencair di bawah permukaan Bumi. Batuan cair disebut magma, dan cenderung naik ke permukaan. Magma terkumpul di bawah permukaan di dapur magma, yang biasanya mengandung berbagai gas serta magma. Saat magma dan gas menerobos kerak Bumi, terjadilah letusan. Jika tekanan terbangun di dalam dapur magma, letusan bisa sangat ganas. Magma yang sangat panas mengalir dengan mudah di atas permukaan Bumi, dan menghasilkan gunung api rata yang disebut gunung api perisai. Jika magma lebih dingin, wujudnya lengket dan mengalir lebih lambat, menghasilkan gunung api berbentuk kerucut yang sangat kita kenal, disebut gunung api strato. Jika letusan sangat eksplosif dan ganas, puncak gunung api mungkin terpental seluruhnya sehingga hanya bagian dalam dapur magma yang tersisa. Bagian yang runtuh itu disebut kaldera.

### Yang Diperlukan

- Silinder karton
- Lembaran koran
- Selotip plastik atau selotip kertas
- Kardus, sekitar 80 cm persegi
- Aluminium foil
- Adonan model (lihat resep di bawah)
- Soda kue (cukup untuk mengisi silinder karton sekurang-kurangnya setengah penuh)
- Cuka, sekitar 250 milliter
- Pisau tajam untuk memotong silinder karton
- Opsional: cat semprot; lem semprot; pasir; pewarna makanan

### Warnings

1. Hati-hati menggunakan pisau! Lakukan pemotongan di atas talenan datar, dan jauhkan jari dari bilah tajam!
2. Pakai sarung tangan pelindung dan pelindung mata ketika menangani zat kimia.



### Cara Membuat

1. Potong silinder karton sepanjang kira-kira 20 cm. Sumbat bagian bawah silinder dengan sedikit adonan model.
2. Pasang silinder karton ke potongan kardus dengan selotip atau selofan.
3. Remas-remas lembaran koran menjadi beberapa bola, lalu lekatkan ke kardus mengelilingi silinder karton. Buatlah beberapa ukuran bola yang berbeda-beda sehingga permukaannya mengerucut dari tepi kardus ke bagian atas silinder karton, membentuk gunung api.
4. Tutup bola-bola koran dengan selebar aluminium foil atau lembaran adonan model buatan sendiri yang sudah digilas hingga rata. Sisakan lubang di penutup itu untuk ujung silinder karton. Lipat tepi foil ke bawah lembaran kardus.
5. Opsional: Hiasi model Anda. Semprot dengan cat semprot hijau dan cokelat. Anda juga mungkin ingin menyemprotkan lem dan menaburkan pasir ke atas lem sebelum mengering.
6. Isi silinder karton sekurang-kurangnya setengah penuh dengan soda kue. Kalau mau, campurkan beberapa tetes pewarna makanan merah ke dalam cuka agar terlihat seperti lava yang meleleh.
7. Bawa model Anda ke luar sebelum meletus! Tuangkan cuka ke dalam silinder, lalu mundur!

### Recipe for Homemade Modeling Dough

- 1 cup flour
- 1/2 cup salt
- 1 cup water
- 1 tablespoon cooking oil
- 2 teaspoon cream of tartar
- (Optional) food coloring

Mix all ingredients together and heat slowly, stirring constantly, until the mixture is thick and doughy. Let the

mixture cool until it can be handled. Knead the dough ball a few times, then wrap in foil to store.

### Lembar Fakta #3:

## Penjelajahan laut-dalam dapat membantu meramalkan gempa bumi dan tsunami.

Geologi dasar laut di seluruh Indonesia sangat kompleks dan aktif. Geologi aktif berarti bahwa tanah dan dasar laut di Indonesia sering mengalami letusan gunung api, gempa bumi, dan tsunami. Gunung api di Indonesia menelan lebih banyak korban manusia dan lebih sering menimbulkan tsunami daripada daerah vulkanik lainnya di Bumi. Kegiatan geologi ini terjadi karena Indonesia terletak di persimpangan beberapa lempeng tektonik yang membentuk kerak Bumi. Tabrakan antara lempeng-lempeng ini menyebabkan terjadinya letusan gunung api dan gempa bumi, dan juga dapat menimbulkan tsunami.

