

Kesan Kenaikan Aras Laut, Pengasidan Laut, dan Pemanasan

Modul 4: Perubahan Iklim dan Kesejahteraan Ekosistem Laut
Tempoh: 1 Jam

Dibiayai oleh Kesatuan Eropah. Pandangan dan pendapat yang dinyatakan adalah semata-mata pandangan penulis serta tidak berkaitan dengan pendirian rasmi Kesatuan Eropah atau EACEA. Kesatuan Eropah mahupun EACEA tidak boleh dipertanggungjawabkan terhadap kandungan tersebut.

Projek: 101129136 — SustainaBlue — ERASMUS-EDU-2023-CBHE



Co-funded by
the European Union



RAKAN KERJASAMA PROJEK

Malaysia



Isi Kandungan



Indonesia



Greece



symplexis



Cyprus



Dibiayai oleh Kesatuan Eropah. Pandangan dan pendapat yang dinyatakan adalah semata-mata pandangan penulis serta tidak berkaitan dengan pendirian rasmi Kesatuan Eropah atau EACEA. Kesatuan Eropah mahupun EACEA tidak boleh dipertanggungjawabkan terhadap kandungan tersebut.

Projek: 101129136 — SustainaBlue — ERASMUS-EDU-2023-CBHE

Isi Kandungan

- 01 Interaksi antara Laut dan Iklim
- 02 Kenaikan Aras Laut (SLR)
- 03 Pemanasan laut
- 04 Pengasidan Laut
- 05 Kajian Kes: Jaringan Kesan Perubahan Iklim



Interaksi antara Laut dan Iklim

- Perubahan laut dipengaruhi dengan 2°C pada suhu pemanasan permukaan global membawa risiko tinggi terhadap dampak dan tidak seharusnya melebihi had tersebut.



Lautan global, termasuk laut yang tertutup, berfungsi sebagai penyetel iklim:

- Menyerap 93% haba tambahan di bumi.
- Menangkap 28% pelepasan CO₂ yang antropogenik.
- Mengumpul semua air daripada glasier yang telah cair.

**Peningkatan suhu laut dan aras laut
akan menyebabkan pengasidan laut**

Persidangan Rangka Kerja Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu mengenai Perubahan Iklim (UNFCCC)

- Bertujuan untuk menstabilkan kadar gas rumah hijau dalam atmosfera dengan mencegah campur tangan manusia yang berbahaya terhadap sistem iklim

“

Jangka masa yang mencukupi membolehkan ekosistem menyesuaikan diri secara semula jadi terhadap perubahan iklim, bagi memastikan pengeluaran makanan yang tidak dihadkan, dan membolehkan pembangunan ekonomi berlangsung secara lestari.

”

- Memandangkan lautan bertindak sebagai barisan hadapan yang melindungi kawasan pesisir, ia amat penting dalam sumber kehidupan dan keselamatan makanan.

MATLAMAT

Kenaikan suhu purata permukaan bumi global tidak seharusnya melebihi 2 °C daripada purata pra-perindustrian.



Co-funded by
the European Union

(Sumber: Contrasting futures for ocean and society from different anthropogenic CO2 emissions scenarios, 2015)

