

NEMATOSIT DARI TIGA SPESIES KARANG SCLERACTINIA, GENUS POCILLOPORA

(*Nematocysts of three Scleractinian corals of genus Pocillopora*)

Carolus P Paruntu, Husen Rifai dan Janny D Kusen

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi, Manado, Sulawesi Utara

Nematosit dari tiga spesies karang Scleractinia, yaitu *Pocillopora eydouxi*, *Pocillopora woodjonesi* dan *Pocillopora verrucosa* yang mendiami terumbu karang di kawasan Pantai Malalayang, Manado, Provinsi Sulawesi Utara diteliti dalam penelitian ini. Dari 25 tipe nematosit utama yang dikenal dalam filum Cnidaria, dua tipe di antaranya dijumpai pada ketiga spesies ini. Dua tipe utama nematosit, yaitu *holotrichous isorhizas* (HI) dan *microbasic p-mastigophores* (MpM) teramati pada *P. eydouxi* dan *P. woodjonesi*, dan hanya satu tipe, yaitu *microbasic p-mastigophore* (MpM) diamati pada *P. verrucosa*. Komposisi nematosit pada *P. eydouxi* serupa dengan *P. woodjonesi*, tetapi sangat berbeda dari *P. verrucosa*. Ukuran HI adalah berbeda antara *P. eydouxi* dan *P. woodjonesi*, dan juga ukuran MpM berbeda antara *P. verrucosa* dan *P. eydouxi* atau *P. woodjonesi*. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa komposisi dan dimensi nematosit cenderung bervariasi di antara ketiga spesies ini, walaupun berada dalam satu genus. Perbedaan-perbedaan dalam nematosit ini diusulkan untuk dapat digunakan dalam klasifikasi karang.

Kata kunci: *Pocillopora eydouxi*, *Pocillopora woodjonesi*, *Pocillopora verrucosa*, nematosit, *holotrichous isorhizas* (HI), *microbasic p-mastigophore* (MpM).

Nematocysts of three Scleractinian corals, i.e., *Pocillopora eydouxi*, *Pocillopora woodjonesi* and *Pocillopora verrucosa* occurring in the reef of the coastal area of Malalayang, Manado, North Sulawesi Province were studied. Of the 25 major types of nematocysts recognized in the phylum of Cnidaria, two types were encountered in these three corals. Two major types of *holotrichous isorhizas* (HI) and *microbasic p-mastigophores* (MpM) were observed in *P. eydouxi* and *P. woodjonesi*, and only one type of *microbasic p-mastigophore* (MpM) was observed in *P. verrucosa*. The nematocyst composition of *P. eydouxi* was similar to that of *P. woodjonesi*, but markedly different from that of *P. verrucosa*. The size of HI was different between *P. eydouxi* and *P. woodjonesi*, and also the size of MpM was different between *P. verrucosa* and *P. eydouxi* or *P. woodjonesi*. The present observation showed that nematocyst composition and dimension might be varied among these three corals. It is suggested that the differences in the nematocysts could be used in the classification of corals.

Keywords: *Pocillopora eydouxi*, *Pocillopora woodjonesi*, *Pocillopora verrucosa*, nematocysts, *holotrichous isorhizas* (HI), *microbasic p-mastigophore* (MpM).

PENDAHULUAN

Filum Cnidaria memiliki organ intraselular yang unik dalam jaringan tubuhnya, yaitu cnidae yang akan dilepaskan keluar tubuhnya jika ada rangsangan dari lingkungan dimana fauna ini tinggal. Cnidae digunakan untuk menangkap mangsa melawan predator, menyerang Cnidaria lainnya yang berada di sekitarnya, atau untuk melekatkan tubuhnya pada substrat yang cocok selama proses *setlemen* (Watson dan Wood 1988; Fautin 2009). Cnidae ini, terkandung dalam sebuah sel yang disebut cnidocyte. Cnidae dibagi ke dalam tiga kategori utama, yaitu nematosit, spiroisit dan ptikosit (Mariscal 1984; Watson dan Wood 1988). Nematosit terdapat di seluruh anggota filum Cnidaria, sedangkan spiroisit dan ptikosit hanya dibatasi pada beberapa anggota ini (Fautin 2009).

