

Pengaruh Perubahan Gradien Suhu dan Salinitas terhadap Struktur Komunitas Fitoplankton di Perairan Teluk Ambon

Lisna E. Cahyani, Irma Kesaulya*, Sara Haumahu

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura
Kampus Poka Jalan dr. Leimena. Poka Ambon, 97233, Indonesia
Email: IrKesaulya@gmail.com

Abstract

Influence of changes in temperature and salinity gradient on the Community Structure of phytoplankton in Ambon Bay

Primary production in the marine ecosystem depends on the presence of phytoplankton. The presence of phytoplankton is controlled by physical parameters such as salinity and temperature. In order to understand the impact of change of salinity and temperature on the community structure of phytoplankton, especially their abundance and diversity in the waters of Ambon bay, water samples were collected in May and July 2021 at 13 stations and in the layer of 0-10 meters and temperature and salinity were measured simultaneously. Thirty-seven species of phytoplankton were found. The highest number of species were in division Bacillariophyceae (97%), Fragilariophyceae (2%) and Dinophyceae (1%). The most diverse genus was *Chaetoceros* (8 species). Phytoplankton density ranged from 285 to 302.698 cells.m⁻³ during sampling I and 292-614.069 cells.m⁻³ during sampling II. *Odontella sinensis* and *Coscinodiscus radiatus* were the highest phytoplankton density during sampling I and II, respectively. Diversity index (Simpson's diversity index) was maximum at station 1 (sampling I) and station 9 (sampling II). Temperature and salinity show positive and negative correlation, respectively with phytoplankton density. This indicates that changed in salinity and temperature gradient have impact on the community structure of phytoplankton. As phytoplankton plays a key role for the life in marine ecosystem and also indicator for waters quality, it is important to study in depth how the effect of climate change on its community structure either in semi-closed or open ocean.

Keywords: Abundance, Ambon bay, diversity, phytoplankton

Abstrak

Produksi primer di ekosistem laut dipengaruhi oleh keberadaan fitoplankton dan keberadaan fitoplankton dipengaruhi oleh parameter fisika seperti salinitas dan suhu. Untuk mengetahui dampak dari perubahan salinitas dan suhu terhadap struktur komunitas fitoplankton, terutama kepadatan dan keragaman jenisnya di perairan Teluk Ambon, maka sampel air diambil pada bulan Mei dan Juli 2021 di 13 stasiun penelitian pada lapisan kedalaman 0-10 meter. Suhu dan salinitas diukur secara bersamaan dengan menggunakan CTD. Tiga puluh tujuh spesies fitoplankton ditemukan dan spesies dari divisi Bacillariophyceae ditemukan dalam jumlah yang tertinggi (97%), Fragilariophyceae (2%) dan Dinophyceae (1%). Genus dengan jumlah spesies terbanyak adalah *Chaetoceros* (8 species). Kepadatan fitoplankton berkisar antara 285 sampai 302.698 sels.m⁻³ saat sampling I dan 292-614.069 sels.m⁻³ selama sampling II. Pada sampling I, *Odontella sinensis* dijumpai dalam jumlah yang banyak sedangkan pada sampling II spesies *Coscinodiscus radiatus* yang dijumpai dalam jumlah yang banyak. Indeks diversitas (index diversitas Simpson) tertinggi di stasiun 1 (sampling I) dan stasiun 9 (sampling II). Suhu berkorelasi positif dengan kepadatan fitoplankton sedangkan salinitas berkorelasi negative dengan kepadatan fitoplankton. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan gradien salinitas dan suhu di perairan Teluk Ambon berpengaruh bagi kepadatan fitoplankton. Sebagai unsur penting untuk menunjang kehidupan organisme lain dan juga indikator kesuburan ekosistem laut, maka sangat penting untuk melakukan penelitian secara berkelanjutan untuk mengetahui bagaimana pengaruh perubahan iklim terhadap struktur komunitas fitoplankton baik di perairan semi-tertutup maupun di perairan terbuka.

Kata kunci: keragaman, kepadatan, Teluk Ambon, fitoplankton

PENDAHULUAN

Fitoplankton merupakan mikroorganisme yang memegang peranan penting di lingkungan perairan laut. Mikroorganisme ini adalah produser primer dan dasar dari rantai makanan untuk mendukung kelangsungan hidup organisme hewan laut lainnya dan menurut Falkowski *et al.*, (2008) dan Field *et al.*, (1998) fitoplankton juga berperan dalam mengatur jaringan makanan di laut. Keberadaan fitoplankton di suatu perairan juga dapat dipakai sebagai indikator kesuburan perairan (Trifonova *et al.*, 2007; Tett *et al.*, 2008; Febriansyah *et al.*, 2022) dan indikator dari polusi organik di perairan (Sladeczek, 1986; Wu, *et al.*, (2014). Sampai saat ini penelitian dan informasi tentang struktur komunitas fitoplankton dalam hubungannya dengan perubahan parameter fisik perairan masih

terbatas terutama di bagian timur Indonesia dan salah satu penyebabnya yaitu ukuran sel yang kecil dan membutuhkan waktu dan tenaga serta ketelitian untuk proses identifikasi dan perhitungan jumlah selnya.

Struktur komunitas fitoplankton yang meliputi komposisi keragaman spesies dan sebaran fitoplankton di laut dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu, salinitas, arus, unsur hara dan cahaya. Parameter fisik seperti suhu dan salinitas berperan penting dalam proses pertumbuhan dari fitoplankton. Sel yang berukuran kecil dengan kemampuan renang yang terbatas mengakibatkan fitoplankton ini mempunyai toleransi untuk hidup pada kisaran suhu yang terbatas atau bersifat stenotermal. Salinitas merupakan faktor utama lainnya yang menunjang keberadaan tumbuhan termasuk distribusi fitoplankton dan organisme laut. Salinitas yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan fitoplankton, sedangkan perairan dengan salinitas yang rendah memiliki tingkat pertumbuhan fitoplankton yang lebih tinggi menurut Retland dan Iverson (2007) sehingga biomassa fitoplankton cenderung tinggi pada perairan yang bersalinitas rendah. Kondisi hidrologi perairan seperti parameter fisik dan kimia perairan berpengaruh bagi sebaran dan kelimpahan fitoplankton yang mempunyai daya gerak yang lemah atau terbatas (Kesaulya, 2008; Kesaulya *et al.*, 2009) sehingga pergerakannya dan sebaran fitoplankton ini akan dipengaruhi oleh gradien perubahan parameter fisik dan kimia perairan pada lokasi yang ditemukan adanya stratifikasi di lapisan perairan tersebut (Ayajudin *et al.*, 2014).

