

PAIR/P.306/1988

PENENTUAN UMUR KARANG LAUT
DENGAN METODE RADIOKARBON

Supratman dan Indrojono

PENENTUAN UMUR KARANG LAUT DENGAN METODE RADIOKARBON

Supratman*, dan Indrojono*

ABSTRAK

PENENTUAN UMUR KARANG LAUT DENGAN METODE RADIOKARBON. Telah dilakukan penelitian umur karang laut dengan metode radiokarbon di laboratorium Hidrologi PAIR-BATAN. Karang laut yang ditentukan umurnya empat buah dari Srilangka satu buah dari Srandil, Indonesia. Karang laut dan asam oksalat standar SRM 4990 C NBS dikonversikan ke bensen. Sampel bensen ini dicacah dengan sintilasi cair Packard Tri-Carb 469 C. Hasil kedua cacahan neto ini dibandingkan setelah dilakukan koreksi dan dinormalisasi. Koreksi yang dilakukan terhadap umur radiokarbon karang laut, meliputi harga waktu paruh dan efek reservoir.

ABSTRACT

RADIOCARBON DATING OF CORAL. A study of radiocarbon dating of coral was carried out in hydrology laboratory of PAIR-BATAN. Four samples from Ceylon and one sample from Srandil, Indonesia have been observed. Coral and oxalic acid standard of SRM 4990 converted to benzene. The benzene were counted with liquid scintillation counter Packard Tri-Carb 460 C. Netto count result of samples and standard are compared after correction and normalization was done corection was done against half live value and reservoir effect.

PENDAHULUAN

Teknik penanggalan radiokarbon untuk penentuan umur karang laut sangat penting untuk dikembangkan karena dapat menyajikan informasi yang sangat dibutuhkan oleh para ahli arkeologi aseanology dan geologi. Dalam penanggalan radiokarbon karang laut ada dua hal penting yang perlu ditentukan. Pertama, penentuan aktivitas sisa ¹⁴C dalam karang laut pada saat dilakukan penanggalan. Kedua, penentuan aktivitas ¹⁴C karang laut pada saat terlepas dari reservoir karbon dimana karang laut

hidup dalam kondisi keseimbangan atmosfer. Dalam penelitian ini aktivitas ¹⁴C karang laut pada saat kematian secara representatif oleh 0,95 persen asam oksalat standar SRM 4990 C NBS. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari aplikasi penanggalan dengan metode ¹⁴C dari karang laut.

Masalah pokok penanggalan ¹⁴C karang laut adalah menentukan kandungan aktivitas sisa ¹⁴C pada karang laut. Nilai ini kemudian dikonversikan ke dalam umur. Umur yang dimaksud merupakan perkiraan sejak waktu kematian karang laut, yaitu setelah ia terlepas dari lingkungannya atau reservoir karbon di mana karang laut terbentuk. Hal

* Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN

penting yang harus diperhatikan yakni aktivitas ^{14}C selama karang laut hidup hingga mati selalu dalam keseimbangan dengan ^{14}C di atmosfer.

TEORI

Banyak faktor yang mempengaruhi kelimpahan ^{14}C dalam karang laut. GUP-TA dan POLACH (3) konsentrasi asal ^{14}C karang laut pada waktu pertumbuhan ada-lah dalam keseimbangan dengan konsen-trasi ^{14}C dari bikarbonat HCO_3 dan CO_2 yang terlarut di dalam air laut. Dalam semua kasus air laut konsentrasi ^{14}C tidak dalam keseimbangan dengan ^{14}C di atmosfer. Konsentrasi ^{14}C juga berva-riasi dari tempat ke tempat dan lebih banyak dipengaruhi oleh kondisi lokal, seperti pengaruh garis lintang, arus laut, dan kedalaman.