Tipe-tipe nematosit yang berbeda umumnya sudah dianggap sebagai salah satu karakter yang berguna dalam taksonomi dari perbedaan ordo-ordo Cnidaria (Pires dan Pitombo 1992). Fautin menyatakan bahwa salah satu masalah dalam penggunaan sel nematosit untuk taksonomi karang adalah komposisi nematosit berbeda di antara organ-organ tubuh yang berbeda tergantung pada fase-fase pertumbuhan atau kondisi fisiologisnya. Tentakel memiliki komposisi nematosit yang berbeda dari pada mesenterial filamen atau bagian-bagian tubuh polip yang lain (Schmidt 1974; Thomason dan Brown 1986; Song 1988). Tentakel-tentakel penyapu dari polip sudah dianggap sebagai organ-organ agresif dari karang, yang memiliki komposisi nematosit berbeda dari pada tentakel-tentakel biasa dari polip (den Hartog 1977; Hidaka dan Yamazato 1984; Hidaka *et al.* 1987; Peach dan Guldborg

1999). Paruntu (1996) dan Paruntu *et al.* (2000) telah memperlihatkan bahwa komposisi cnidae berubah selama fase-fase perkembangannya, yaitu mulai dari fase planulae sampai pada polip dewasa dari *Pocillopora damicornis*. Planulae *Pocillopora damicornis* mempunyai tipe holotrichous isorhizas (HI) besar yang mana itu tidak hadir pada polip dewasa (Hidaka 1991; Paruntu 1996, Paruntu *et al.* 2000).

Perbedaan komposisi dan dimensi nematosit pada empat spesies karang Scleractinia, baik pada spesies-spesies karang dalam satu genus maupun yang berbeda genus sudah diteliti oleh Wafar (1974). Selanjutnya Wafar (1974) mengusulkan bahwa perbedaan-perbedaan nematosit dapat digunakan untuk klasifikasi karang. Wewengkang *et al.* (2007) memperlihatkan bahwa perbedaan komposisi nematosit dari perbedaan morfotipe H dan S serta perpaduan komposisi nematosit dalam morfotipe M dari *Galaxea fascicularis* dan tetap mengusulkan bahwa perbedaan morfotipe dari *G. fascicularis* hanya dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan mereka masih merupakan spesies yang sama. Pada studi pendahuluan, peneliti menemukan komposisi nematosit dari *P. eydouxi* berbeda dari *P. damicornis* yang ditemukan oleh Paruntu (1996) dan Paruntu *et al.* (2000). Terdapat sekitar 25–30 tipe nematosit utama yang sudah diperkenalkan dalam filum Cnidaria (Weill 1930, 1934a,b; Mariscal 1974; Fautin 2009). Studi sekarang ini akan meneliti tentang tipe, komposisi dan dimensi nematosit dan membandingkannya di antara tiga spesies karang Scleractinia, yaitu *P. eydouxi*, *P. woodjonesi* dan *P. verrucosa*.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menyediakan informasi tentang tipe, komposisi dan dimensi nematosit dan membandingkannya dengan tiga spesies karang Scleractinia, yaitu *P. eydouxi*, *P. woodjonesi* dan *P. verrucosa*.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Koloni karang *P. eydouxi*, *P. woodjonesi* dan *P. verrucosa* dikumpulkan dari terumbu karang di Pantai Malalayang, Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara pada tahun 2013. Setiap jenis karang yang diuji diambil tiga koloni dengan ukuran diameter sekitar 5 cm dan diawetkan ke dalam 10 % formalin dalam air laut. Selanjutnya, koloni-koloni karang tersebut didekalsifikasi ke dalam campuran larutan 10 % formalin dan 10 % asam asetat dalam air tawar dengan perbandingan 1:1 selama tiga hari untuk memperoleh jaringan tubuh yang lunak tanpa skeleton. Kemudian, sampel-sampel yang telah didekalsifikasi disimpan dalam

larutan formalin 10 % dalam air tawar sampai itu digunakan.