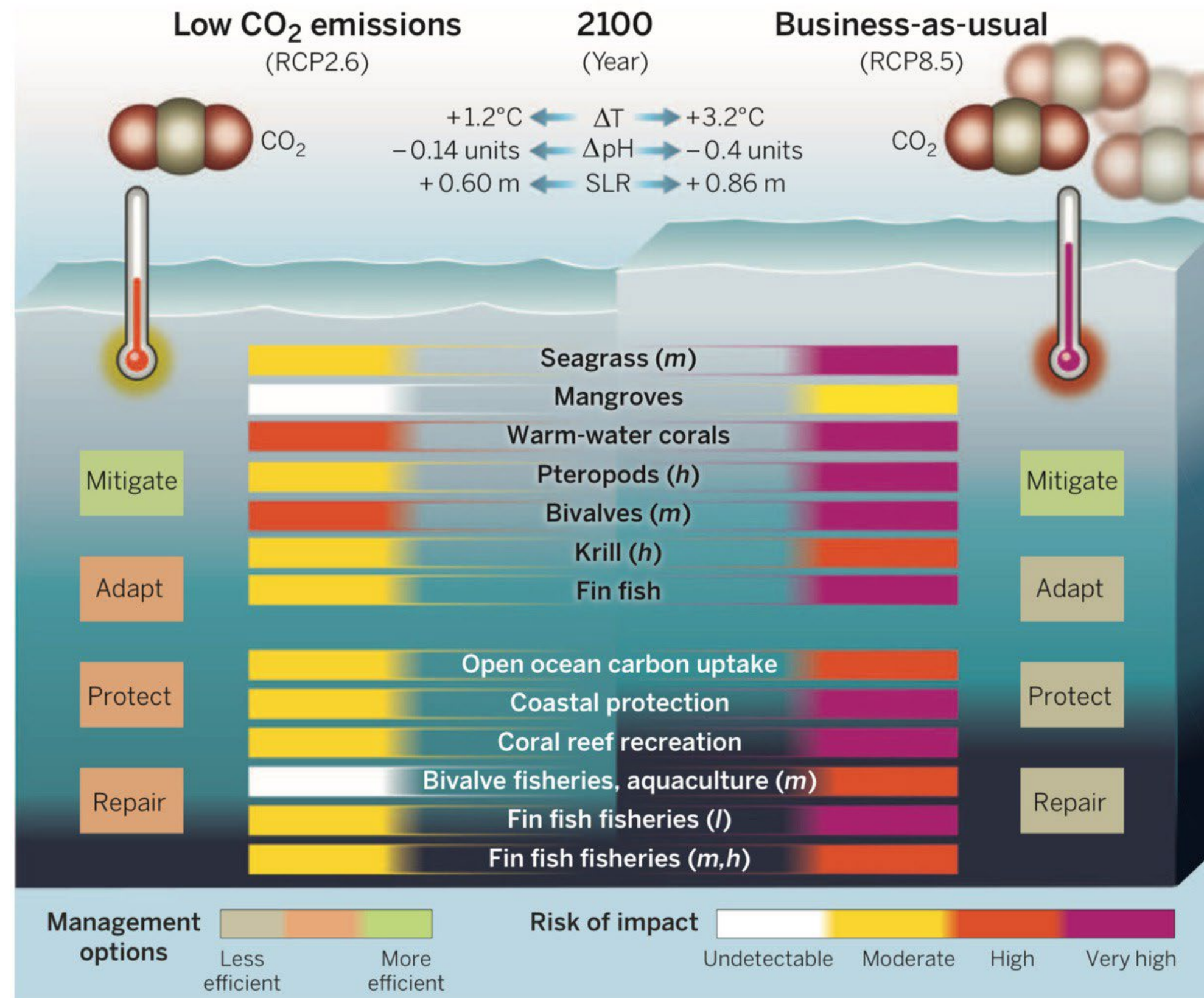
RCP 8.5

- Trajektori pelepasan karbon yang tinggi akan mengakibatkan laut menjadi lebih panas, pH lebih rendah, dan kenaikan aras laut yang ketara menjelang 2100.
- Sebagai contoh, Suhu Permukaan Laut (SST) dijangka meningkat sebanyak $2.73 \pm 0.72^{\circ}\text{C}$, dan pH di permukaan ialah -0.33 ± 0.003 unit. Jumlah air laut yang bersifat menghakis cangkerang kalsium karbonat ($\Omega_a < 1$) meningkat daripada 76% kepada 91%.