Fenomena perubahan iklim yang mengakibatkan musim penghujan yang lebih panjang ataupun musim kemarau dengan suhu diatas rata-rata seperti yang terjadi saat ini di Maluku, memberikan pengaruh bagi keberadaan komunitas fitoplankton di perairan laut terutama perairan semi-tertutup seperti di perairan teluk Ambon. Teluk ini terbagi atas Teluk Ambon Dalam (TAD) yang merupakan perairan semi tertutup dengan kedalaman rata-rata 30 m (Anderson and Sapulette 1982; Wenno and Anderson, 1984), dan Teluk Ambon Luar (TAL) dengan kedalaman mencapai lebih dari 600m yang berhadapan langsung dengan Laut Banda. TAD dan TAL dipisahkan oleh ambang yang sempit dan dangkal dengan lebar sekitar 600 m, panjang sekitar 800 m dan variasi kedalaman antara 8 sampai 12 m (Basit *et al.*, 2012). Kondisi geomorfologi perairan Teluk Ambon ini mempengaruhi karakteristik massa air perairan tersebut (Kesaulya *et al.*, 2022, Anderson and Sapulette 1982; Wenno and Anderson, 1984) dimana proses pertukaran massa air menjadi tidak sempurna. Menurut Kesaulya *et al.*, (2022) dan Saputra and Lekalette (2016) perubahan salinitas perairan TAL berkisar antara 33,59–34,15PSU sedangkan di TAD berkisar antara 32,22–34,15PSU, hal ini menunjukkan bahwa salinitas di TAD lebih kecil dari TAL.

Beberapa penelitian yang berhubungan dengan kepadatan dan keragaman jenis fitoplankton telah dilakukan di perairan Teluk Ambon. Penelitian tersebut berhubungan spesies komposisi dan kepadatan maupun dengan *blooming* fitoplankton (Kesaulya *et al.*, 2022; Likumahuwa *et al.*, 2021; Pello and Pentury, 2020; Sutomo and Anderson 1984), namun penelitian tentang perubahan gradien suhu dan salinitas di teluk Ambon dan hubungannya dengan variasi struktur komunitas fitoplankton masih sangat terbatas atau belum pernah dilakukan. Keragaman spesies dan komposisi komunitas dipengaruhi oleh perubahan parameter fisik-kimia lingkungan. Dengan demikian maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari struktur komunitas fitoplankton, dalam hal ini keragaman jenis, kepadatan dan indeks ekologi berdasarkan sebaran gradien suhu dan salinitas di perairan Teluk Ambon.

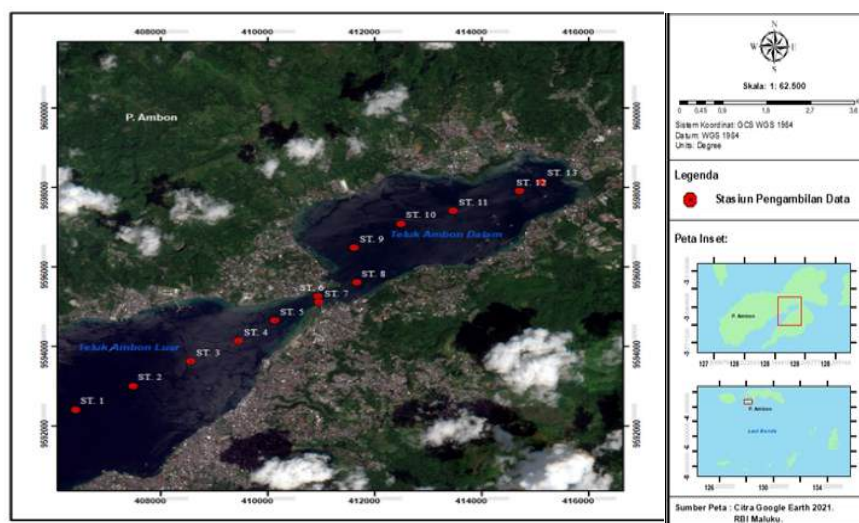
MATERI DAN METODE

Teluk Ambon terletak pada posisi 128°70–129°45 BT dan 3°37–3°45 LS dengan panjang garis pantai yaitu 107,2km dan merupakan perairan semi-tertutup. Teluk Ambon terdiri atas TAD dan TAL yang dipisahkan oleh ambang Galala-Rumah Tiga yang sempit dan dangkal ± 12 m (Anderson and Sapulette 1982, Kesaulya *et al.*, 2022, Salamena, 2021). TAD memiliki kedalaman rata-rata 30 m (Anderson and Sapulette 1982) dan ditemukan sejumlah muara sungai, sedangkan kedalaman TAL mencapai ± 500 m dan terhubung langsung dengan Laut Banda, sehingga dapat diasumsikan bahwa terjadi gradien/perubahan suhu dan salinitas antar dari TAD menuju TAL.

Penelitian ini dilaksanakan di Teluk Ambon pada saat musim timur di bulan Mei 2021 (selanjutnya disebut sampling I) dan musim peralihan I di bulan Juli 2021 (selanjutnya disebut sampling II). Pengambilan sampel fitoplankton dan pengukuran suhu dan salinitas dilaksanakan pada 13 stasiun (gambar 1). Stasiun 1-5 terletak di TAL, stasiun 6-7 di ambang Galala-Rumah Tiga dan stasiun 8-13 terletak di TAD. Penentuan posisi stasiun ini dengan asumsi bahwa terjadi perubahan suhu dan salinitas antara TAD dan TAL yang dapat mempengaruhi sebaran keragaman jenis, kepadatan dan indeks ekologi dari fitoplankton. Suhu dan salinitas pada tiap stasiun penelitian diukur dengan menggunakan CTD tipe Alec Compac EM – 110. CTD diturunkan sampai pada batas kedalaman maksimum, dibiarkan selama ± 2 menit kemudian ditarik ke permukaan. Untuk nilai suhu dan salinitas air laut pada tiap stasiun, dihitung nilai rata untuk masing-masing kedalaman (1, 2, 3...10m). Data curah hujan diambil dari data BMKG.