Pada skala global, kerak Bumi tampaknya terbagi menjadi 14 lempeng besar (Gambar 1). Pada skala ini, Indonesia terletak di persimpangan Lempeng Eurasia, Pasifik, India, dan Australia. Di banyak tempat, termasuk Indonesia, banyak lempeng



kecil-kecil sehingga geologinya jauh lebih kompleks. Gambar 2 mengilustrasikan sebagian lempeng kecil-kecil ini dan pergerakannya. Lempeng India dan Australia mendorong di bawah Lempeng Burma dan Sunda, membentuk busur gunung api di Indonesia barat. Ke arah timur, beberapa lempeng kecil bertabrakan dengan berbagai cara yang juga menghasilkan gempa bumi dan gunung api.

Gerakan antar-lempeng ini tidak konstan, karena gesekan antar-lempeng cenderung menjaga mereka sehingga tidak bergerak. Tetapi, ketika lempeng-lempeng ini tidak bergerak, kekuatan tektonik menyebabkan tekanan terakumulasi pada lempeng atas dan secara bertahap menjadi berubah bentuk. Tekanan dapat terakumulasi selama berabad-abad, sampai deformasi itu tiba-tiba terlepas dan menyebabkan lempeng-lempeng itu bergerak lagi. Pergerakan lempeng ini menimbulkan gempa bumi, serta “tendangan” air raksasa yang menghasilkan tsunami. Gempa dan tsunami di Banda Aceh pada tanggal 26 Desember 2004 disebabkan oleh peluncuran mendadak ketika Lempeng India meluncur ke bawah Lempeng Burma.

Penjelajahan laut-dalam di daerah lain memetakan pola perubahan bentuk lempeng-lempeng tektonik, dan menggunakan berbagai pola tersebut untuk meramalkan bahaya gempa dan tsunami. Informasi serupa dari laut-dalam Indonesia dapat digunakan untuk membantu mempersiapkan diri menghadapi bahaya ini.

