

Keterkaitan Intensitas Cahaya dan Kelimpahan Dinoflagellate di Pulau Samalona, Makassar

Albida Rante Tasak^{1*}, Mujizat Kawaroe², Tri Prartono²

¹Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB Bogor
Jl. Agatis, Kampus IPB Dramaga Bogor 16680 Jawa Barat, Indonesia
²Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan FPIK IPB
Jl. Agatis, Kampus IPB Dramaga Bogor 16680 Jawa Barat, Indonesia
Email: aldarantetasak@yahoo.co.id

Abstrak

Cahaya merupakan salah satu faktor penting dalam proses fotosintesis dinoflagellate dan pertumbuhan variabilitas harian. Intensitas cahaya memengaruhi aktivitas fotosintesis dan kelimpahan dinoflagellate. Studi ini bertujuan untuk menunjukkan pola kecenderungan kelimpahan dinoflagellate dan klorofil serta lama penyinaran terhadap kelimpahan dinoflagellate di Perairan Pulau Samalona. Penelitian dilakukan dengan menginkubasi sampel dinoflagellate kedalam botol sejak pagi-sore hari dengan inkubasi waktu pengamatan setiap 2 jam dengan ulangan sebanyak 3 kali. Pengambilan mencakup kelimpahan dinoflagellate, nutrient dan intensitas cahaya dalam perairan. Analisis data menggunakan regresi linear sederhana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai intensitas cahaya berkisar antara 50–3000 lux; kelimpahan dinoflagellate berkisar antara 9–1105 sel.L⁻¹, dan kandungan klorofil a lebih dominan dengan kisaran 0,00069–0,50321 µg.L⁻¹. Intensitas cahaya mempengaruhi kelimpahan dinoflagellate, namun pengaruh kandungan nutrient sangat kecil terhadap kelimpahan dinoflagellate. Pola kelimpahan dinoflagellate bervariasi dari pagi hingga sore hari yang dipengaruhi oleh intensitas cahaya dalam melakukan proses fotosintesis serta kondisi lingkungan lain seperti klorofil a dan nutrient. Hasil penelitian ini memberikan informasi variasi temporal harian kelimpahan dinoflagellate di Pulau Samalona, Makassar.

Kata kunci: dinoflagellate, intensitas cahaya, Pulau Samalona

Abstract

Relationship Between Light Intensity and Abundance of Dinoflagellate in Samalona Island, Makassar

Light is the limiting factor to photosynthesis process of dinoflagellate and for the daily variability of growth. The light intensity could affect photosynthesis activity and the abundance of dinoflagellate. This study showed a temporal variety of the abundance of dinoflagellate in Samalona island. This study aims were to show the pattern of dinoflagellate abundance and the chlorophyll tendency and exposure time of dinoflagellate abundance in the Samalona island waters. The study was conducted by incubating the dinoflagellate into a bottle in the morning until afternoon. The observation time were made every 2 hours with 3 replicates. The abundance of dinoflagellate was measured the nutrient and the light intensity. Linear regression is used for data analysis. The results showed that the light intensity values ranged between 50-3000 lux, the abundance of dinoflagellate ranged between 9-1105 cells.L⁻¹ and the chlorophyll more dominant ranged of 0.00069-0.50321 µg.L⁻¹. The results of simple linear regression was proved that light intensity affects the abundance of dinoflagellate, however the nutrient content has a small influences for the abundance of dinoflagellate. Abundance patterns of dinoflagellate vary from morning to afternoon influenced by the light intensity in the process of photosynthesis and other environmental conditions such as chlorophyll a and nutrient. The study result sprovided information a temporal variety of the abundance of dinoflagellate in Samalona Island, Makassar.

Keywords: dinoflagellate, light intensity, Samalona Island

Pendahuluan

Fitoplankton Dinoflagellate terbagi dalam dua kelompok, yaitu dinoflagellate autotroph dan

heterotroph (Schulte et al., 2010). Dinoflagellate autotroph mengandung klorofil yang berperan dalam proses fotosintesis dan merupakan komponen produktivitas primer di perairan selain diatom.

Secara keseluruhan, kelimpahan dinoflagellate sangat dipengaruhi oleh dinoflagellate *autotroph* mengandung klorofil (Matsuoka dan Shin, 2010).

Kandungan pigmen dinoflagellate ini, yakni klorofil-a, biasanya digunakan dalam menduga produktivitas primer. Klorofil-a merupakan satu-satunya pigmen yang dapat ditemukan di semua organisme *photoautotroph* yang melibatkan oksigen (Zapata *et al.*, 2012). Selain klorofil-a, terdapat pula klorofil-b, klorofil-c, dan pigmen-pigmen pelengkap lainnya yang ditemukan pada beberapa jenis organisme yang berfotosintesis. Klorofil-a dan klorofil-c ini dapat memberi sumbangsih indikator pertumbuhan dinoflagellate, seperti jenis *Protoceratium reticulatum* (Bagheri *et al.*, 2012). Klorofil-a dan klorofil-c menunjukkan peningkatan pertumbuhan dinoflagellate (*Protoceratium reticulatum*) seiring dengan peningkatan kandungan unsur hara, seperti nitrat dan fosfat yang tinggi serta penyinaran sinar matahari yang cukup (Ratti *et al.*, 2011). Menurut Li *et al.* (2012), kelimpahan dinoflagellate sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang masuk ke perairan dan keseimbangan rasio antara nitrat dan fosfat. Walaupun demikian, cahaya yang tinggi dalam 20 hari juga dapat secara cepat menurunkan kelimpahan dinoflagellate. Hal ini disebabkan adanya pemangsa secara alami oleh predator atau konsumen tingkat kedua di perairan (Selina *et al.*, 2014).