Sampel fitoplankton diambil dari 13 stasiun dengan menggunakan plankton net tipe kitahara dengan ukuran mata jaring $20\mu\text{m}$ dan diameter mulut jaring 30 cm. Sampel fitoplankton diambil secara vertikal, dimana plankton net ditarik dari kedalaman 10m ke permukaan. Plankton net dibilas kemudian sampel air yang tertampung pada botol sampel yang terletak di bagian bawah dari net plankton, diambil dan dimasukkan kedalam botol polyethylene (500ml). Sampel fitoplankton tersebut diawetkan menggunakan formalin dengan konsentrasi akhir yaitu 4%, kemudian ditambahkan larutan lugol (Sournia, 1978) sampai sampel air berwarna coklat. Semua sampel disimpan dalam cool box dan dibawa ke laboratorium, disimpan pada ruangan dengan temperatur 20°C . Identifikasi dan perhitungan jumlah sel fitoplankton dilakukan dengan cara pengambilan 1ml sampel air dengan menggunakan pipet, kemudian ditetaskan pada Sedgewick-Rafter counting cell. Sedgewick-Rafter counting cell tersebut kemudian diletakan di mikroskop untuk proses identifikasi dan perhitungan jumlah sel. Mikroskop yang digunakan adalah *inverted* microscope Carl Zeiss (Primo star) yang dilengkapi dengan kamera tipe Konus (8.1 MP). Identifikasi dan perhitungan fitoplankton dengan pembesaran 200x dan dilaksanakan di laboratorium Bio-ekologi Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura. Identifikasi fitoplankton sampai tingkat spesies dengan menggunakan buku identifikasi menurut Tomas (1997) dan perhitungan kepadatan sel fitoplankton dilakukan menurut persamaan APHA (2005). Perhitungan keragaman fitoplankton dengan menggunakan indeks Shannon and Wiener (H'), indeks Keseragaman (e) dan indeks dominansi Simpson (N) menurut Zar (2002).

Analisa sebaran suhu dan salinitas di Teluk Ambon dilakukan dengan menggunakan analisa deskriptif dan untuk menganalisa pengaruh perubahan salinitas dan suhu terhadap kepadatan fitoplankton, maka dipakai regresi linear dengan menggunakan program Excel dan SPSS 10.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

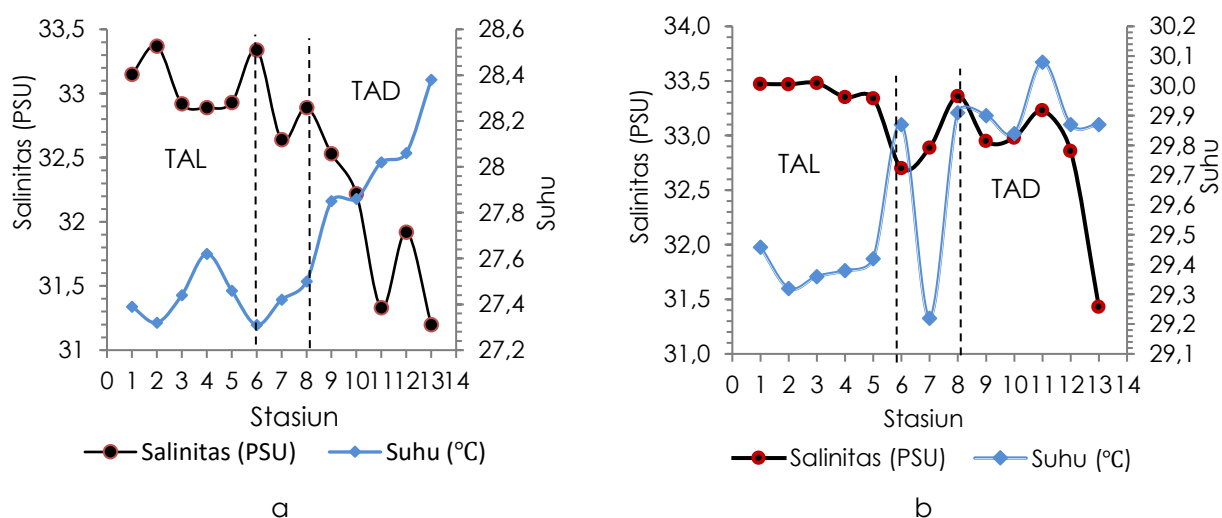
Nilai kisaran suhu dan salinitas yang diukur secara vertikal di TAD dan TAL pada lapisan kedalaman 0-10m dapat dilihat pada tabel 1. Secara umum dapat dilihat bahwa kisaran suhu TAD lebih tinggi dari TAL, namun sebaliknya untuk kisaran salinitas di TAD lebih rendah dari di TAL.

Nilai rata-rata suhu dan salinitas menunjukkan variasi pada bagian perairan TAL dan TAD baik pada saat sampling I (Gambar 2a) maupun sampling II (Gambar 2b). Nilai suhu pada ke-13 stasiun penelitian pada saat sampling I meningkat dari TAL menuju TAD. Suhu di TAD yang lebih tinggi dari TAL ini juga ditemukan oleh Putri *et al.*, (2008) dan Kesaulya *et al.* (2022) dan ini sebagai akibat dari bentuk geomorfologi TAD dengan kedalaman rata-rata $\pm 30\text{m}$ dan dibatasi oleh ambang Galala-Rumah Tiga yang dangkal dan sempit mengakibatkan suhu perairan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kedalaman yang sama di TAL dan juga suhu yang lebih dingin sebagai akibat dari pengaruh masuknya massa air dari Laut Banda (Anderson dan Sapulete 1982, Wenno and Anderson 1984, Kesaulya *et al.*, 2022, Salamena *et al.*, 2021). Nahas *et al.*, (2005) menemukan karakteristik perairan yang sama pada kondisi teluk yang dibatasi oleh ambang di Australia Barat. Sebaliknya untuk salinitas menunjukkan penurunan nilainya dari TAL menuju TAD. TAD yang merupakan perairan semi-tertutup dan bermuaranya sejumlah sungai yang mengalirkan air tawar masuk ke perairan tersebut terutama pada musim penghujan mengakibatkan rendahnya nilai salinitas jika dibandingkan dengan kedalaman yang sama untuk perairan TAL.