### Kegiatan Penemuan #3:

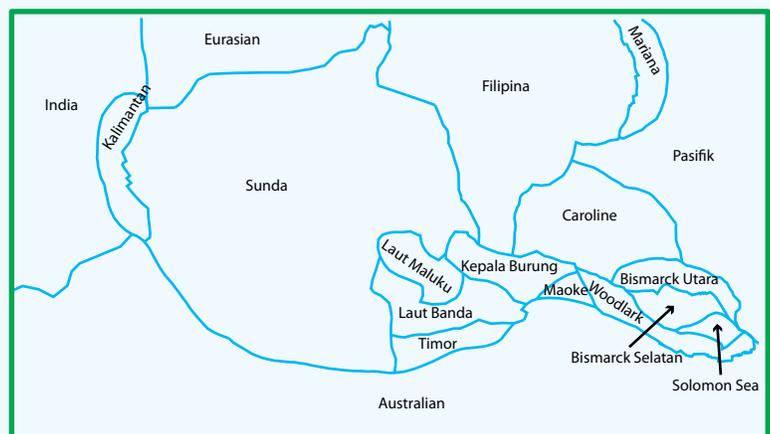
## Memecahkan Teka-Teki Tektonik

Buat salinan Gambar 2 (halaman berikutnya) dengan

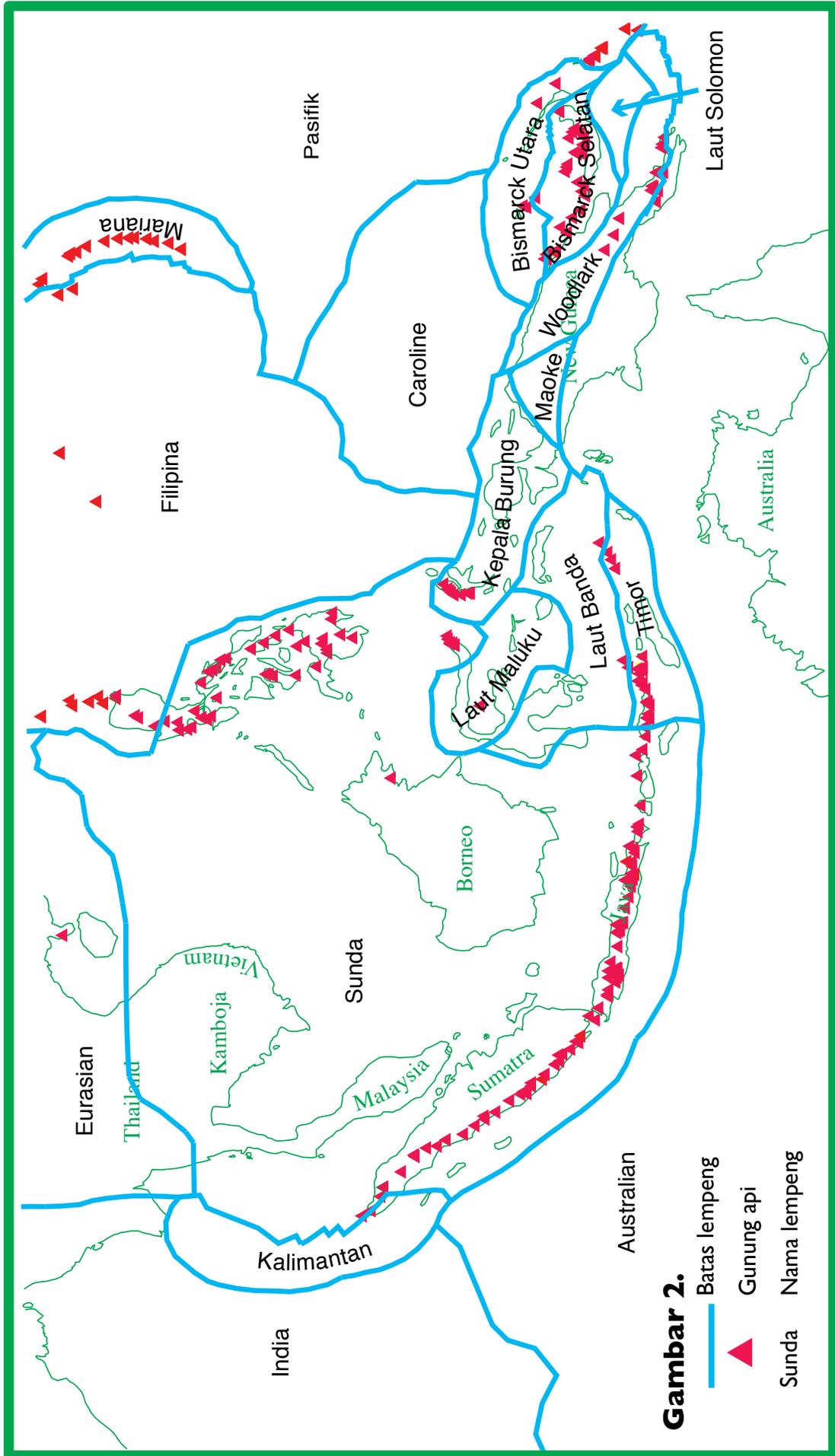
- Memfotokopi, ATAU
- Merunut, ATAU
- Menggambar batas-batas lempeng tektonik ke atas peta wilayah Indonesia.

Jika Anda guru, mungkin siswa bisa diminta membuat salinan dengan menggunakan pilihan (b) atau (c).

Gunting setiap lempeng tektonik, lalu campur-baurkan semua guntingan itu. Sekarang, pasang setiap lempeng itu ke tempatnya masing-masing. Jadikan tugas ini menjadi pertandingan dengan menghitung waktu yang diperlukan untuk menempatkan semua lempeng di tempat yang benar.



**Batas lempeng.** Siswa harus menggunting mengikuti garis biru pada Gambar 2 di halaman berikut seperti yang ditunjukkan di atas.



**Gambar 2.**

- Batas lempeng
- ▲ Gunung api
- Sunda Nama lempeng

## Lembar Fakta #4:

### Perubahan Iklim Bumi Mempengaruhi Sistem Laut-Dalam

Rata-rata suhu Bumi sekarang lebih hangat daripada sebelumnya, setidaknya sejak 1400 M. Penting diingat bahwa angka rata-rata termasuk angka yang lebih tinggi dan lebih rendah dari nilai “rata-rata.” Jadi, pemanasan di beberapa daerah dapat jauh lebih tinggi daripada rata-rata, sementara daerah lain mungkin sebenarnya lebih dingin. Perdebatan terus berlangsung tentang penyebab perubahan iklim, tetapi jelas bahwa

- Gletser gunung mencair;
- Es kutub berkurang;
- Selimut salju musim semi sudah musnah;
- Suhu tanah meningkat di banyak daerah;
- Permukaan laut naik beberapa cm dalam 100 tahun terakhir.