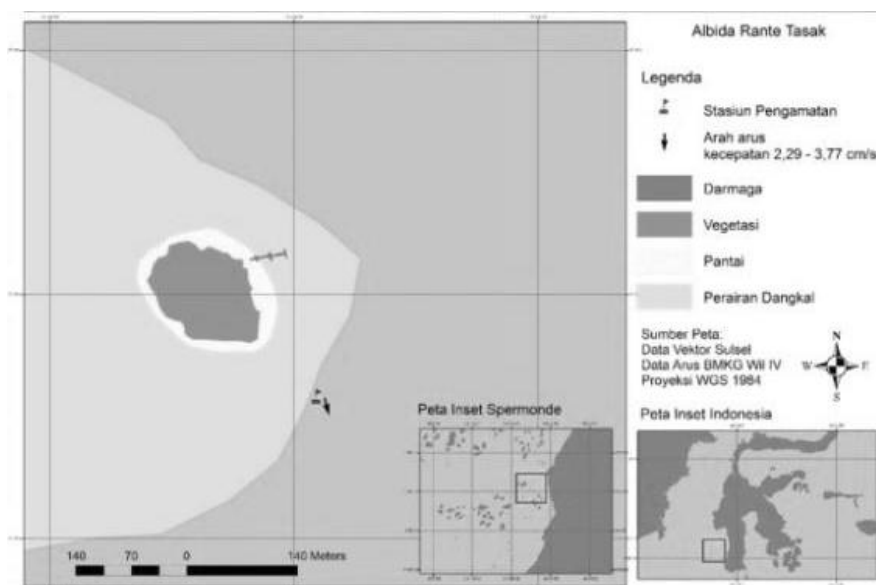
Selain cahaya, kelimpahan dinoflagellate juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan lain, seperti: unsur hara (nitrat dan fosfat) dan arus (Kwon *et al.*, 2013), seperti yang terjadi di Teluk Jakarta, eutrofikasi sering menyebabkan ledakan populasi dinoflagellate di daerah tersebut. Salah faktor yang

menyebabkan perbedaan intensitas cahaya adalah karena sudut datang cahaya matahari dan posisi (lintang bujur) perairan laut terhadap matahari yang berbeda. Sudut datang cahaya matahari bergantung pada waktu yang berbeda (pagi atau sore hari), bahkan perbedaan dapat terjadi pada setiap waktu. Perubahan intensitas cahaya dapat memengaruhi kelimpahan dinoflagellate pada perairan laut. Dinoflagellate melakukan fotosintesis dengan bantuan cahaya matahari menghasilkan klorofil.

Meningkatnya klorofil berbanding lurus dengan kelimpahan dinoflagellate. Menurut penelitian Tambaru (2008) di Perairan Pesisir Maros Sulawesi Selatan, kandungan klorofil a sangat bersesuaian dengan kelimpahan komunitas fitoplankton. Pada periode pengamatan bulan Juni 2005, konsentrasi klorofil a dengan kelimpahan komunitas fitoplankton memiliki nilai yang rendah, sebaliknya pada pengamatan bulan Februari 2006 keduanya memiliki nilai yang tinggi. Berdasarkan uraian tersebut, perlu dikaji lebih lanjut lagi mengenai kecenderungan kelimpahan dinoflagellate dan klorofil berdasar lama penyinaran/masa inkubasi yang berbeda.

Materi dan Metode

Penelitian dilakukan pada Bulan Desember 2014, di Perairan Pulau Samalona, Sulawesi Selatan (Gambar 1.). Penetapan lokasi penelitian berdasarkan pertimbangan bahwa daerah dekat pantai memiliki kecerahan yang tinggi dan masih mendapat suplai unsur hara. Waktu pengambilan menggunakan masa inkubasi berdasarkan waktu pencahayaan matahari terhadap perairan selama



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel di perairan Pulau Samalona Makassar

satu hari pada pukul 06.00–18.00 dengan interval waktu dua jam pada satu lokasi. Di lapangan diukur parameter fisika kimia seperti suhu, salinitas, pH, dan DO menggunakan *Water Quality Checker* (WQC), sedangkan untuk mengukur intensitas cahaya menggunakan lux meter pada kedalaman 5, 10 dan 15 m. Pengambilan sampel air seperti klorofil, nitrat dan fosfat menggunakan *Van Dorn Sampler* pada setiap masa inkubasi dengan melakukan pengulangan sebanyak tiga kali pada satu lokasi pada kedalaman 5 meter. Sampel dinoflagellate diambil dengan plankton net bermata jaring ukuran 25 µm yang dilengkapi alat pencatat air masuk (*flowmeter*). Sampling dilakukan secara vertikal pada permukaan perairan 0–5 m yang ditarik selama 2–3 menit dengan kecepatan konstan dan sampel ditampung pada botol sampel ukuran 100 ml dan selanjutnya diberi bahan pengawet Lugol (sekitar 2 tetes) kemudian sampel di simpan di laboratorium. Pencacahan dinoflagellate dilakukan dengan menggunakan *Sedgewick Rafter Counting Cells* kemudian diidentifikasi (Hasle, 1996) dan hasilnya dinyatakan dalam sel.L⁻¹. Sampel klorofil sebanyak 1 liter ditampung dalam botol polyetilen dan ditambahkan 1 ml larutan MgCO₃ kemudian disimpan di laboratorium selama sehari. Sementara pengamatan klorofil dilakukan menggunakan metode spektrofotometer menghitung panjang gelombang 750, 664, 647 dan 630 nm dengan menghitung jumlah klorofil menggunakan rumus APHA (2005).

