

SKRIPSI

**STRUKTUR KOMUNITAS KISTA DINOFLAGELLATA DI MUARA
SUNGAI MAROS DAN MUARA SUNGAI PANGKEP, SULAWESI
SELATAN**

Disusun dan diajukan oleh

JUWITI SERLIANA

L021 17 1508



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

STRUKTUR KOMUNITAS KISTA DINOFLAGELLATA DI MUARA SUNGAI MAROS DAN MUARA SUNGAI PANGKEP

JUWITI SERLIANA

L021 17 1508

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Ilmu
Kelautan dan perikanan



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**STRUKTUR KOMUNITAS KISTA DINOFLAGELLATA DI MUARA SUNGAI
MAROS DAN MUARA SUNGAI PANGKEP, SULAWESI SELATAN**

Disusun dan diajukan oleh

**JUWITI SERLIANA
L021 17 1508**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi program Sarjana Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin Pada tanggal 1 Maret 2022 Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

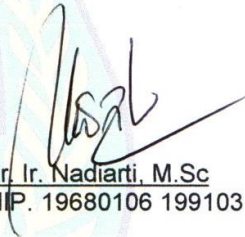
Menyetujui :

Pembimbing Utama,





Dr. Nita Rukminasari, S.Pi, MP.
NIP. 19691229 199802 2 001

Pembimbing Pendamping,



Dr. Ir. Nadiarti, M.Sc
NIP. 19680106 199103 2 001

**Ketua Program Studi,
Manajemen Sumber Daya Perairan**

Dr. Ir. Nadiarti, M.Sc
NIP. 19680106 199103 2 001



PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Juwiti Serliana
Nim : L021 17 1508
Program Studi : Manajemen Sumber Daya Perairan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

“Struktur Komunitas Kista Dinoflagellata di Muara Sungai Maros dan Muara Sungai
Pangkep, Sulawesi Selatan”

Adalah karya penelitian saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain, bahwa skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 7 Maret 2022

Yang menyatakan


Juwiti Serliana
L021 17 1508

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

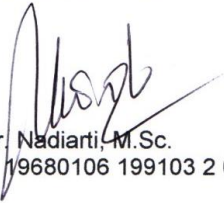
Nama : Juwiti Serliana
Nim : L021 17 1508
Program Studi : Manajemen Sumber Daya Perairan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai *author* dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan Skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan skripsi ini, maka pembimbing dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikuti.

Makassar, 7 Maret 2022

Mengetahui,

Ketua Program Studi Penulis


Dr. Ir. Nadiarti, M.Sc.
NIP. 19680106 199103 2 001

Penulis


Juwiti Serliana
L021 17 1508

ABSTRAK

Juwiti Serliana. L021171508. “Struktur Komunitas Kista Dinoflagellata di Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep, Sulawesi Selatan” dibimbing oleh **Nita Rukminasari** sebagai Pembimbing Utama dan **Nadiarti** sebagai Pembimbing Anggota.

Beberapa dinoflagellata memiliki tahap kista istirahat sebagai bagian dari siklus hidupnya dan terakumulasi di sedimen. Perairan Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep telah terjadi eutrofikasi, dimana eutrofikasi adalah faktor utama terjadinya HABs. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menentukan struktur komunitas kista dinoflagellata (komposisi jenis, kelimpahan, nMDS, ANOSIM, SIMPER, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi) di Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Binanga Sangkara Pangkep serta membandingkan struktur komunitas kista dinoflagellata di Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Binanga Sangkara Pangkep. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli hingga Agustus 2020. Pengambilan sampel sedimen dilakukan satu kali di Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Binanga Sangkara Pangkep menggunakan *Van Veen Grab* yang dilakukan sebanyak tiga kali di setiap sub stasiun. Kemudian dilakukan proses pengayakan bertahap dengan menggunakan tiga ukuran ayakan (250 μm , 125 μm dan 20 μm) dan memisahkan kista dinoflagellata dengan sedimen dilakukan sonikasi. Setelah itu, dilakukan identifikasi kista dinoflagellata. Struktur komunitas ditentukan menggunakan plot nMDS, ANOSIM, SIMPER, dan analisis diverse menggunakan software PRIMER versi 5. Hasil penelitian ini menunjukkan spesies kista dinoflagellata yang ditemukan di dalam sedimen di Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep adalah 44 spesies dari 20 genera dan 9 famili. Persentase komposisi spesies yang tertinggi di Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep terdapat pada famili Protoperidiniaceae. Hasil analisis kelimpahan kista dinoflagellata di Muara Sungai Maros berkisar 192-371 kista/gr dan kelimpahan kista dinoflagellata di Muara Sungai Pangkep berkisar 171-527 kista/gr termasuk dalam kategori sedang dalam tingkat resiko terjadinya HAB. Struktur spesies kista dinoflagellata di Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep memiliki perbedaan struktur spesies dengan tingkat signifikan 0.1% (0.0001).