Kenaikan permukaan laut membuat masyarakat pesisir lebih rentan terhadap badai dan banjir. Hal lain yang memprihatinkan bagi Indonesia adalah pengaruh suhu yang lebih tinggi pada terumbu karang. Banyak ilmuwan berpendapat bahwa kesehatan terumbu karang di seluruh dunia menurun karena beberapa tekanan, salah satunya adalah suhu air yang memanas.

Sementara laut-dalam mungkin tampaknya jauh dari atmosfer, arus laut-dalam mengalirkan panas di antara semua lautan di dunia. Sirkulasi laut-dalam ini kadang-kadang disebut “ban berjalan global,” dan sangat nyata mempengaruhi iklim Bumi. Sejumlah ilmuwan prihatin bahwa suhu hangat di permukaan laut dan meningkatnya aliran air tawar dari es-cair dapat melemahkan ban berjalan global. Penjelajahan laut dapat

memberikan beberapa pengetahuan penting tentang interaksi atmosfer-laut yang dibutuhkan untuk memahami, meramalkan, dan menyikapi dampak tersebut.

Interaksi antara laut dan atmosfer Bumi menghasilkan tekanan lain yang mempengaruhi banyak organisme laut. Karbon dioksida di atmosfer Bumi telah meningkat selama bertahun-tahun, dan ini menyebabkan semakin banyak karbon dioksida terlarut di laut. Peningkatan karbon dioksida terlarut menyebabkan air laut menjadi lebih asam. Peningkatan keasaman mengganggu pembentukan cangkang dan struktur kerangka lainnya pada bunga karang, kerang, echinodermata, plankton, serta fauna dan flora laut lainnya.



*Limacina helicina*, siput plankton yang berenang bebas. Siput ini, yang dikenal sebagai aspteropoda, membentuk cangkang kalsium karbonat dan merupakan sumber makanan penting dalam banyak jaring makanan laut. Ketika kadar CO<sub>2</sub> terlarut dalam air laut meningkat, kecepatan pertumbuhan kerangka pteropoda dan organisme penghasil kalsium lainnya melambat karena pengaruh CO<sub>2</sub> terlarut terhadap keasaman laut. Kredit gambar: Russ Hopcroft, UAF/NOAA.

## Kegiatan Penemuan #4:

### Membuat Majalah Dinding

Banyak orang tidak memikirkan laut-dalam dan tidak mengerti mengapa penjelajahan laut-dalam itu penting. Bagian yang sangat penting dari ilmu pengetahuan dan penjelajahan adalah menyampaikan hasilnya kepada orang lain. Salah satu caranya adalah dengan membuat Majalah Dinding. Berdasarkan informasi dalam beberapa lembar fakta ini dan berbagai sumber lain, buatlah Majalah Dinding yang menjelaskan mengapa penting menjelajahi laut-dalam Indonesia. Jangan lupa menjelaskan keanekaragaman hayati dan mengapa hal itu penting, termasuk gagasan bahwa spesies baru dapat menghasilkan obat penting, makanan bagi manusia, dan produk lainnya yang berguna. Majalah Dinding Anda juga harus menyebutkan bahwa penjelajahan laut-dalam dapat membantu meramalkan bencana alam, dan bagaimana perubahan iklim dapat mempengaruhi penduduk Indonesia dan lingkungannya.

Ciptakan tata letak dan isi Majalah Dinding dengan kreatif. Misalnya, bentuk keseluruhan majalah bisa seperti ikan atau kerang. Anda mungkin ingin menyertakan ilustrasi, tetapi Anda juga bisa menambahkan esai, puisi, cerita pendek, lagu, atau karya seni lainnya buatan Anda sendiri. Sajikan dan jelaskan Majalah Dinding Anda kepada kelompok di sekolah, orang tua, atau anggota komunitas Anda.

[Catatan untuk Guru: Majalah Dinding adalah cara yang ampuh dan menyenangkan untuk meningkatkan keterampilan siswa dalam menulis dan berkomunikasi, mencari informasi dan menganalisis, serta menyajikan berbagai gagasan dengan cara yang estetis, namun bermanfaat. Beberapa Majalah Dinding yang terbaik menampilkan teks dan ilustrasi yang seluruhnya dibuat sendiri oleh siswa.]