(Sumber: Contrasting futures for ocean and society from different anthropogenic CO₂ emissions scenarios, 2015)

RCP 2.6

- Matlamat Perjanjian Copenhagen untuk mengekalkan kenaikan suhu global di bawah 2°C dijangka memberi impak yang kurang serius terhadap lautan.
- Sebagai contoh, Suhu Permukaan Laut (SST) dijangka meningkat sebanyak $0.71 \pm 0.45^{\circ}\text{C}$ dan pH permukaan menurun sebanyak -0.07 ± 0.001 unit menjelang 2100. Jumlah air laut yang bersifat menghakis cangkerang kalsium karbonat dijangka meningkat kepada hanya 83%



Perubahan secara fizikal dan kimia laut serta impak terhadap organisma dan perkhidmatan ekosistem berdasarkan senario pelepasan CO₂ dengan teliti (RCP2.6) dan senario perniagaan yang dilakukan seperti biasa yang tinggi (RCP8.5).

(Sumber: Contrasting futures for ocean and society from different anthropogenic CO₂ emissions scenarios, 2015)

▼ Perubahan Aras Laut

Purata aras laut secara global (GMSL), meningkat secara beransur dan semakin laju dengan anggaran 6–9 m, seiring dengan the kadar pencairan glasier serta lapisan ais di Greenland and Antartika.

- Pencairan glasier dan lapisan ais serta perubahan dalam penyimpanan air di darat berpunca daripada pengembangan terma. —————> Diikuti RCP.
- GMSL akan meningkat antara 0.43 m (0.29–0.59 m, julat yang dianggarkan; RCP2.6) dan 0.84 m (0.61–1.10 m, julat yang dianggarkan; RCP8.5) menjelang 2100

Faktor antropogenik bukan berkaitan iklim

- Pola demografi dan pemindahan semula
- Pemendekan tanah akibat campur tangan manusia

Peningkatan kawasan pesisir rendah

Pendedahan dan kemudahterancaman komuniti terhadap kenaikan aras laut (SLR) dan fenomena aras laut melampau (ESL).

Coastal Ecosystem

Sebagai contoh, paya bakau, hutan bakau, bukit pasir yang bertumbuhan, dan pantai berpasir boleh dibina secara menegak dan berkembang secara mendatar sebagai tindak balas kepada SLR, ia menyediakan perkhidmatan penting termasuk perlindungan pesisir dan habitat untuk pelbagai biota.

- Akibat daripada aktiviti manusia, ekosistem di pesisir secara perlahan telah kehilangan keupayaan untuk menyesuaikan diri terhadap perubahan yang disebabkan oleh iklim serta menyediakan perkhidmatan ekosistem.



Pemanasan laut yang meningkat

Kajian terkini menunjukkan bahawa banyak spesies, termasuk pelbagai invertebrata, spesies ikan bernilai komersial, dan mamalia marin, sedang mengalami perubahan fenologi dan geografi akibat kesan utama pemanasan lautan.

- Perubahan julat spesies biasanya mengikuti perubahan isoterma atau suhu yang melampau, dan ia merupakan salah satu kesan utama pemanasan laut.
- Hal ini boleh menyebabkan perubahan yang berkemungkinan kekal pada ekosistem, termasuk kepupusan setempat, serta menghasilkan spesies yang baru.



Kesan Pemanasan laut

Kajian menunjukkan bahawa sesetengah spesies dapat menyesuaikan diri dengan pemanasan yang dijangka kurang daripada RCP8.5.

- Perubahan biogeografi mengehadkan potensi adaptasi dan bilangan spesies yang kecil. Habitat kehidupan marin berpindah ke perairan yang lebih sejuk atau aras air yang lebih dalam, ia memberi kesan ketara kepada industri perikanan, termasuk perubahan aktiviti menangkap ikan dan penyesuaian kaedah penangkapan.



Pemanasan menyebabkan kadar kematian yang tinggi terhadap terumbu karang air panas melalui pemutihan serta penyakit biotik, ia menyebabkan penurunan kadar **kepelbagaian biologi** serta jumlah karang.