Kata Kunci: HABs, Kista Dinoflagellata, Kelimpahan, Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep, Struktur Komunitas.

ABSTRACT

Juwiti Serliana. L021171508. "Community Structure of Dinoflagellate Cysts at the Maros River Estuary and Pangkep River Estuary" supervised by **Nita Rukminasari** as Main Advisor and **Nadiarti** as Member Advisor.

Some dinoflagellates have a resting stage as part of their life cycle and accumulate in sediments. Eutrophication has occurred in the Maros River Estuary and Pangkep River Estuary, where eutrophication is the main factor in the occurrence of HABs. The aim of study was to determine the community structure of dinoflagellate cysts (species composition, species, nMDS, ANOSIM, SIMPER, diversity index, uniformity index, and dominance index) in the Maros River Estuary and Binanga Sangkara Pangkep River and the comparative structure of the dinoflagellate cyst community in estuary Maros and Binanga Sangkara Pangkep Estuary. This research was conducted from July to August 2020. Sediment sampling was carried out once at the Maros River Estuary and Binanga Sangkara Pangkep Estuary using the Van Veen Grab which was carried out three times at each sub-station. Then a gradual sieving process was carried out using three sieve sizes (250 μ m, 125 μ m and 20 μ m) and separated the dinoflagellate cysts by sonicating sedimentation. After that, a dinoflagellate cyst was performed. The structure was determined using nMDS, ANOSIM, SIMPER plots, and various analyzes using PRIMER version 5. The results of this study showed that the species of dinoflagellate cysts found in sediments in the Maros River Estuary and Pangkep Estuary were 44 species from 20 genera and 9 families. The highest percentage of species composition in the Maros River and Pangkep River estuaries was in the Protoperidiniaceae family. The results of the analysis of diflagellate cysts in the Maros River estuary ranged from 192-371 cysts/gr and dinoflagellate cysts in the Pangkep Estuary ranging from 171-527 cysts/gr were included in the moderate category in the risk level for HAB. The structure of dinoflagellate cysts in the Maros River Estuary and Pangkep River Estuary was significant difference of species assemblage with a significant level of 0.1% (0.0001).

Keywords: Abundance, Community Structure, Dinoflagellate cyst, HABs, Maros River Estuary and Pangkep River Estuary.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada ALLAH SWT. atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Struktur Komunitas Kista Dinoflagellata di Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep, Sulawesi Selatan”**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menjadi sarjana perikanan di Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Departemen Perikanan Universitas Hasanuddin.

Dalam penyusunan skripsi ini tentunya banyak ditemui kendala salah satunya yaitu wabah Covid-19 yang dialami banyak orang di seluruh dunia, sehingga beberapa kegiatan terhambat dan hanya bisa dilakukan secara online. Namun, penulis mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak sehingga skripsi ini dapat selesai. Demikian pula penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi penyempurnaan tulisan ini.

Dan juga pada kesempatan ini tak lupa penulis menghaturkan banyak terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Nita Rukminasari, S.Pi. MP selaku penasehat akademik dan pembimbing utama yang telah banyak memberikan saran dan arahan dalam proses belajar di bangku kuliah dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Dr. Ir. Nadiarti, M.Sc. selaku pembimbing pendamping yang juga telah banyak memberikan saran dan arahan telah membantu menyelesaikan skripsi ini.
3. Prof. Dr. Akbar Tahir, M.Sc. dan Dr. Ir. Basse Siang Parawansa, MP. Selaku penguji yang telah bersedia memberikan saran dan kritik demi terselesaikannya skripsi ini.
4. Seluruh Jajaran Civitas Akademik Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin yang telah membantu dalam proses penyusunan berkas.
5. Orang tua saya tercinta Jumadi dan Hasmiati yang tanpa henti-hentinya memanjatkan doa, serta kasih sayangnya selama ini dan memberikan bantuan kepada penulis dalam bentuk apapun, yang senantiasa mendukung dan memberi semangat kepada penulis.
6. Nenek saya tercinta Lolo Tallasa yang juga senantiasa memanjatkan doa dan kasih sayangnya selama ini serta memberikan bantuan kepada penulis dalam bentuk apapun.
7. Adik yang tersayang Jihran Fadil Rahmat yang selalu memberikan dorongan semangat demi terselesaikannya skripsi ini.