Hasil dan Pembahasan

Ditemukan sebanyak 7 jenis dinoflagellate yaitu: *Ceratium* spp., *Noctiluca* sp., *Protoperdinium* spp., *Prorocentrum* spp., *Gymnodinium* sp., *Gonyaulax* sp., dan *Dinophysis* sp. Kelimpahan dinoflagellate secara umum bervariasi. Ada 2 jenis dinoflagellate yang memiliki nilai tertinggi pada setiap inkubasi yaitu *Ceratium* spp. dan *Noctiluca* sp. Jenis *Ceratium* spp. dan *Noctiluca* sp. merupakan jenis dinoflagellate yang sering ditemukan pada perairan tropis.

Kelimpahan rata-rata dinoflagellate tertinggi adalah pada masa inkubasi ketiga dari jenis *Noctiluca* sp., sedangkan terendah pada masa inkubasi kedua dari jenis *Protoperdinium* spp. dan keenam jenis *Dinophysis*. Gambar 2 menunjukkan pola kelimpahan jenis dinoflagellate yang bervariasi selama masa inkubasi. Kelimpahan jenis *Noctiluca* sp. meningkat pada masa inkubasi ketiga (10.00–12.00), sebanyak 494 sel.L⁻¹ dan merupakan kelimpahan tertinggi yang ditemukan dalam penelitian ini. Penurunan terendah (130 sel.L⁻¹) terjadi pada masa inkubasi keenam (14.00–18.00). Pada masa inkubasi, kelimpahan *Ceratium* spp.

tidak mengalami perubahan signifikan. Kelimpahan *Protoperdinium* spp. berfluktuasi pada masa inkubasi, mulai pagi hingga sore hari. Penurunan kelimpahan (9 sel.L⁻¹) juga terjadi pada masa inkubasi kedua (08.00–10.00). *Dinophysis* ditemukan pada masa inkubasi ketiga (10.00–12.00), kelimpahannya meningkat (83 sel.L⁻¹) pada masa inkubasi kelima (14.00–16.00) dan menurun drastis (9 sel.L⁻¹) pada masa inkubasi keenam (16.00–18.00).

Nilai kelimpahan total dinoflagellate akan memberikan gambaran umum mengenai kelimpahan dinoflagellate selama sehari di Perairan Pulau Samalona. Hasil penelitian (Gambar 3.) menemukan bahwa kelimpahan total dinoflagellate berfluktuasi pada setiap masa inkubasi. Kelimpahan total dinoflagellate pada pukul 06.00–08.00 sebesar 632 sel.L⁻¹ dan meningkat menjadi 708 sel.L⁻¹ pada 08.00–10.00, 918 sel.L⁻¹ pada 10.00–12.00, dan menurun menjadi 818 sel.L⁻¹ pada 12.00–14.00. Peningkatan kelimpahan total tertinggi terjadi pada 14.00–16.00 (960 sel.L⁻¹), sedangkan penurunan terendah terjadi pada 16.00–18.00 (653 sel.L⁻¹).

Kelimpahan total dinoflagellate yang berbeda pada suatu perairan disebabkan adanya perbedaan parameter lingkungan seperti intensitas cahaya dan kandungan klorofil. Salah satu parameter tersebut adalah klorofil yang menjadi salah satu indikator tingkat kesuburan dari suatu perairan. Distribusi klorofil sangat berkaitan dengan kelimpahan dari fitoplankton khususnya dinoflagellate.

Kandungan klorofil a, b, dan c di Perairan Pulau Samalona bervariasi pada setiap waktu (Gambar 4). Kandungan klorofil a mengalami peningkatan tertinggi sebesar 0.35547 µg.L⁻¹ pukul 10.00–12.00, dan mengalami penurunan terendah 0,02142 µg.L⁻¹ pada pukul 12.00–14.00. Kandungan klorofil-a berkisar antara 0,00069–0,50321 µg.L⁻¹. Kandungan klorofil a yang ditemukan dalam penelitian ini tergolong rendah. Hal ini sesuai dengan penelitian Al-Hashmi et al. (2014) di Perairan Pesisir Muscat Arabia bahwa nilai kandungan klorofil a tergolong rendah. Pada penelitian tersebut, kandungan klorofil pada perairan lepas pantai lebih rendah (0,2–1,0 µg.L⁻¹) dibandingkan pada daerah pesisir (1,1–2,7 µg.L⁻¹).