Jumlah spesies fitoplankton di Teluk Ambon yang teridentifikasi selama penelitian ini baik pada saat sampling I dan II yaitu sebanyak 38 spesies (Tabel 2). Jumlah spesies ini lebih sedikit dari yang ditemukan oleh Pello dan Pentury (2020) pada 10 stasiun di TAD sebanyak 64 spesies yang berasal dari 4 kelas, 7 ordo, 22 famili dan 45 genera. Perbedaan jumlah spesies ini dapat terjadi dari waktu

Tabel 1. Kisaran nilai suhu dan salinitas (0-10m) di TAD dan TAL pada saat sampling I dan II

Kisaran	TAD		TAL	
	Sampling I	Sampling II	Sampling I	Sampling II
Suhu	29.09–30.73°C	27.29–28.97°C	27.29–29.23°C	27.25–28.33°C
Salinitas	31.78–33.53 ‰	17.55–33.57 ‰	33.10–33.55‰	24.80–33.57 ‰



Gambar 2. Sebaran rerata nilai suhu (°C) dan salinitas (PSU) pada 13 stasiun penelitian pada saat sampling I (a) dan II (b). Catatan: TAL = Teluk Ambon Luar; TAD = Teluk Ambon Dalam

ke waktu karena keragaman spesies fitoplankton akan selalu bervariasi antar lokasi dan juga waktu sebagai akibat dari variasi fisik dan kimia perairan. Selama penelitian ini ditemukan lebih banyak jumlah spesies dari kelompok diatom, kelas Bacillariophyceae dari pada jumlah spesies dari kelas Dinophyceae dan Flagellariophyceae. Kondisi ini ditemukan baik pada sampling I maupun II dan menurut Arazi *et al.*, (2019), kelas Bacillariophyceae mampu menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan sekitar dibandingkan kelas lainnya dan juga menurut Lalli and Parsons (1997) dan Nybakken (2002) bahwa diatom umumnya ditemukan melimpah di perairan laut dan mendominasi komposisi fitoplankton di perairan neritik.

Pada tabel 2 dapat dilihat bahwa jumlah spesies fitoplankton bervariasi secara spasial dan juga temporal. Secara spasial jumlah spesies fitoplankton berbeda antar stasiun pada sampling I dan juga antar stasiun pada sampling II, sedangkan variasi secara temporal yaitu dapat dilihat jumlah komposisi spesies fitoplankton berbeda pada stasiun yang sama namun waktu sampling yang berbeda yaitu sampling I dan sampling II (Tabel 2). Spesies yang ditemukan di semua stasiun baik saat sampling I ataupun II yaitu *Thalassionema nitzschoides* dan *Thalassionema frauenfeldii*, kedua spesies ini diasumsikan mampu beradaptasi dengan perubahan kondisi perairan sehingga memiliki penyebaran yang luas. Hal ini juga didukung oleh Haumahu (2005) yang menemukan *Thalassionema* sp yang dominan di perairan selat Haruku, Maluku Tengah pada musim barat. Namun ada spesies yang hanya ditemukan di stasiun 1 yaitu *Protoperidium oceanicum* dan *Prorocentrum scutellum*, dimana *Protoperidium oceanicum* ini biasanya ditemukan di perairan empat musim dan tropik baik di perairan pantai maupun oseanik (Smithsonian, 2012). Spesies *Odontella sinensis* ditemukan di semua stasiun tetapi hanya pada sampling I dan tidak ditemukan pada saat sampling II. Spesies ini ditemukan dalam bentuk sel tunggal maupun berantai (2-3 sel) dengan jumlah kepadatan yang tinggi pada tiap stasiun. Keragaman spesies bervariasi antar genus. Dari genus *Chaetoceros* ditemukan 8 spesies dan sebagian besar ditemukan dalam bentuk rantai, *Ceratium* ditemukan 6 spesies dan *Rhizosolenia* ditemukan 4 spesies. Spesies-spesies tersebut juga ditemukan dalam bentuk sel tunggal dan juga berantai.

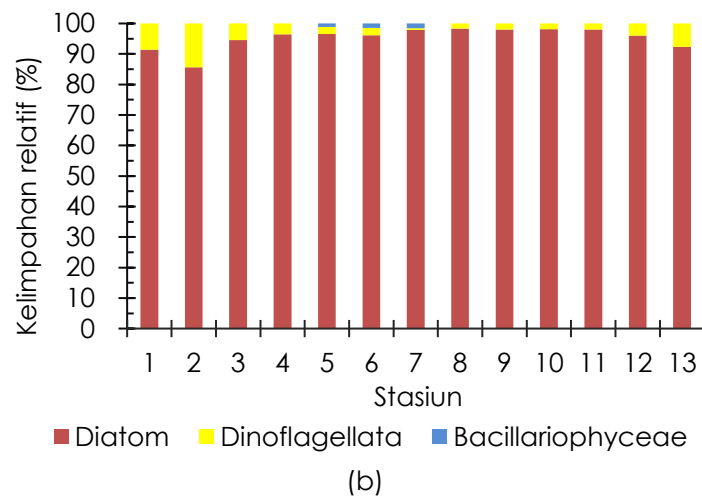
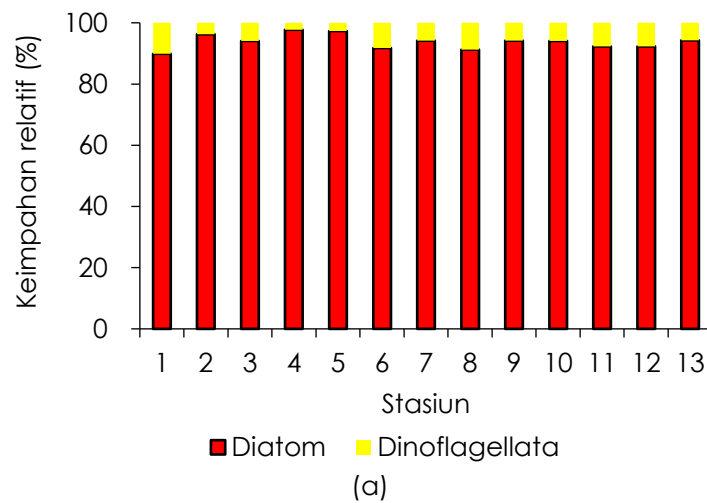
Spesies fitoplankton dari kelompok diatom mendominasi kepadatan sel pada tiap stasiun dapat melebihi 80% dibandingkan dengan spesies fitoplankton dari kelompok dinoflagelata (<80%) baik pada sampling I maupun II (gambar 3a, b). Fitoplankton dari kelompok diatom ini mendominasi perairan laut (Hoek *et al.*, 1985; Arinardi *et al.*, 1997) baik di lapisan pelajik maupun benthik, dan juga ditemukan melekat pada substrat atau benda-benda keras lainnya di perairan yang disebut perifiton.