Sampel-sampel yang telah didekalsifikasi diletakkan di atas slide glass dan dilumatkan di bawah *cover glass*, kemudian nematosit diamati dan diambil foto-foto di bawah sebuah mikroskop tipe *phase contrast microscope* (Olympus CX41RF) dengan pembesaran 400X. Panjang dan lebar kapsul dan panjang tangkai dari nematosit yang dalam keadaan belum melepaskan tangkai dan benangnya dari kapsul (*undischarged nematocysts*) diukur di atas cetakan-cetakan foto yang diambil dengan menggunakan jangka sorong tipe mantal. Panjang tangkai dari MpMs (*undischarged nematocysts*) diukur dari sebuah jarak antara ujung nematosit yang satu sampai pada ujung tangkainya yang berbentuk V. Dimensi nematosit diukur pada tipe-tipe nematosit yang utama saja, sedangkan tipe nematosit minor diabaikan, karena sulit diidentifikasi dan dihitung. Jumlah setiap tipe nematosit dihitung pada paling sedikit 5 cetakan foto yang diambil dari setiap sampel dan dihitung dalam setiap sampel koloni dari setiap spesies karang yang diuji.

Pengujian statistik dilakukan pada komposisi dan dimensi nematosit dengan menggunakan analisis uji-t (*t-student*) untuk menguji perbedaan 2 rata-rata dari populasi-populasi dan uji-ANOVA satu arah untuk menguji perbedaan 3 rata-rata dari populasi-populasi. Setelah uji-ANOVA satu arah, dilanjutkan dengan uji-Tukey untuk mendeteksi populasi-populasi yang berbeda nyata dan yang tidak berbeda nyata. Untuk komposisi nematosit, uji statistik dilakukan setelah data dalam satuan persen ditransformasi ke arcsine. Nilai signifikansi yang digunakan (P) adalah 0,05.

HASIL PENELITIAN

Pocillopora eydouxi dan *P. woodjonesi* memiliki dua tipe nematosit utama, yaitu holotrichous isorhizas (HI) dan microbasic p-mastigophore (MpM) (Gambar 1A dan 1B), sedangkan *Pocillopora verrucosa* hanya memiliki satu tipe nematosit utama, yaitu microbasic p-mastigophore (MpM) (Gambar 1C).

HI mempunyai benang dengan duri yang berkembang baik dan diameter benang relatif sama, tetapi tidak memiliki tangkai, sedangkan MpM memiliki sebuah tangkai dengan duri-duri yang panjangnya sekitar dua per tiga dari panjang kapsul dan ujung tangkainya membentuk seperti huruf V, serta memiliki benang (Mariscal 1974; Ostman 2000).

Komposisi nematosit dari *P. eydouxi* adalah serupa dengan *P. woodjonesi*, tetapi itu berbeda dari *P. verrucosa* (Gambar 2A, 2B, 2C). Tipe HI dan MpM, keduanya sama berlimpah pada *P. eydouxi* dan *P. woodjonesi*, tetapi HI tidak hadir pada *P. verrucosa* dan hanya tipe MpM saja yang ditemukan dan sangat berlimpah pada *P. verrucosa*. Data persen memperlihatkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata dalam kelimpahan tipe HI antara *P. eydouxi* dan *P. woodjonesi* (Uji-t, $P > 0.05$). Selanjutnya, data memperlihatkan bahwa ada perbedaan yang nyata dalam kelimpahan tipe MpM di antara *P. eydouxi*, *P. woodjonesi* dan *P. verrucosa* (Uji-ANOVA satu arah, $P < 0.05$). Hasil uji lanjut, yaitu uji-Tukey memperlihatkan bahwa komposisi MpM pada *P. verrucosa* berbeda secara signifikan dari *P. eydouxi* atau *P. woodjonesi*.