Menurut RANKAMA (6) hal penting mengenai kelimpahan ^{14}C dalam karang laut adalah adanya kontaminasi oleh karbon tua atau masa kini. Ini terjadi setelah karang laut lepas dari siklus hidupnya. Masuknya karbon tua atau masa kini menyebabkan penambahan atau pe-ngurangan kandungan ^{14}C karang laut. Bahan biogenik dan non-biogenik karbon, misalnya senyawa humus, akar pengganggu dari vegetasi lain, jamur dan tumbuhan lumut yang melekat pada karang laut, dapat mempengaruhi jumlah ^{14}C . Selain itu endapan karbonat tua atau muda dapat bergabung setelah terjadi proses

pengendapan. Kontaminasi oleh endapan sekunder ini terjadi akibat gerakan de-posit. Faktor lain adalah ketidakim-bangan yang melintasi permukaan udara-laut atau dilusi air permukaan oleh air dalam dengan kandungan ^{14}C rendah. Ba-gian karang laut yang sering terkon-taminasi ialah jaringan lunak bagian luar. Hal ini terjadi diakibatkan per-gerakan air laut selama karang laut (1) terdeposit.

Penyebab lain variasi kandungan ^{14}C karang laut adalah kandungan radio-isotop yang tergabung memasuki karang laut melalui proses fotosintesis. Frak-si isotop ini dalam karang laut meng-akibatkan kesalahan sistematis kecil terhadap hasil penanggalan ^{14}C . Kesal-han ini dapat dielimnasi saat kom-posisi isotop karbon stabil pada ka-rang laut diukur dengan spektrometer massa. (4)

Penyajian hasil pengukuran aktivi-tas sisa ^{14}C karang laut yang lebih teliti dilakukan dengan relasi peng-u-kuran, koreksi, dan normalisasi akti-vitas ^{14}C sisa A_{sn} terhadap keseim-bangan aktivitas ^{14}C reservoir (A_{on}) karang laut. Hubungan antara kedua ak-tivitas identik dengan persamaan pelu-ruhan radioaktif yang dinyatakan dalam persamaan matematik sebagai berikut :

$$A_{sn} = A_{on} \exp(-\lambda t)$$

t = tahun kematian, diperhitungkan se-jak karang laut terlepas dari kon-

disi keseimbangan di dalam reservoir

λ = konstanta peluruhan radioaktif ^{14}C .

Penyelesaian persamaan diatas dengan waktu paroh ^{14}C 5568 tahun, untuk tahun kematian (t) adalah :

$$t = - 8033 \ln (A_{on} / A_{sn})$$

Penentuan (t) menurut STUIVER dan POLACH (8) cukup dengan mengetahui rasio aktivitas atau cacahan per menit, yaitu perbandingan cpm yang teramati dari karang laut terhadap aktivitas atau cacahan neto per menit, reservoir yang ditentukan dalam kondisi yang sama.

FAURE (2) standar penanggalan ^{14}C ini adalah 95 persen aktivitas atau laju cacahan asam oksalat standar dari Biro Standar Nasional Amerika Serikat pada tahun 1950 AD. Aktivitas standar primer adalah mewakili aktivitas ^{14}C standar kayu terrestrial tahun 1950 AD. Aktivitas kayu tersebut telah dikoreksi terhadap kayu yang tumbuh dalam tahun 1890 AD. Hal penting dalam penanggalan ^{14}C adalah melaporkan nilai $\delta^{13}\text{C}$ dari karang laut dan standar. Ini dapat dilakukan dengan pengukuran atau perkiraan relatif terhadap PDB. Sesuai dengan perjanjian fraksi isotop ^{13}C di dalam semua sampel yang terlepas dari kondisi lingkungannya dimasukkan ke dalam perhitungan aktivitas dengan normalisasi

$\delta^{13}\text{C} = - 25$ per mil relatif terhadap PDB.