Total jumlah sel dan jumlah spesies fitoplankton bervariasi secara spasial yaitu antar stasiun dan juga secara musiman (gambar 4a, b). Fitoplankton mempunyai pola distribusi yang berkelompok dalam skala mikro (Kesaulya, 2008; Kesaulya *et al.*, 2008), sehingga hal ini memungkinkan terjadinya variasi kepadatan sel antar stasiun yang ditemukan selama penelitian ini berlangsung. Kepadatan total fitoplankton pada tiap stasiun saat sampling I dan II dapat dilihat pada gambar 4 dengan kisaran nilai kelimpahan fitoplankton di Teluk Ambon yaitu 271.380 – 2.199.173 sel/m³ untuk sampling I, sedangkan sampling II kisaran nilai kepadatan sel fitoplankton yaitu 43.261 – 216.730 sel/m³. Nilai kelimpahan fitoplankton juga bervariasi antar stasiun dan jumlah kelimpahan tertinggi ditemukan pada stasiun 9 saat sampling I (2.199.173 sel/m³).

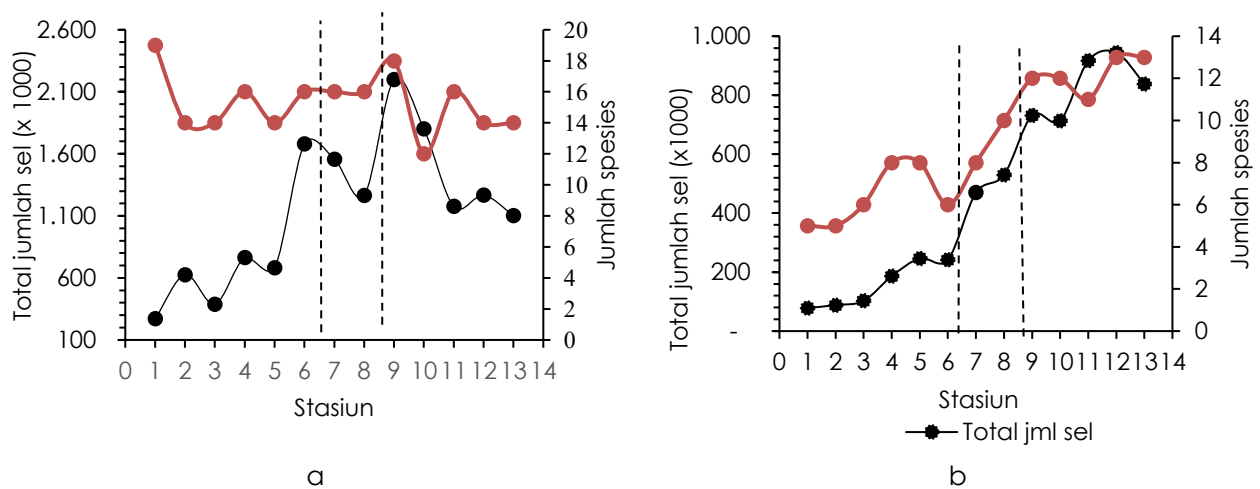
Pada sampling I, species *Odontella sinensis* ditemukan hampir di semua stasiun dengan jumlah kelimpahan yang tinggi dan spesies dari kelas diatom yaitu *Coscinodiscus radiatus* (52%), sedangkan spesies dengan kepadatan terendah yaitu *Rhizosolenia hyaline* (0.00017%), dari kelas dinoflagelata yaitu spesies *Protoperidium depressum* dengan kepadatan tertinggi (0.003%) dan *Ceratium arcticum* dengan kepadatan terendah (0.00002%). Sampling II, kepadatan sel tertinggi ditemukan di stasiun 12 (216.730 sel/m³) yang disebabkan oleh dua spesies yaitu *Asterophaulus* sp (18%) dari kelas diatom dan *Gonyaulax poligramma* (20%) dari kelas dinoflagelata yang ditemukan dalam jumlah sel yang cukup tinggi.

Tabel 2. Komposisi spesies fitoplankton yang ditemukan di perairan Teluk Ambon

Spesies Fitoplankton	Stasiun												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
DIATOM													
Fragilariophyceae													
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Bacillariophyceae													
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Coscinodiscus centralis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pseudosolenia calcaravis</i>	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Pseudonitzschia australis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rhizosolenia decivians</i>	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	+
<i>R. hyaline</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>R. styliformis</i>	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>R. imbricata</i>	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-
<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bacteriastrum furcatum</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pleurosigma directum</i>	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+
<i>Pleurosigma normaii</i>	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-
<i>Odontella sinensis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Chaetoceros affinis</i>	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>C. Pseudocurvisetus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. compressus</i>	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. diversus</i>	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. Peruvianus</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. danicus</i>	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. laevis</i>	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-
<i>C. decivians</i>	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Skeletonema costatum</i>	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Asterophaulus sp</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Dinophyceae													
<i>Pyrocystis sp</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
DINOFLAGELLATA													
Dinophyceae													
<i>Ceratium furca</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+
<i>Ceratium tripos</i>	-	-	+	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+
<i>Ceratium artium</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceratium macroceros</i>	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+
<i>Ceratium trichoceros</i>	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Ceratium fucus</i>	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+
<i>Prorocentrum scutellum</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Protoperidinium depressum</i>	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Protoperidinium oceanicum</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prorocentrum micans</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
<i>Gonyaulax polygramma</i>	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-



Gambar 3. Kepadatan relatif dari diatom dan dinoflagelata di perairan Telum Ambon saat sampling I (a) dan II (b).