HI yang ditemukan pada *Pocillopora eydouxi* adalah lebih besar dibandingkan dengan yang ada pada *P. woodjonesi* (Uji-t, $P < 0.05$; Tabel 1). Selanjutnya, MpM yang ditemukan pada ke tiga jenis karang, yaitu *Pocillopora eydouxi*, *P. woodjonesi* dan *P. verrucosa* memperlihatkan ukuran yang berbeda nyata (uji-ANOVA satu arah, $P < 0.05$; Tabel 1). Hasil uji lanjut, yaitu uji-Tukey memperlihatkan bahwa MpM pada *P. verrucosa* memiliki ukuran nematosit yang lebih besar dibandingkan dengan ukuran MpM pada *P. eydouxi* dan *P. woodjonesi*.

PEMBAHASAN

Komposisi nematosit berbeda nyata antara *P. eydouxi* atau *P. woodjonesi* dan *P. verrucosa*. HI hadir dalam jaringan tubuh *P. eydouxi* dan *P. woodjonesi*, tetapi sama sekali tidak hadir dalam jaringan tubuh *P. verrucosa*, sedangkan MpM hadir di antara ke tiga spesies yang diuji. Komposisi dan dimensi nematosit boleh bervariasi di antara tiga spesies yang diuji ini, walaupun berada dalam satu genus. Itu diusulkan bahwa perbedaan-perbedaan dalam nematosit dapat digunakan untuk klasifikasi karang.

Paruntu *et.al.* (2000) mengusulkan bahwa HI digunakan oleh planulae *Pocillopora damicornis* untuk pertahanan melawan predator pada fase-fase awal perkembangan dan juga itu memungkinkan sebagai nematosit spesifik untuk planula yang berfungsi menangkap makanan. Den Hartog (1977) sudah menemukan bahwa holotrichous sebagai alat penyerang

yang menyebabkan nekrosis pada jaringan tubuh dari kompetitor yang diserang. Dalam studi ini, HI hadir dalam jaringan tubuh *P. eydouxi* dan *P. woodjonesi* dan itu mungkin digunakan sebagai pertahanan melawan predator dan menangkap makanan. Selanjutnya, dalam studi sekarang ini MpM hadir dalam ke tiga jaringan tubuh karang yang diuji, yaitu *P. eydouxi*, *P. woodjonesi* dan *P. verrucosa*. Paruntu (1996) dan Paruntu *et.al.* (2000) memperlihatkan MpM hadir secara konsisten sejak dari fase planulae, polip muda sampai pada polip-polip dewasa, dan menyarankan bahwa MpM merupakan nematosit spesifik pada genus *Pocillopora* atau paling tidak hadir pada spesies-spesies yang telah diuji dan disebutkan sekarang ini. Paruntu (1997) mengusulkan bahwa MpM yang berasal dari mesenterial filament dari *Pachyseris rugosa* merupakan nematosit yang digunakan untuk pencernaan mangsa dan pertahanan. Nematosit MpM umumnya dianggap sebagai alat penangkap mangsa melalui penetrasi dan pertahanan (Mariscal 1974). Studi sekarang ini memperlihatkan bahwa kehadiran MpM dalam ke tiga spesies yang diuji, yaitu *P. eydouxi*, *P. woodjonesi* dan *P. verrucosa* mungkin digunakan sebagai alat untuk pencernaan mangsa dan pertahanan.

Ukuran-ukuran dari tipe nematosit yang sama antara spesies-spesies yang diuji adalah berbeda nyata (Table 1). Ini menunjukkan bahwa ukuran-ukuran dari tipe nematosit yang sama kemungkinan besar dipengaruhi oleh perbedaan spesies-spesies karang, walaupun masih dalam satu genus *Pocillopora*. Hidaka (1992) memperlihatkan bahwa morfologi nematosit berhubungan erat dengan morfologi skeleton dari karang.

Studi sekarang ini memperlihatkan bahwa komposisi nematosit antara *P. eydouxi* dan *P. woodjonesi* adalah serupa, tetapi itu berbeda dari *P. verrucosa*. Tipe HI hadir dalam jaringan tubuh *P. eydouxi* dan *P. woodjonesi*, tetapi tidak hadir dalam *P. verrucosa*, sedangkan MpM merupakan nematosit spesifik untuk genus *Pocillopora* atau paling tidak hadir pada ke tiga spesies yang diuji. Selanjutnya, ukuran-ukuran dari tipe nematosit yang sama antara spesies-spesies yang diuji adalah berbeda nyata. Perbedaan-perbedaan komposisi dan dimensi nematosit boleh bervariasi di antara tiga spesies yang diuji ini, walaupun berada dalam satu genus. Itu diusulkan bahwa