Menurut STUIVER (7) dalam pelaporan hasil penanggalan ^{14}C dipakai tahun rujukan dasar 1950 AD. Hal ini sesuai dengan tahun pembuatan asam oksalat standar NBS. Untuk itu setiap hasil yang diperoleh dilaporkan sebagai tahun ssebelum sekarang/BP yaitu tahun 1950 AD. Pada umumnya penanggalan ^{14}C menggunakan harga waktu paroh lama, 5568 + 30 tahun. Namun acapkali untuk studi bidang tertentu dipakai juga harga waktu paroh baru, 5730 + 40 tahun. Dalam penelitian ini dipakai harga waktu paroh lama.

OLSONS (4) menyatakan dalam penanggalan sampel non-terrestrial misalnya karang laut, koreksi terhadap hasil penanggalan adalah suatu keharusan. Laut yang merupakan reservoir ^{14}C untuk karang laut tidak menunjukkan kondisi keseimbangan dengan reservoir atmosfer. Ke dalam air laut sangat mempengaruhi kandungan ^{14}C . Penipisan aktivitas ^{14}C pada reservoir non-atmosfer ini ekuivalen dengan umur reservoir tersebut yang dinyatakan sebagai umur radiokarbon nyata dari massa air laut.

TATA KERJA

Pada penelitian ini, karang laut dan asam oksalat SRM 4990 C NBS dikonversikan ke bensen. Menurut CALF (1) ada tiga prinsip reaksi kimia dalam konversi karang laut ke bensen dan dua

prinsip untuk asam oksalat standar. Tahap pertama sintesis gas karbondioksida. Gas ini terbentuk hasil reaksi karang laut dengan larutan HCl. Tahap kedua adalah sintesis gas asetilen. Proses ini melalui sintesis litium karbida yang selanjutnya dihidrolisis menjadi gas asetilen. Proses berikutnya adalah konversi gas asetilen ke bensen pada vanadium katalis yang diaktivasi pada alumina silikat. Sedangkan proses sintesis bensen dari asam oksalat standar dimulai dari proses pembentukan gas asetilen.

Jumlah sampel benzen yang dicacah dengan sintilasi cair Packard Tri Carb 460C sebanyak delapan buah. Tiap sampel secara bergantian dan individual dicacah selama 20 menit, dengan jumlah siklus 85 kali. Dengan ini akan diperoleh lama cacahan total 1700 menit per sampel. Hasil kedua cacahan ini dibandingkan setelah dikurangi cacahan latar belakang, dikoreksi fraksi isotop ^{13}C dan dinormalisasi. Hasil rasio ini adalah variabel langsung yang dipakai menghitung umur karang laut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data cacahan pengukuran sampel bensen karang laut dan asam oksalat standar SRM 4990 C NBS dianalisis secara statistik. Nilai $\delta^{13}\text{C}$ masing-masing sampel karang laut ditentukan secara terpisah oleh staf Hidrologi PAIR. Hasil yang diperoleh tidak jauh berbe-

da dengan yang terdapat dalam literatur (3). Nilai $\delta^{13}\text{C}$ tiap karang laut dimasukkan ke perhitungan laju cacahan dan merupakan faktor koreksi. Tiap cacahan sampel karang laut dan asam oksalat standar dikurangi dengan cacah latar belakang. Kedua cacahan dikoreksi dengan ^{13}C selanjutnya dinormalisasi dengan nilai $\delta^{13}\text{C} = -25$ per mil(7). Hal ini menghasilkan nilai perbandingan laju cacahan sampel karang laut terhadap asam oksalat standar yang ternormalisasi. Hasil rasio kelima karang laut berharga negatif.

Umur radiokarbon karang laut dihitung berdasarkan rasio laju cacahan sampel karang laut terhadap standar yang dinormalisasi. Perhitungan umur ini dipakai dua harga waktu paroh. Namun demikian, perkiraan umur yang paling baik adalah berdasarkan pada pemakaian harga waktu paroh lama. Masalah penting dalam penanggalan radiokarbon bahan non-terrestrial, seperti karang laut adalah koreksi umur radiokarbon akibat efek reservoir (4). Letak geografik daerah asal kedua sampel karang laut yang diteliti adalah di kawasan lautan Indonesia. Sampai saat ini umur radiokarbon nyata air permukaan laut untuk beberapa tempat telah diketahui. Namun umur radiokarbon nyata air permukaan lautan Indonesia belum diketahui.