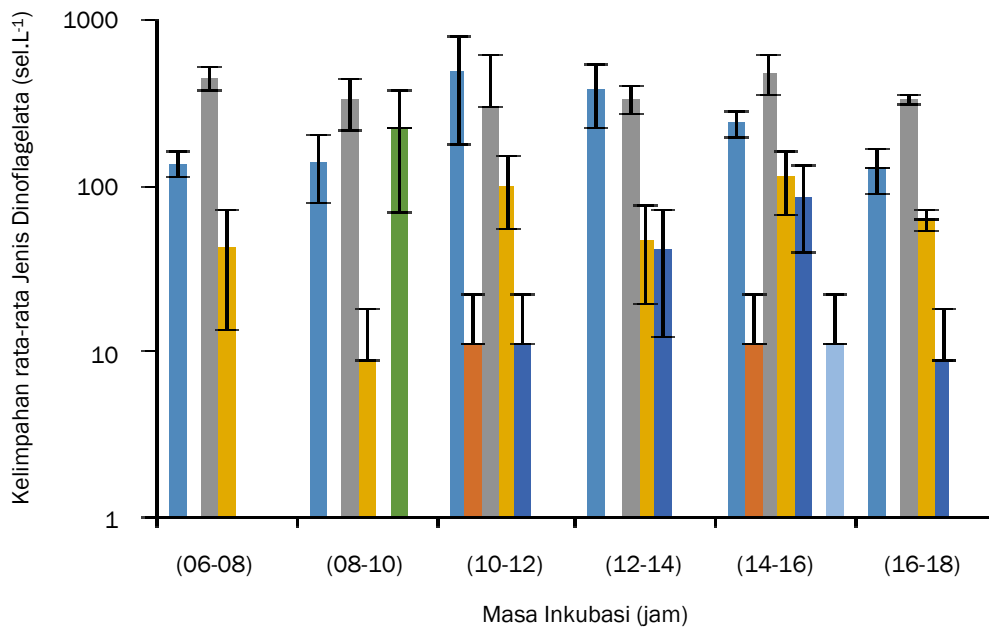
Kandungan klorofil b mengalami peningkatan menjadi 0,21283 µg.L⁻¹ pada pukul 08.00–10.00 dan menurun 0,05775 µg.L⁻¹ pada 10.00–12.00. Kandungan klorofil c ditemukan sebesar 0.04167 µg.L⁻¹ pada pukul 10.00–12.00 dan 0,06432 µg.L⁻¹ pada pukul 12.00–14.00. Pada masa inkubasi lain tidak ditemukan kandungan klorofil c di Perairan ini. Klorofil a di Perairan Pulau Samalona memiliki nilai

yang tertinggi dan sangat berfluktuasi pada setiap masa inkubasi dibandingkan dengan klorofil *b* dan *c*. Hal ini disebabkan pada suatu perairan, kandungan klorofil *a* merupakan klorofil yang sangat diperlukan dalam membantu proses fotosintesis.

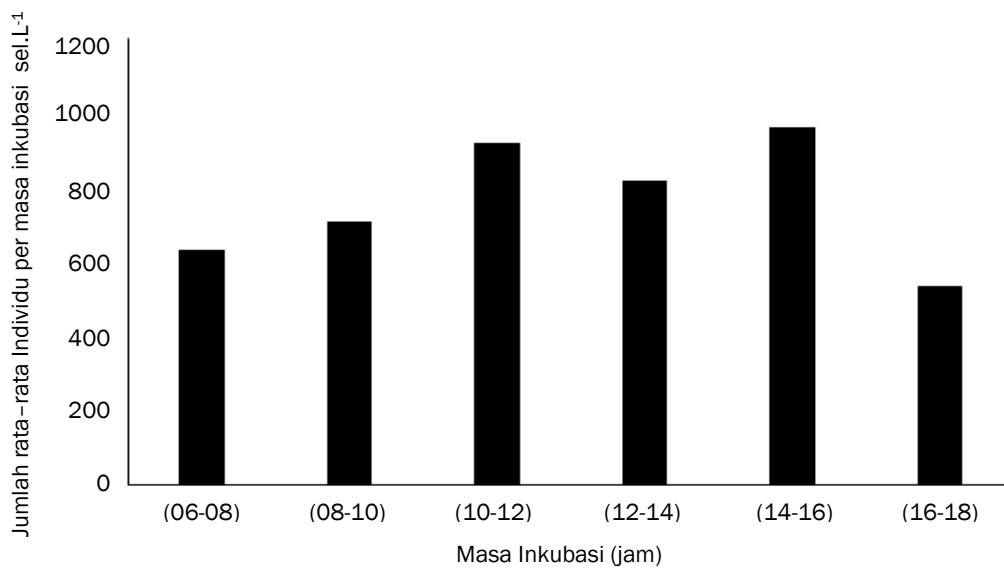
Intensitas cahaya

Intensitas cahaya dengan kedalaman 5, 10, 15 m pada Perairan Pulau Samalona sangat fluktuatif selama pengamatan. Pada pagi hari (06.00–08.00) intensitas cahaya cukup rendah (50