(Sumber: Contrasting futures for ocean and society from different anthropogenic CO2 emissions scenarios, 2015)



Co-funded by
the European Union

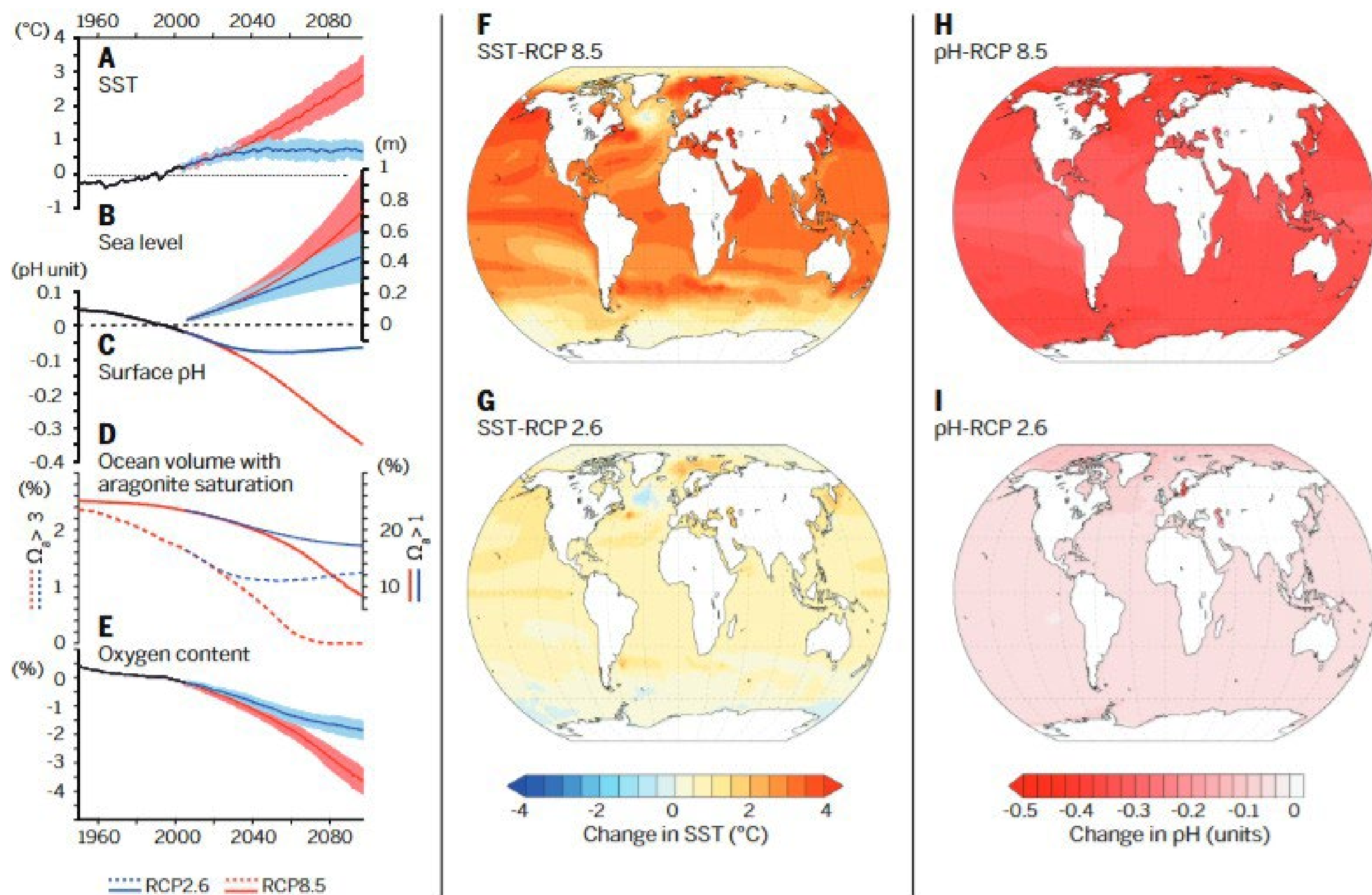


SustainaBlue
HEIs stands for Higher Education Institutions

Pengasidan Laut

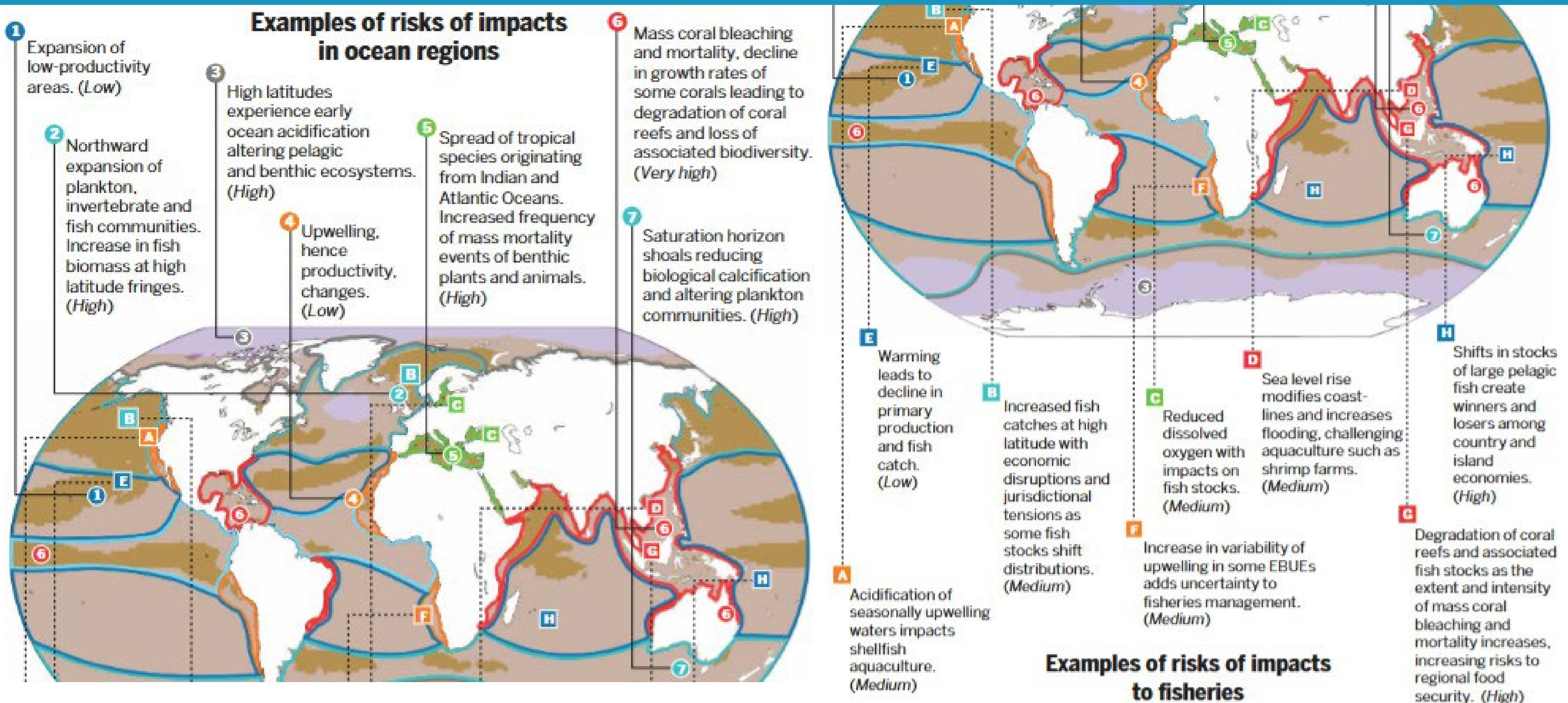
- CO₂ memainkan peranan penting dalam mempengaruhi kadar Gas Rumah Hijau serta menyebabkan pengasidan laut, ia secara tidak langsung dengan perlahan menjejaskan kehidupan akuatik.
- Organisma yang menghasilkan rangka dan cangkerang daripada kalsium karbonat mengalami kesan negatif dengan ketara.

Proses ini melibatkan peningkatan tekanan separa karbon dioksida (pCO₂) dan karbon terlarut yang tidak organik, serta menurunkan kadar pH dan tahap ketepuan air laut.