Gambar 4. Variasi total jumlah sel dan total jumlah spesies pada tiap stasiun saat sampling I (a) dan sampling II (b)

Kepadatan sel fitoplankton ditemukan lebih tinggi pada sampling I dibandingkan dengan sampling II (Gambar 4). Selama periode sampling terjadi curah hujan dengan intensitas yang lebih tinggi pada saat sampling II, sehingga mengakibatkan peningkatan kekeruhan perairan dan berkurangnya penetrasi cahaya pada kolom perairan dan menjadi faktor pembatas proses fotosintesa untuk mendukung pertumbuhan sel. Tingginya curah hujan ini berpengaruh bagi suhu dan salinitas perairan di perairan teluk Ambon yang kemudian memberikan dampak bagi pertumbuhan sel fitoplankton. Menurut Nyabekkan (1992) salinitas yang baik untuk pertumbuhan plankton di laut adalah 30–35‰ dan suhu optimum untuk pertumbuhan plankton berkisar antar 25–32°C (Wyrski, 1961). Kelimpahan fitoplankton dari spesies tertentu dapat ditemukan di lokasi tertentu dalam jumlah yang melimpah sebagai diakibatkan dari parameter fisik dan kimia perairan yang mendukung sel fitoplankton melakukan pembelahan selnya dengan cepat sehingga kepadatannya tinggi (Eilertsen *et al.*, 1995). Tingginya curah hujan juga mengakibatkan peningkatan konsentrasi unsur-unsur hara di perairan Teluk Ambon. Konsentrasi nutrient tidak dianalisa selama penelitian ini, namun menurut Ikhsani *et al.*, (2016) TAD telah mengalami proses eutrofikasi dan menurut Garono and Sutrisno (2013) proses eutrofikasi merupakan salah satu faktor yang mengakibatkan spesies fitoplankton tertentu dapat tumbuh dan berkembang dengan cepat. Kepadatan fitoplankton di stasiun 8 – 13 yang berada di TAD lebih tinggi dari kepadatan sel di TAD. Sutomo and Anderson (1984) juga menemukan volume mikroplankton di TAD jauh lebih banyak dari pada di TAL sebagai akibat dari tingginya konsentrasi unsur hara.

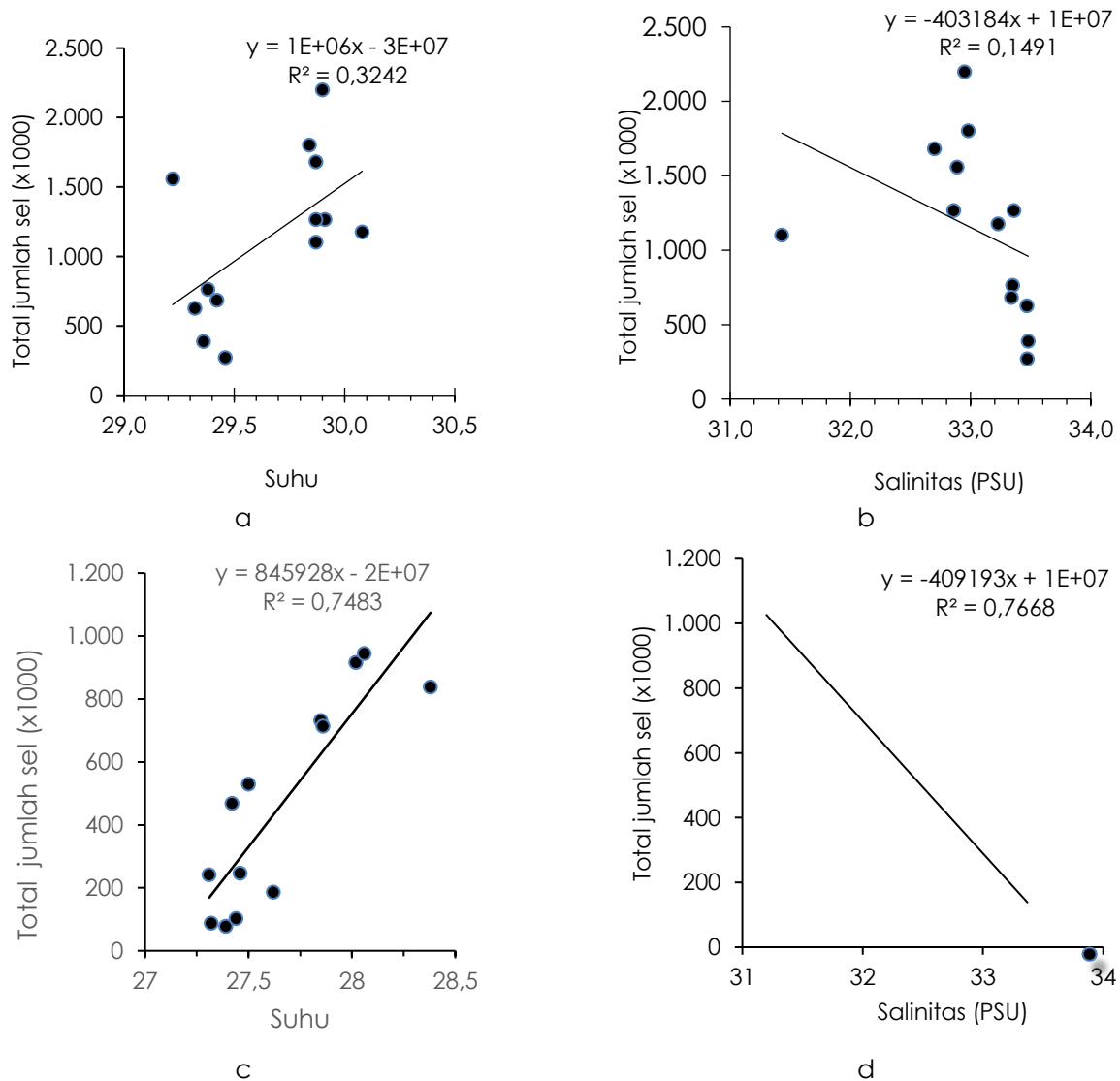
Fitoplankton merupakan mikroorganisme yang rentan terhadap perubahan parameter fisik dan kimia perairan. Gradien perubahan parameter lingkungan perairan dapat mempengaruhi sebaran dari fitoplankton (Ayajuddin *et al.*, 2014) dan perubahan suhu air laut dapat berpengaruh bagi fisiologi sel fitoplankton. Suhu yang terlalu tinggi atau rendah dapat mempengaruhi proses metabolisme, meningkatkan kecepatan viskositas cairan pada sitoplasma sel. Hal ini kemudian akan berpengaruh bagi sebaran, kepadatan dan jumlah spesies fitoplankton di suatu perairan laut. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi perubahan gradien suhu dan salinitas perairan di Teluk Ambon. Suhu mengalami peningkatan dari TAL menuju TAD dan sebaliknya terjadi penurunan salinitas dari TAL menuju TAD. Perubahan gradien suhu dan salinitas ini menunjukkan bahwa tingginya curah hujan pada saat sampling I (814,5mm) dan II (1309,70mm) (Data BMKG) memberikan pengaruh bagi kedua parameter tersebut.