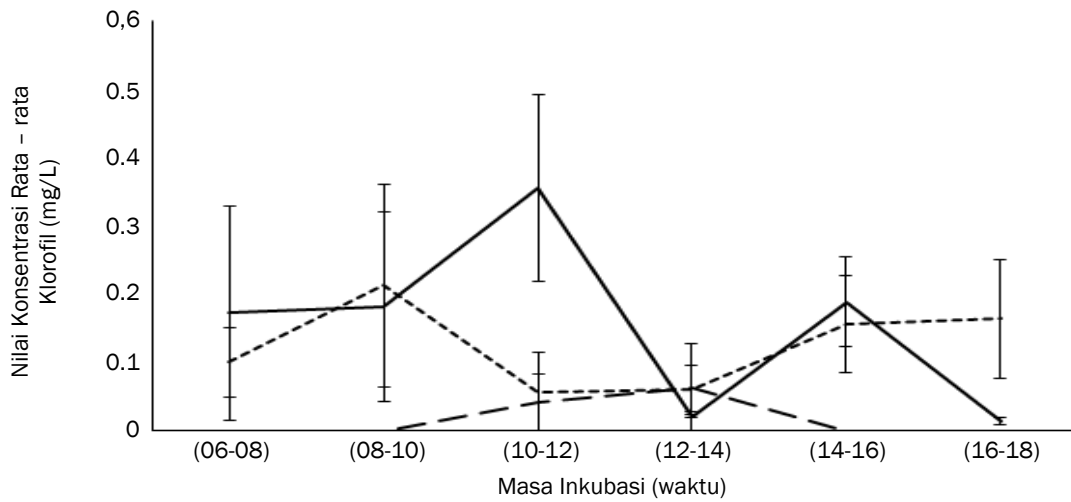
lux) dan nampak beragam pada setiap lapisan kedalaman yang diamati. Perubahan intensitas beragam pada waktu semakin siang dan mencapai ketinggian pada 10.00–12.00, kemudian menurun pada sore hari (16.00–18.00). Perubahan intensitas cahaya pada lapisan kedalaman juga terjadi pada siang hari, namun tidak demikian saat menjelang siang atau menjelang sore hari. Hal ini disebabkan pada kedalaman tersebut terdapat organisme plankton atau partikel-partikel organik yang dapat menghambat masuknya intensitas cahaya.



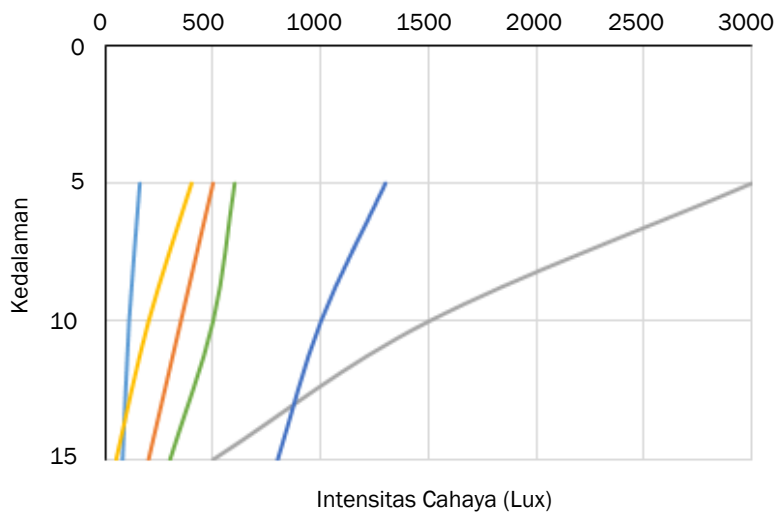
Gambar 2. Kelimpahan rata-rata dinoflagellate di Perairan Pulau Samalona
 ■ = nocticula, ■ = gonyaulax, ■ = ceratium, ■ = protoperidinium, ■ = dinophysis,
 ■ = prorocentrum, ■ = gymnodynium



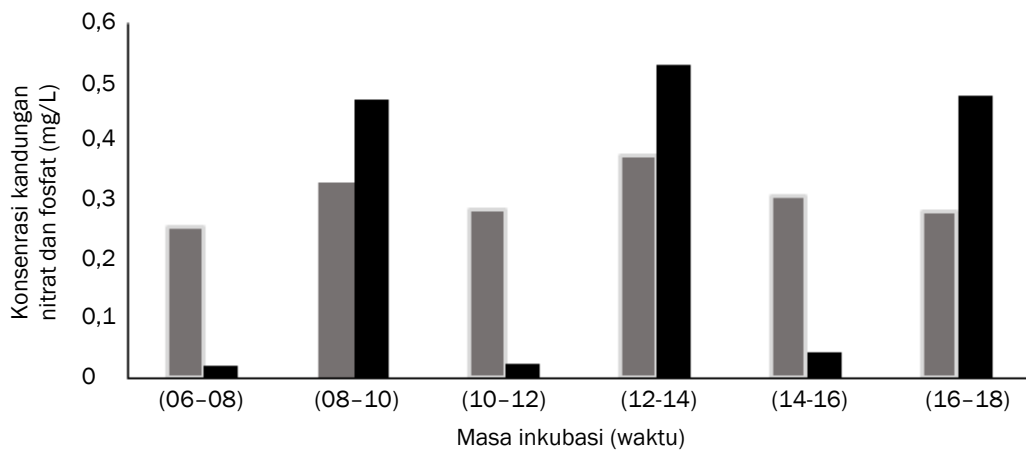
Gambar 3. Kelimpahan total dinoflagellate di Perairan Pulau Samalona



Gambar 4. Konsentrasi rata - rata klorofil di Perairan Pulau Samalona
 Ket. : — = klorofil a, - - - = klorofil b, - . - = klorofil c



Gambar 5. Intensitas cahaya berdasarkan pengukuran lux di Perairan Pulau Samalona
 Ket. : — =06.00-08.00, — =08.00-10.00, — =10.00-12.00, — =12.00-14.00, — =14.00-16.00, — = 6.00-18.00



Gambar 6. Nilai kandungan nitrat dan fosfat di Perairan Pulau Samalona

Nutrient

Kandungan nitrat dan fosfat pada setiap masa inkubasi berfluktuasi sepanjang waktu dalam sehari. Gambar 6. Kandungan nitrat tertinggi ditemukan pada masa inkubasi keempat 0,376 mg.L⁻¹ dan terendah pada masa inkubasi pertama 0,253 mg.L⁻¹.