Dilihat dari letak geografik kedua tempat asal karang laut, diasumsikan

bahwa umur radiokarbon nyata air permukaan adalah 450 ± 35 tahun (3). Harga ini diperoleh dari literatur yang berlaku untuk daerah Australia. Pertimbangan ini didasarkan atas letak geografik antara Australia dan Srilangka yang sama letaknya di kawasan lautan Indonesia. Harga umur ^{14}C nyata tersebut selanjutnya dijadikan faktor koreksi atas efek reservoir. Hasil penanggalan lima sampel karang laut dicantumkan pada Tabel 1.

KESIMPULAN

1. Bensen hasil sintesis dari karang laut dan asam oksalat standar SRM 4990 C NBS yang dicacah dengan sintilasi cair Packard Tri-Carb 460 C dapat menghasilkan data cacahan radiokarbon.
2. Rasio cacahan asam oksalat standar SRM 4990 C terhadap karang laut adalah parameter penting dalam penentuan umur radiokarbon karang laut.
3. Metode penanggalan radiokarbon karang laut dengan sampel berbentuk

bensen dapat dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

1. CALF, G.E., A Procedure for the preparation of benzene from radiocarbon NBS oxalitic acid standard, Radiocarbon, XX 2 (1980) 169.
2. GAURE, G., Principle of isotopes geology, John Wiley and Sons, New York (1977).
3. GUPTA, S.K., and POLACH, H.A., Radiocarbon dating practices at ANU, Handbook, Radiocarbon Laboratory Research School of Pacific Studies, ANU, Canberra (1985).
4. OLSON, I.U., Dating non-terrestrial material, PACT 8-IV, 2., Groningen (1981).
5. OLSON, I.U., and ERIKSSON, K.G., Remarks on radiocarbon dating of shell material in sea sediment, Progress in Oceanography., Vol.3. (1965).
6. RANKAMA, K., Progress in isotope geology, Science Publisher a Division of John Wiley and Sons, New York (1963).
7. STUIVER, M., Workshop on ^{14}C data reporting, Radiocarbon, 22., 3 (1980) 964.
8. STUIVER, M., and POLACH, H.A., Discussion reporting of ^{14}C data, radiocarbon 19 3 (1973) 355.

Tabel 1. Hasil Pengukuran umur karang laur

| No. | Sampel | $\delta^{13}\text{C}$ (0/00) | D^{14}C (0/00) | Persen Modern (%) | Umur ^{14}C Thn BP $T \frac{1}{2} = 5730$ Thn |
|-----|---------|------------------------------|--------------------------------|-------------------|---|
| 1. | Sr - 01 | $- 1,05 \pm 0,2$ | $- 495,38 \pm 6,12$ | $50,46 \pm 0,612$ | 5654 ± 101 |
| 2. | Sr - 02 | $- 1,87 \pm 0,2$ | $- 344,78 \pm 5,32$ | $65,52 \pm 0,532$ | 3495 ± 68 |
| 3. | Sr - 03 | $- 1,93 \pm 0,2$ | $- 462,97 \pm 2,93$ | $53,80 \pm 0,293$ | 5140 ± 38 |
| 4. | Sr - 04 | $- 1,05 \pm 0,2$ | $- 643,00 \pm 1,47$ | $35,70 \pm 0,147$ | 8515 ± 34 |
| 5. | Srandil | $+ 0,79 \pm 0,2$ | $- 199,53 \pm 6,27$ | $80,05 \pm 0,636$ | 1840 ± 63 |

* Diasumsikan umur nyata radiokarbon massa air 450 ± 35 Tahun ^{14}C