Dari hasil analisis regresi untuk mengetahui korelasi antara perubahan gradien suhu dan salinitas dengan kepadatan sel fitoplankton di perairan Teluk Ambon, menunjukkan bahwa dengan meningkatnya suhu perairan maka terjadi peningkatan sel fitoplankton baik di sampling I ($r^2=0,32$) maupun II ($r^2=0,75$), sedangkan kepadatan sel fitoplankton dan salinitas mempunyai korelasi negatif saat sampling I ($r^2=0,15$) maupun sampling II ($r^2=0,77$) dimana makin tinggi nilai salinitas makin menurun jumlah kelimpahan sel fitoplankton (Gambar 6a-d). Hal ini diakibatkan karena perubahan salinitas berpengaruh bagi komposisi spesies yang diakibatkan karena perbedaan interspesifik terhadap salinitas optimal (D'ors *et al.*, 2016; Lionard *et al.*, 2005) dan perubahan salinitas yang terjadi mengakibatkan sel fitoplankton mengalami stress osmotik (Lionard *et al.*, 2005). Bouvier and del Giorgio (2002) juga mengatakan bahwa karakteristik habitat perairan dipengaruhi oleh gradient lingkungan perairan yang mempengaruhi perubahan dinamika dan fungsi penting untuk lingkungan.

Komposisi spesies dan kelimpahan sel fitoplankton akan berpengaruh terhadap nilai indeks ekologinya. Hasil penelitian ini menunjukkan keanekaragaman fitoplankton di Teluk Ambon adalah sedang dengan kisaran nilai H' yaitu 1.01-1.97 dan penyebaran spesiesnya relatif merata ($E = 0.15-0.87$) dengan didukung nilai D berada pada kisaran 0.12-0.36 yang menunjukkan bahwa tidak ada spesies fitoplankton yang mendominasi perairan Teluk Ambon. Struktur komunitas fitoplankton di suatu perairan dapat juga dipengaruhi oleh kondisi fisik perairan tersebut. Untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perubahan gradien suhu dan salinitas terhadap indeks ekologi H' , E dan D fitoplankton di Teluk Ambon maka dilakukan analisa regresi. Hasil analisa regresi menunjukkan tidak ada pengaruh perubahan suhu dan salinitas terhadap indeks ekologi H' , E dan D fitoplankton (Tabel 2) di perairan Teluk Ambon

Tabel 2. Nilai regresi korelasi pengaruh suhu dan salinitas terhadap nilai indeks H' , E dan D

Indeks ekologi	Suhu	Salinitas
H'	$r^2 = 0.02$	$r^2 = 0.02$
E	$r^2 = 0.01$	$r^2 = 0.02$
D	$r^2 = 0.02$	$r^2 = 0.02$

**Gambar 5.** Korelasi suhu dan salinitas terhadap kelimpahan fitoplankton pada sampling I (a,b) dan II (c,d)

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perubahan gradien suhu dan salinitas yang terjadi di perairan Teluk Ambon terutama selama musim peralihan dan musim timur memberikan pengaruh bagi struktur komunitas fitoplankton terutama nilai kepadatan sel fitoplankton yang merupakan produsen primer di laut dan juga merupakan salah parameter yang dipakai sebagai indikator kesuburan dan kualitas perairan. Sedangkan perubahan gradien suhu dan salinitas tidak berpengaruh terhadap variasi nilai indeks ekologi fitoplankton di perairan Teluk Ambon. Struktur komunitas dari fitoplankton perlu terus dimonitor pada musim yang berbeda terutama saat ini

dimana pengaruh pemanasan global terhadap perubahan musim yang berdampak bagi perairan semi-tertutup di pulau-pulau kecil di Maluku.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA (American Public Health Association), (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21th Edition. Washington: APHA, AWWA (American Waters Works Association) and WPCF (Water Pollution Control Federation). pp.3-42.
- Anderson, J.J., & Sapulete, D. (1982). Deep water renewal in inner Ambon Bay, Ambon, Indonesia. In: Gomez, E.D., Birkeland, C.E., Buddemeier, R.W., Johannes, R.E., Marsh Jr., J.A., Tsuda, R.T. (Eds.), *The 4th International Coral Reef Symposium*. Marine Science Center of University of Philippines,
- Arazi, R., Isnaini, & Fauziyah (2019). Struktur Komunitas dan Kelimpahan Fitoplankton serta Keterkaitannya dengan Parameter Fisika Kimia di Perairan Pesisir Banyuasin Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Penelitian Sains*, 21(1), 1-8.
- Arinardi O.H., Sutomo. A.B., Yusuf S.A., Trimaningsih E. A. & Riyono, E. (1997). *Kisaran Kelimpahan dan Komposisi Plankton Predominan di Perairan Kawasan Timur Indonesia*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. 140 p.
- Ayajuddin M., Pandiyarajan R.S. & Ansari Z.A. (2014). Distribution of phytoplankton along an environmental gradient off Kakinada East Coast of India. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences* 43(3), 357-364.
- Basit A., Putri R.M. & Tatipatta M.W., (2012). Estimation of Seasonal Vertically Integrated Primary Productivity in Ambon Bay Using the Depth-Resolved, Time Integrated Production Model. *Marine Research in Indonesia*, 37(1), 47–56.
- Bouvier, T.C. & Del Giorgio, P.A. (2002). Compositional changes in free-living bacteria communities along a salinity gradient in two temperate estuaries. *Limnology Oceanography*, 47, 453-470.
- D'ors A., Bartolome, M.C. & Sanchez-Fortun, S. (2016). Repercussions of salinity changes and osmotic stress in marine phytoplankton species. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 175, 169-175.
- Eilertsen, H.C., Sanberg, S. & Tollefsen, H. (1995). Photoperiodic control of diatom spore growth: a theory to explain the onset of phytoplankton blooms. *Marine Ecology Progress Series*, 116, 303-307.
- Falkowski, P.G., Fenchel, T., & Delong, E.F. (2008). The microbial engines that drive Earth's biogeochemical cycles. *Science*, 320(5879), 1034–1039, doi: 10.1126/science.1153213.
- Febriansyah, S.C., Hakim, L., & Retnaningdyah, C. (2022). Evaluation of Mangrove Water Quality in Pancer Cengkong, Trenggalek and Sine, Tulungagung, East Java, Indonesia Using Phytoplankton as Bioindicators. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 14(2), 297-312. doi: 10.20473/jipk.v14i2.32459
- Field, C.B., Behrenfeld, M.J., Randerson, J.T., & Falkowski, P. (1998). Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. *Science*, 281(5374), 237–240, doi: 10.1126/science.281.5374.237.
- Garno & Sutrisno Y. (2013). Kualitas Air Dan Dinamika Fitoplankton Di Perairan Harapan. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004
- Haumahu S. (2005). Distribusi spasial fitoplankton di perairan Teluk Haria Saparua, Maluku Tengah. *Ilmu Kelautan*, 10(3), 126-134.
- Ikhsani, I.Y., Abdul, M.S., & Lekalet, J.D. (2016). Distribusi fosfat dan nitrat di teluk Ambon bagian dalam pada musim barat dan timur. *Widyaiset* 2(2), 86-95. doi: 10.14203/widyaiset.2.2.2016.86-95
- Kesaulya, I. (2008). Coupling of Biological and Physical Parameters in two Dimensional Microscales Phytoplankton Distribution. Thesis. Flinders University, Adelaide, South Australia.
- Kesaulya, I., Leterme, S.C., Mitchell, J.G. & Seuront, L. (2009). The impact of turbulence and phytoplankton dynamics on foam formation, seawater viscosity and chlorophyll concentration in the eastern English Channel. *Oceanologia*, 50(2), 167–182
- Kesaulya, I., Rumohira D.R. & Saravanakumar, A. (2022) The Abundance of *Gonyaulax polygramma* and *Chaetoceros* sp. Causing Blooming in Ambon Bay, Maluku. *Indonesian Journal of Marine Science*, 27(1), 13-19. doi: 10.14710/ik.ijms.27.1.13-19.