Kandungan fosfat tertinggi diperoleh pada masa inkubasi keempat 0,528 mg.L⁻¹ dan terendah pada masa inkubasi pertama 0,019 mg.L⁻¹. Nilai kandungan nitrat dan fosfat memiliki nilai yang sejalan dimana memiliki nilai tertinggi dan terendah adalah sama pada masa inkubasi pertama dan keempat, walaupun tidak menunjukkan pola yang proporsional namun fosfat memiliki pola yang sangat fluktuatif jika dibandingkan dengan nitrat

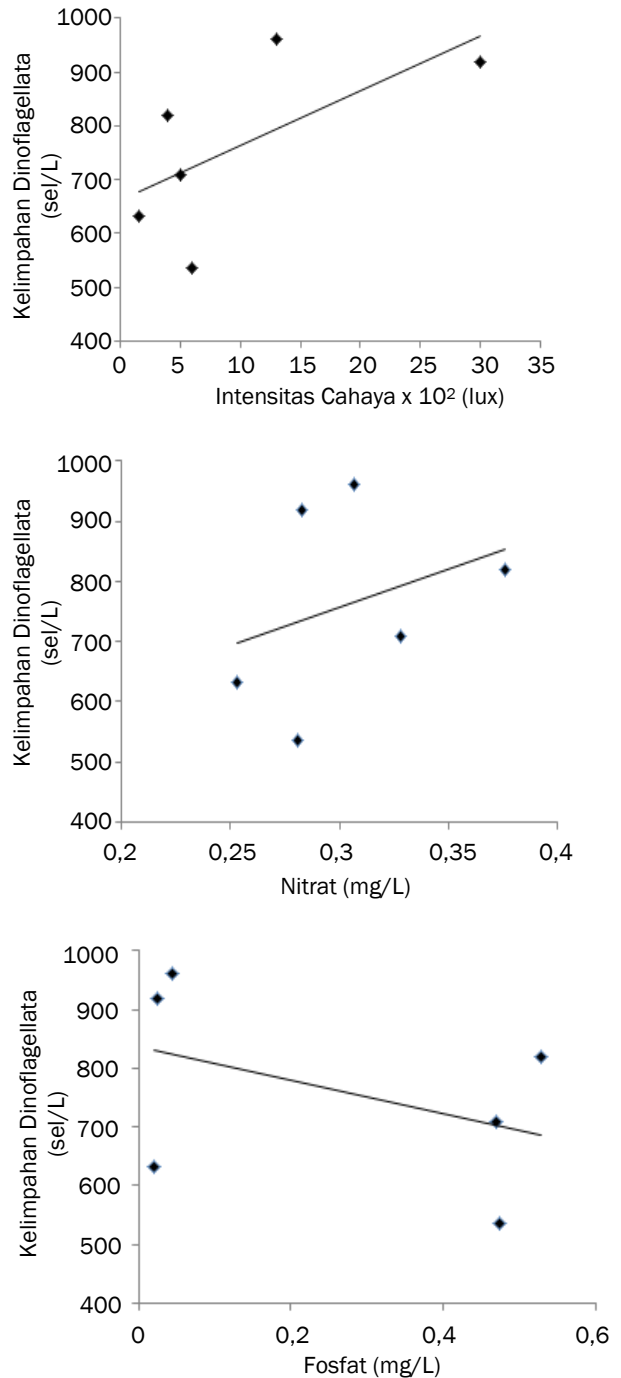
Intensitas cahaya yang masuk ke dalam suatu perairan akan memengaruhi dinoflagellate dalam melakukan proses fotosintesis. Dalam proses ini, klorofil a dan kandungan nutrisi lain juga turut berperan sesuai dengan kapasitasnya masing-masing. Akibatnya, proses fotosintesis ini akan memengaruhi pola kelimpahan dinoflagellate di suatu perairan. Pengaruh intensitas cahaya dan kandungan nutrisi pada setiap masa inkubasi terhadap pola kelimpahan dinoflagellate dapat diketahui melalui pendekatan analisis regresi linear sederhana (Gambar 7).

Hubungan regresi antara pola kelimpahan dinoflagellate, intensitas, dan nutrisi di Perairan Pulau Samalona (Gambar 7). Hasil analisis linear terlihat bahwa hubungan antara intensitas cahaya dan kelimpahan dinoflagellate lebih baik dari pada hubungan nitrat dan fosfat dan kelimpahan dinoflagellata. Kelimpahan dinoflagellate cenderung menyebar secara merata pada setiap masa inkubasi. Kelimpahan dinoflagellate ditemukan cenderung mendominasi pada intensitas cahaya rendah (160–600 lux) namun pada saat intensitas cahaya meningkat (1300–3000 lux) kelimpahan dinoflagellate juga meningkat pada saat pada pukul 10.00–12.00. Intensitas cahaya memiliki pengaruh cukup besar terhadap kelimpahan dinoflagellata. Intensitas cahaya variasi terhadap pertumbuhan yang berfluktuatif memberikan dinoflagellate secara temporal pada Perairan Pulau Samalona.