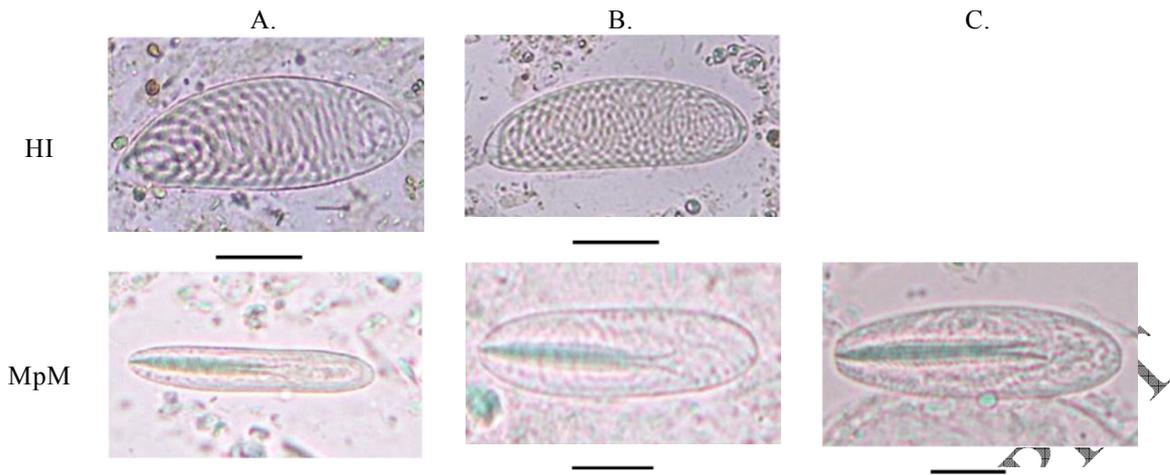
perbedaan-perbedaan dalam nematosit dapat digunakan untuk klasifikasi karang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih secara khusus disampaikan kepada Prof. Michio Hidaka dari Ryukyu University Japan atas ide-ide yang inspiratif dan bimbingannya dalam penelitian-penelitian nematosit karang. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dekan FPIK Unsrat Manado yang sudah memfasilitasi penulis dalam penyelesaian penelitian ini, dan kepada Prof. Farnis Boneka, Ir. Sammy Longdong, M.Si. dan Ir. Hermanto Manengkey, M.Si. dari Unsrat Manado atas masukkan dan kritikan yang membangun dalam penelitian ini.