- Kesaulya, I., Simaela, R., Moniharapon, D.L. & Kesaulya, T. (2022) Karakteristik massa air berdasarkan sebaran suhu dan klorofil-a di perairan teluk Ambon. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 6(3), 227-238.
- Lalli, C.M., & Parsons T. (1997) *Biological Oceanography, an Introduction*. 2nd. Pergamon Press, Oxford. 301p.
- Likumahuwa, S., Sangiorgi, F., de Boer, M.K., Tatipatta, W.M., Pelasula, D.D., Polnaya, D., Hehuwat, J., Siahaya, D.M. & Buma, A.G.J. (2021). Dinoflagellate cyst distribution in surface sediments of Ambon Bay (eastern Indonesia): Environmental conditions and harmful blooms. *Marine Pollution Bulletin*, 166, p.112269. doi: 10.1016/j.marpolbul.2021.112269.
- Lionard, M., Muylaert, K., Gansbeke, D.V. & Vyverman, W. (2005). Influence of change in salinity and light intensity on growth of phytoplankton communities from the Schelde river and estuary (Belgium/The Netherlands). *Hydrobiologia*, 540(1-3), 105-115.
- Nahas, E.L., Pattiaratchi, C.B. & Ivey, G.N. (2005) Processes controlling the position of frontal systems in Shark Bay, Western Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 65, 463-474.
- Nybakken, J.W. (2002). *Marine Biology, an ecological approach*. 5th edition. Addison Wesley Longman, Inc. San Fransisco. 516p
- Pello, F.S. & Pentury, R. (2020). Phytoplankton of Inner Ambon Bay during east monsoon. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 517(1), p.012003
- Putri, M.R., Mudjiono, & Basit, A. (2008). Monitoring of Physical Oceanography in Ambon Bay (In Indonesian Language). Proceeding PIT ISOI pp. 41– 47.
- Retland J.N. & Iverson R.L. (2007) Phytoplankton Biomass in a Subtropical Estuary: Distribution, Size Composisi and Carbon: Chlorophyll Ratios. *Estuaries and Coasts*, 30(5), 878-885.
- Salamena, G.G., Whinney, J.C., Heron, S.F. & Ridd P.V. (2021). Internal tidal waves and deep-water renewal in a tropical fjord: Lessons from Ambon Bay, eastern Indonesia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 253, p.107291. doi: 10.1016/j.ecss.2021.107291.
- Saputra, T.R.F. & Lekalette, D.J. (2016). Dinamika Massa Air di Teluk Ambon. *Widyariset*, 2(2), 143-152.
- Sladeczek, V. (1986). Diatoms as Indicator of Organic Pollution. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica*, 14(5), 556-566
- Smithsonian Institution (2012) *Protoperdinium oceanicum* (Vanhoffen) Balech 1974
- Sournia, A. 1978. *Phytoplankton Manual*. Unesco, Paris.
- Sutomo & Anderson J.J., (1984) Phytoplankton and zooplankton abundance in Ambon Bay. *Marine Research in Indonesia*, 23, 1–11.
- Tett, P., Carreira, C., Mills, D.K., van Leeuwen, S., Foden, J., Bresnan, E., & Gowen, R.J. (2008) Use of a Phytoplankton Community Index to assess the health of coastal waters. *ICES Journal of Marine Science*, 65, 1475–1482. doi: 10.1093/icesjms/fsn161
- Tomas C.R. (1997) *Identifying Marine Phytoplankton*. Academic Press. Florida
- Trifonova, I.S, Pavlova, O.A. & Rusanov, A.G. (2007) Phytoplankton as an indicator of water quality in the rivers of the lake Ladoga basin and its relation to environmental factors. *Archiv für Hydrobiologie Supplement*, 161(3-4), 527-547.
- Wenno, L.F. & Anderson J.J. (1984). Evidence for Tidal Upwelling Across the Sill of Ambon Bay. *Marine Research in Indonesia*, 23, 13–20
- Wu, N., Schmalz, B. & Fohrer, N. (2014). Study Progress in Riverine Phytoplankton and its Use as Bio-Indicator –a Review. *Austin Journal of Hydrology*, 1(1), p.9.
- Wyrki, K. (1961). *Physical Oceanography of South East Asian Water*. Naga Report Vol.2. Scripps Institution of Oceanography. University of California. California.