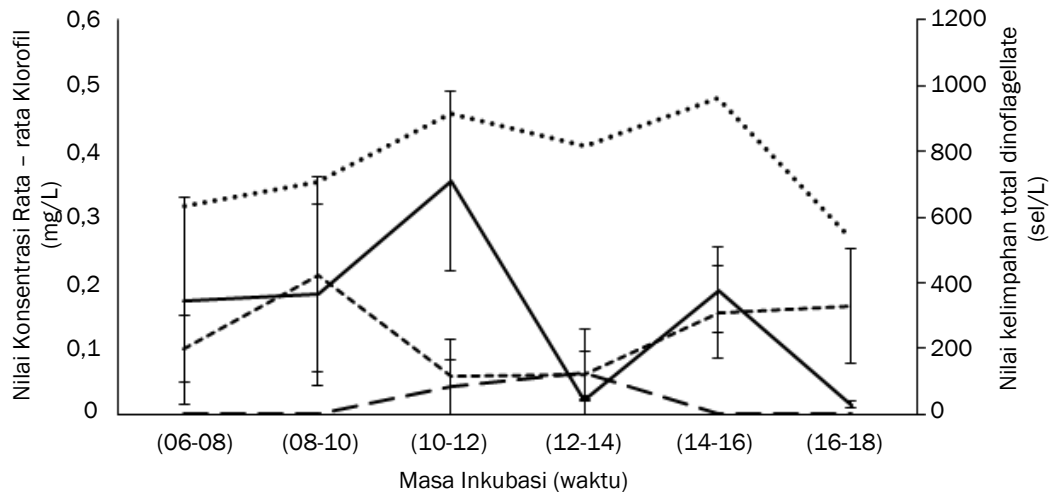
Hal ini disebabkan cahaya matahari sangat dibutuhkan dinoflagellate dalam fase pertumbuhan melalui proses fotosintesis (Tong et al., 2011). Pertumbuhan dinoflagellate secara fisiologi mampu menanggapi berbagai penyinaran pada lingkungan dengan adanya respon photoadaptive (Baek et al., 2008). Respon photoadaptive merupakan proses pengurangan intensitas cahaya yang masuk

kedalam tubuh dinoflagellata dengan cara diserap oleh pigmen sel (Prezelin dan Alberte, 1978).

Kelimpahan dinoflagellate dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi pada suatu perairan. Hasil kandungan nutrisi pada Perairan Pulau Samalona menunjukkan bahwa ketersediaan nutrisi (nitrat dan fosfat) tidak secara signifikan menentukan pola



Gambar 7. Hubungan regresi linear kelimpahan dinoflagellate dengan intensitas cahaya, kandungan nitrat, dan kandungan fosfat



Gambar 8. Hubungan kelimpahan dinoflagellate dan konsentrasi klorofil di Perairan Pulau Samalona
Ket. : _____ = klorofil a, - - - = klorofil b, . . . = klorofil c, = kelimpahan total

kelimpahan dinoflagellate (Gambar 7.). Meskipun demikian, diantara kandungan nitrat dan fosfat yang ditemukan dalam penelitian ini, diketahui bahwa pengaruh yang lebih besar terhadap kelimpahan dinoflagellate berasal dari kandungan nitrat bila dibandingkan dengan fosfat. Kelimpahan dinoflagellate yang sama (632 sel.L^{-1}) ditemukan kandungan nitrat ditemukan lebih tinggi dibandingkan dengan fosfat.

Hal ini diduga karena unsur nitrogen dalam senyawa nitrat merupakan salah faktor penting dalam pertumbuhan dinoflagellate (Thoha dan Rachman, 2013) Dari hasil regresi linear, kandungan nitrat dan fosfat menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik. Kandungan nitrat tertinggi ditemukan pada kelimpahan dinoflagellata yang rendah, sedangkan kandungan fosfat yang rendah ditemukan pada kelimpahan dinoflagellate yang berkisar tinggi. Kandungan fosfat memberikan pengaruh yang kecil terhadap kelimpahan dinoflagellate. Kandungan fosfat yang rendah membantu perubahan tingkat pembelahan sel dari dinoflagellate (Murata *et al.*, 2012). Kandungan fosfat yang tinggi akan memicu terjadinya ledakan populasi plankton pada perairan (Pello *et al.*, 2014).

Kelimpahan dinoflagellate pada setiap masa inkubasi tidak terlepas dari ketersediaan nutrisi perairan. Ketersediaan nutrisi sebagai makanan akan berperan dalam mendukung suksesnya proses fotosintesis dinoflagellate. Proses fotosintesis dinoflagellate membutuhkan pigmen-pigmen klorofil dalam penyerapan cahaya secara optimal. Gambar 8 menunjukkan kandungan klorofil a, b, dan c yang berfluktuatif. Klorofil a memiliki pola yang sejalan

dengan kelimpahan dinoflagellata serta intensitas cahaya pada Perairan Pulau Samalona. Peningkatan kelimpahan dinoflagellate terjadi pada pukul 10-12 seiring dengan terjadinya peningkatan klorofil a dan meningkatnya intensitas cahaya (Gambar 7). Kandungan klorofil berhubungan terhadap tinggi rendahnya kelimpahan dinoflagellate. Hal ini sesuai dengan penelitian Tambaru (2008) di Perairan Pesisir Maros Sulawesi Selatan, bahwa distribusi klorofil a secara spasial dan temporal dengan menggunakan korelasi Pearson's menunjukkan adanya korelasi hubungan yang cukup kuat antara distribusi klorofil a dengan komunitas fitoplankton dengan kelimpahan dinoflagellate, sebaran klorofil a sangat dipengaruhi parameter lingkungan pada perairan tersebut. Kandungan nutrisi akan meningkat pada musim hujan sehingga akan meningkatkan kandungan nutrisi. Nutrient klorofil a dapat meningkatkan kelimpahan dinoflagellate di perairan (Matondkar *et al.*, 2012).