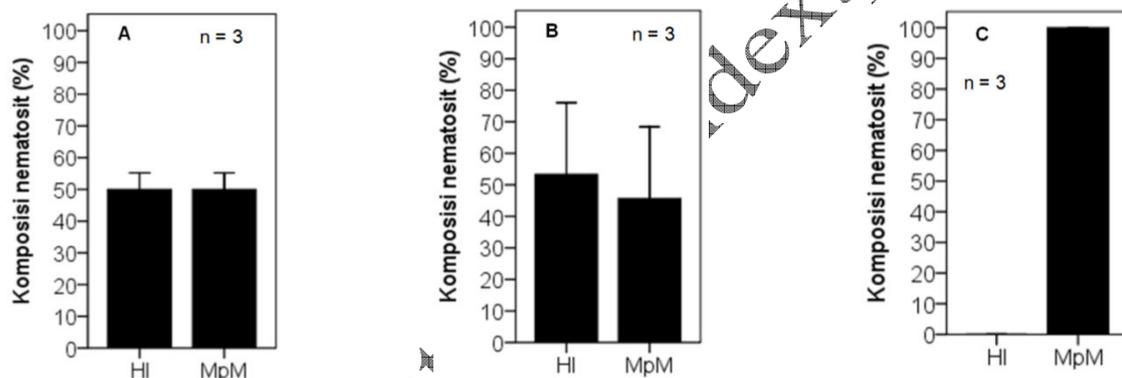
DAFTAR PUSTAKA

- Fautin DG. 1988. Importance of nematocyst to actinian taxonomy. Hal. 487-500. In Hessinger, D.A. and H.M. Lenhoff (eds). The biology of nematocyst. Academy Press. Inc. San Diego.
- Fautin DG. 2009. Structural diversity, systematics, and evolution of cnidae. *Toxicon* 54: 1054-1064. 11 hal.
- Hartog JC. den. 1977. The marginal tentacles of *Rhodactis sanctithomae* (Corallimorpharia) and the sweeper tentacles of *Montrastrea cavernosa* (Scleractinia) their cnidom and possible function. *Proc. 3rd Int. Coral Reef Symp.* 1 : 463-469.
- Hidaka K. 1991. Use of cnida morphology in taxonomy of corals. Graduation thesis, University of the Ryukyus, (in Japanese).
- Hidaka M. dan Yamazato K. 1984. Intraspecific interactions in a scleractinian coral, *Galaxea fascicularis* – induced formation of sweeper tentacles. *Coral Reefs*, 3(2), 77 - 85.
- Hidaka M., Miyazaki I. dan Yamazato K. 1987. Nematocysts characteristic of the sweeper tentacles of a scleractinian coral, *Galaxea fascicularis* (Linnaeus). *Galaxea*, 6 : 195 - 207.
- Hidaka M. 1992. Use of nematocyst morphology for taxonomy of some related species of Scleractinian Corals. *Galaxea*, 11 : 21-28.
- Mariscal RN. 1974. Nematocyst. in Muscatine, L. and H. M. Lenhoff (eds). *Coelenterates biology : reviews and new perspective*. Academy Press. New York. Hal. 129-178.
- Mariscal RN. 1984. Cnidaria : Cnidae. in Bereiter-Hahn J, Matoniy AG, Richards KS (eds) *Biology of the Integument*, Vol. 1. Invertebrates. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 57-68.
- Ostman C. 2000. A guideline to nematocysts nomenclature and classification, and some notes on the systematic value of nematocysts. *Scientia Marina*, 64 (Supl. 1): 31-46. 16 hal.
- Paruntu CP. 1996. Studies on cnidae of scleractinian corals: Developmental changes in cnida composition and spatial distribution of cnidae along mesenterial filaments. Master thesis. University of Ryukyus Okinawa Japan. Hal. 1-58 dan 1-36.
- Paruntu CP. 1997. Spatial distribution of cnidae along mesenterial filaments of *Pachyseris rugosa*. *Berita Fakultas Perikanan. UNSRAT*. 5 (1-2).
- Paruntu CP., Hidaka K., Hidaka M. 2000. Developmental changes in cnidae composition of the coral *Pocillopora damicornis*. *Galaxea, JCRS. Japan.* 2 : 23-28.
- Peach MB dan Hoegh-Guldberg O. 1999. Sweeper polyps of the coral *Goniopora tenuidens* (Scleractinia: Poritidae). *Invertebrate Biology* 118: 1-7.
- Pires DO dan Pitombo FB. 1992. Cnidae Of The Brazilian Mussidae (Cnidaria : Scleractinia) and Their Value In Taxonomy. *Bull. of Mar. Sci.* 51 (2): 231-244.
- Schmidt H. 1974. An evolution in the Anthozoa. *Proc. 2nd Int. Coral Reef Symp.*, 1 : 533-560.
- Song. 1988. A systematic study on the Korean Anthozoa. 11. Cnidae of scleractinia. *Korean J. Syst. Zool. Special Issue* 2 : 25-36.
- Thomason JC. dan Brown BE. 1986. The cnidom : an index of Aggressive proficienly in scleractinian corals. *Coral Reef*, 5 : 93-101.
- Wafar MVM. 1974. Nematocysts in four species of corals. *Mahasagar*, Vol. 7, Nos. 1 & 2. 5 hal.
- Watanabe T., Nishida M., Watanabe K., Wewengkang DS. dan Hidaka M. 2005. Polymorphism in nucleotide sequence of mitochondrial intergenic region in Scleractinian Coral (*Galaxea fascicularis*). *Marine Biotechnology*, Vol. 7: 33-39. 7 hal.
- Watson GM. dan Wood RL. 1988. Colloquium on terminology. Hal. 21-23. In : Hessinger, D.A. and H.M. Lenhoff (eds). *The biology of nematocyst*, Academic Press Inc. San Diego.
- Weill R. 1930. Essai d'une classification des ne'matocystes des cnidaires. *Bulletin Biologique de la France et de la Belgique* 64, 141-153.
- Weill R. 1934a. Contribution a l'e'tude des cnidaires et de leurs ne'matocystes. I. Recherches sur les ne'matocystes. *Travaux de la Station Zoologique de Wimereux* 10, 1-347.
- Weill R. 1934b. Contribution a l'e'tude des cnidaires et de leurs ne'matocystes. II. Valeur taxonomique du cnidome. *Travaux de la Station Zoologique de Wimereux* 11, 348-700.
- Wewengkang D., Watanabe T. dan Hidaka M. 2007. Studies on morphotypes of the coral *Galaxea fascicularis* from Okinawa: polyp color, nematocyst shape, and coenosteum density. *Galaxea, JCSR*, 9: 49-59. 11 hal.