Rajah 1. Perubahan alam sekitar sepanjang tempoh perindustrian dan abad ke-21 bagi senario perniagaan yang dijalankan seperti biasa dan senario pelepasan yang teliti, selaras dengan sasaran UNFCCC untuk mengehadkan kenaikan suhu permukaan global kepada 2 °C. (A hingga E)

(Sumber: Contrasting futures for ocean and society from different anthropogenic CO₂ emissions scenarios, 2015)



Rajah 3. Perubahan serantau dalam sistem fizikal dan risiko yang berkaitan bagi sistem semula jadi dan sistem yang diuruskan manusia.

(Sumber: Contrasting futures for ocean and society from different anthropogenic CO2 emissions scenarios, 2015)

Organisma Menghasilkan Cangkerang dan Rangka daripada Kalsium Karbonat

- RCP 8.5 kebawah termasuk pengurangan pembentukan kalsium karbonat, kadar penyembuhan yang menurun, dan struktur berkalsium yang rendah.
- Pemerhatian semasa menunjukkan **penurunan ketebalan kokolit dan keterlarutan cangkerang pteropod hidup dalam Sistem Arus California dan Laut Selatan.**

Penurunan pembentukan kalsium karbonat bersih yang diperhatikan di terumbu karang sepanjang tempoh 1975–2008 telah menyebabkan sesetengah terumbu karang beralih ke arah hakisan bersih.



AKTIVITI: Jaringan Kesan Perubahan Iklim

1. Bahagikan kepada 6–8 kumpulan
2. Pilih satu ekosistem marin
3. Petakan kesan suhu, pH, dan aras laut ke atas ekosistem
4. Kongsi dalam slide Canva



Contoh : Terumbu karang dan Rumput Laut



★Ringkasan

- Tiga faktor utama perubahan iklim terhadap persekitaran laut dan pesisir: **Kenaikan aras laut, Pemanasan laut, dan Pengasidan laut** yang merupakan akibat daripada penyerapan gas Karbon Dioksida yang dihasilkan melalui aktiviti antropogenik.
- Ia menyebabkan peningkatan fenomena banjir, pemutihan terumbu karang, and dan ancaman terhadap karang.
- Terdapat dua Laluan Kepekatan Wakil, dikenali sebagai **RCP** yang meramalkan keadaan pada tahun 2100 iaitu:
 - 1.**RCP 8.5** menekankan trajektori pelepasan kadar karbon yang tinggi dengan peningkatan suhu laut secara dramatik, menyebabkan kepada laut yang lebih panas, pH yang lebih rendah, dan kenaikan aras laut yang meluas.
 - 2.**RCP 2.6** menekankan sasaran Persetujuan Copenhagen untuk mengehadkan kenaikan suhu purata global kurang daripada 2°C.

Sumber Rujukan

Gattuso, J.–P. ., Magnan, A., Billé, R., Cheung, W. W. L, Howes, E. L, Joos, F., Allemand, D., Bopp, L, Cooley, S. R., Eakin, C. M., Hoegh–Guldberg, O., Kelly, R. P., Pörtner, H.–O. ., Rogers, A. D., Baxter, J. M., Laffoley, D., Osborn, D., Rankovic, A., Rochette, J., & Sumaila, U. R. (2015). Contrasting futures for ocean and society from different anthropogenic CO2 emissions scenarios. *Science*, 349(6243).

<https://doi.org/10.1126/science.aac4722>

Summary for Policymakers. (2022). *The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*, 3–36.

<https://doi.org/10.1017/9781009157964.001>

TERIMA KASIH

ASSOC. PROF. DR MAHADI MOHAMMAD



+6012-472 2912



mahadi@usm.my



Co-funded by
the European Union

Dibiayai oleh Kesatuan Eropah. Pandangan dan pendapat yang dinyatakan adalah semata-mata pandangan penulis serta tidak berkaitan dengan pendirian rasmi Kesatuan Eropah atau EACEA. Kesatuan Eropah mahupun EACEA tidak boleh dipertanggungjawabkan terhadap kandungan tersebut.

Projek: 101129136 — SustainaBlue — ERASMUS-EDU-2023-CBHE