Kesimpulan

Pola kelimpahan dinoflagellate sangat bervariasi dari pagi hingga sore hari dalam periode harian. Pola kelimpahan dinoflagellate yang bervariasi dipengaruhi oleh intensitas cahaya dalam proses fotosintesis serta kondisi lingkungan lain seperti klorofil a dan ketersediaan nutrisi di Perairan Pulau Samalona.

Daftar Pustaka

Al-Hashmi K.A., J. Goes, M. Claereboudt, S.A. Piontkovski, A. Al-Azri & S.L. Smith. 2014.

- Variability of dinoflagellates and diatoms in the surface waters of Muscat, Sea of Oman: comparison between enclosed and open ecosystem. *Int. J. Oceans Oceanogr.* 8(2):137-152
- APHA. 2005. Standar Metode For The Examination of Water and Waste Wayer. 21th Edition. American Oublic Health Association. Washington DC (US): Enviromental Prtection Agency Press.
- Baek S.H., S. Shimode & T. Kikuchi. 2008. Growth of dinoflagellates, *Ceratium furca* and *Ceratium fusus* in Sagami Bay, Japan: The role of temperature, light intensity and photoperiod. *Harmful Algae.* 7(2):163-173. doi:10.1016/j.hal.2007.06.006
- Bagheri S., M. Mansor, M. Turkoglu, M. Makaremi, W.M.W. Omar & H. Negarestan. 2012. Phytoplankton species composition and abundance in the Southwestern Caspian Sea. *Ekoloji.* 21(83):32-43. doi:10.5053/ekoloji.2012.834.
- Hasle G.R., E. Syvertsen, K.A Steidinger, K Tangen & CR Tomas. 1996. Identifying marine diatoms and dinoflagellates. Academic Press. Florida.
- Kwon H.K., S.J. Oh & H-S. Yang. 2013. Growth and uptake kinetics of nitrate and phosphate by benthic microalgae for phytoremediation of eutrophic coastal sediments. *Bioresource Technol.* 129:387-395. doi:10.1016/j.biortech.2012.11.078.
- Li J., P.M. Glibert, J.A. Alexander & M.E. Molina. 2012. Growth and competition of several harmful dinoflagellates under different nutrient and light conditions. *Harmful Algae.* 13:112-125. doi:10.1016/j.hal.2011.10.005.
- Matondkar S.P., S. Basu, S.G. Parab, S. Pednekar, R. Dwivedi, M. Raman, J. Goes & H. Gomes. 2012. The bloom of the dinoflagellate (*Noctiluca miliaris*) in the North Eastern Arabian Sea: Ship and Satellite study.
- Matsuoka K & H.H. Shin. 2010. Environmental changes in the inner part of Ariake Sound, west Japan recorded in dinoflagellate cyst assemblages. Coastal Environmental and Ecosystem Issues of the East China Sea. pp.111-120
- Murata A., Y. Nagashima & S. Taguchi. 2012. N: P ratios controlling the growth of the marine dinoflagellate *Alexandrium tamarensis*: content and composition of paralytic shellfish poison. *Harmful Algae.* 20:11-18. doi:10.1016/j.hal.2012.07.001
- Pello F., E. Adiwilaga, N. Huliselan, A. Damar. 2014. Effect of seasonal on nutrient load input the inner Ambon bay. *Bumi Lestari.* 14(1):63-73.
- Prezelin B.B. & R.S. Alberte. 1978. Photosynthetic characteristics and organization of chlorophyll in marine dinoflagellates. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 75(4):1801-1804
- Ratti S., A. Knoll, M. Giordano. 2011. Did sulfate availability facilitate the evolutionary expansion of chlorophyll a+ c phytoplankton in the oceans. *Geobiology.* 9(4):301-312. doi:10.1111/j.1472-4669.2011.00284.x.
- Schulte T., S. Johanning & E. Hofmann. 2010. Structure and function of native and refolded peridinin-chlorophyll-proteins from dinoflagellates. *European J. Cell Biol.* 89(12):990-997. doi:10.1016/j.ejcb.2010.08.004.
- Selina M.S., T.V. Morozova, D.I. Vyshkvartsev & T.Y. Orlova. 2014. Seasonal dynamics and spatial distribution of epiphytic dinoflagellates in Peter the Great Bay (Sea of Japan) with special emphasis on *Ostreopsis* species. *Harmful Algae.* 32:1-10. doi:10.1016/j.hal.2013.11.005.
- Tambaru R. 2008. Dinamika komunitas fitoplankton dalam kaitannya dengan produktivitas primer perairan di Perairan Pesisir Maros Sulawesi Selatan. Disertasi. Pascasarjana IPB, Bogor.
- Thoha H., A. Rachman. 2013. Kelimpahan dan distribusi spasial komunitas plankton di Perairan Kepulauan Banggai *J. Ilmu Teknol. Kel. Tropis.* 5(1):145-161
- Tong M., D.M. Kulis, E. Fux, J.L. Smith, P. Hess, Q. Zhou & D.M. Anderson. 2011. The effects of growth phase and light intensity on toxin production by *Dinophysis acuminata* from the northeastern United States. *Harmful Algae.* 10(3):254-264. doi:10.1016/j.hal.2010.10.005
- Zapata M., S. Fraga, F. Rodríguez & J.L. Garrido. 2012. Pigment-based chloroplast types in dinoflagellates. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 465:33-52. doi:10.3354/meps09879.