Gambar 1. (A) Nematosit dari *P. eydouxi*. (B) Nematosit dari *Pocillopora woodjonesi*. (C) Nematosit dari *Pocillopora verrucosa*. (HI) holotrichous isorhiza; (MpM) Microbasic p-mastigophore. Skala bar: 10 μm.

Figure 1. (A) Nematocyst from *P. eydouxi*. (B) Nematocyst from *Pocillopora woodjonesi*. (C) Nematocyst from *Pocillopora verrucosa*. (HI) holotrichous isorhiza; (MpM) Microbasic p-mastigophore. Bar line: 10 μm.



Gambar 2. (A) Komposisi nematosit dari *P. eydouxi*, (B) Komposisi nematosit dari *P. woodjonesi*, (C) Komposisi nematosit dari *P. verrucosa*. Nilai rata-rata persen ± SD ditampilkan. n adalah jumlah sampel koloni dari setiap spesies yang diuji.

Figure 2. (A) Nematocyst composition of *P. eydouxi*, (B) Nematocyst composition of *P. woodjonesi*, (C) nematocyst composition of *P. verrucosa*. Average percentage ± SD is shown. n is the number of sampled colonies of each species.

Tabel 1. Dimensi nematosit (undischarged nematocysts) dari *P. eydouxi*, *P. woodjonesi* dan *P. verrucosa*.

Table 1. Dimension of nematocysts (undischarged nematocysts) from *P. eydouxi*, *P. woodjonesi* and *P. verrucosa*.

Jenis karang		Panjang kapsul (μm)	Lebar kapsul (μm)	Panjang tangkai (μm)
HI	<i>Pocillopora eydouxi</i>	28,75±2,36 (3)	10,19±0,84 (3)	
	<i>Pocillopora woodjonesi</i>	25,67±3,34 (3)*	9,33 ±1,93 (3)*	
MpM	<i>Pocillopora eydouxi</i>	27,25±4,51 (3)	7,00±1,69 (3)	16,69±3,25 (3)
	<i>Pocillopora woodjonesi</i>	26,88±4,65 (3)	7,60±1,54 (3)	17,31±3,39 (3)
	<i>Pocillopora verrucosa</i>	35,25±8,03 (3)***	8,66±2,02 (3)*	21,81±6,73 (3)*

Keterangan: Jumlah dalam tanda kurung adalah jumlah sampel koloni yang diukur dari masing-masing jenis karang yang diuji. Paling sedikit lima nematosit diukur dari setiap sampel koloni dari masing-masing jenis karang yang diuji untuk menghitung nilai rata-ratanya. Tanda bintang menunjukkan nilai-nilai adalah berbeda antara jenis-jenis karang yang diuji (Uji-t untuk HI dan Uji-Tukey untuk MpM, *P<0,05, ***P<0,001). Nilai-nilai yang tidak berbeda nyata pada tingkat P>0,05 ditunjukkan oleh sebuah garis vertikal.