8. Sahabat-sahabat saya Siti Hasanah, S.Pi, Asriani, S.Pi, Nurul Sriramadani yang selalu membantu dan memberikan semangat yang luar biasa dari awal semester sampai sekarang.
9. Teman-teman seperjuangan Plankton Squad yang saling membantu dan saling menyemangati dalam pengerjaan skripsi ini terutama Nur Rosyidah Amir, Febriani Nur Huzaimah, Anisa Rahmawati, dan Surahma.
10. Seluruh teman-teman Manajemen Sumberdaya Perairan 2017 Terima kasih atas doa, dukungan, bantuan dan semangatnya yang diberikan kepada penulis, serta doanya dan juga senior-senior MSP UNHAS yang telah membantu dalam memberikan pendapat, kritikan dan solusi dalam pembuatan skripsi.

Makassar, 7 Maret 2022

penulis

Juwiti Serliana

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Juwiti Serliana lahir di Tanahberu, Bulukumba, Sulawesi Selatan pada tanggal 22 Desember 1999 dari pasangan Bapak Jumadi dan Ibu Hasmiati. Penulis merupakan anak Sulung dari 2 bersaudara. Jenjang Pendidikan yang ditempuh penulis yaitu pada tahun 2011 penulis lulus dari SDN 179 Tanahberu, Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan. Tahun 2014 lulus dari SMPN 32 Bulukumba, Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan. Kemudian pada tahun 2017 penulis lulus dari SMAN 3 Bulukumba, Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan. Pada tahun 2017 penulis melanjutkan Pendidikan jenjang S1 di Universitas Hasanuddin dengan jalur mandiri dan diterima sebagai mahasiswa pada Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Selama menjalani studi sebagai mahasiswa, penulis aktif pada kegiatan-kegiatan organisasi Keluarga Mahasiswa Perikanan (KEMAPI), Keluarga Mahasiswa Profesi Manajemen Sumber Daya Perairan (KMP MSP), Himpunan Mahasiswa Manajemen Sumberdaya Perairan Se-Indonesia (Himasuperindo), UKM Seni Tari Universitas Hasanuddin. Penulis menyelesaikan rangkaian tugas akhir kuliah yaitu Kuliah Kerja Nyata (KKN Tematik) di Kelurahan Tanah Lemo, Kecamatan Bontobahari, Kabupaten Bulukumba, Provinsi Sulawesi Selatan angkatan 104 tahun 2020.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Struktur Komunitas	3
B. Dinoflagellata	4
C. Kista	6
D. Harmful Algal Blooms (HABs)	7
E. Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Kista	8
III. METODE PENELITIAN	13
A. Waktu dan Tempat	13
B. Alat dan Bahan	14
C. Prosedur Penelitian	14
D. Analisis Data	17
IV. HASIL	20
A. Struktur Komunitas (nMDS, ANOSIM, SIMPER)	20
B. Indeks Ekologi	25
C. Parameter Kualitas Air dan Konsentrasi Nutrien Sedimen	25
V. PEMBAHASAN	28
A. Struktur Komunitas Kista Dinoflagellata	28
B. Indeks Ekologi	31
C. Parameter Kualitas Air dan Konsentrasi Nutrien Sedimen	32
VI. PENUTUP	34
A. Kesimpulan	34
B. Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	39

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Siklus Pembelahan Sel Dinoflagellata (Sediadi, 1999).....	5
2. Peta Lokasi Penelitian	13
3. Diagram Komposisi Spesies Kista Dinoflagellata berdasarkan famili di Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep	20
4. Plot nMDS struktur kista dinoflagellata (a) Muara Sungai Maros, (b) Muara Sungai Pangkep, dan (c) Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep	21
5. Histogram spesies yang menjadi pembeda pada perbedaan struktur spesies di Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep ($X \pm SE$, $n=3$)	24
6. Histogram kelimpahan kista dinoflagellata di Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep ($X \pm SE$, $n=3$)	24
7. Histogram indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (J'), dan indeks dominansi kista dinoflagellata di Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep ($X \pm SE$, $n=3$).....	25
8. Parameter kualitas air di Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep.	26
9. Konsentrasi nutrien sedimen di Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep	27

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Analisis Multivariat ANOSIM dan SIMPER	23

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Output Diverse kista dinoflagellata di Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep menggunakan Aplikasi PRIMER V.5.....	40
2. Gambar kista dinoflagellata yang ditemukan di Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep.....	42
3. Tipe sedimen di Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep.....	45
4. Frekuensi kehadiran spesies kista dinoflagellata pada Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep.	46
5. Output uji ANOSIM dan SIMPER dengan menggunakan aplikasi PRIMER V.5	48
6. Parameter kualitas air dan konsentrasi nutrien sedimen.....	55
7. Dokumentasi.....	56

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kelimpahan populasi fitoplankton di suatu perairan dapat berdampak positif dan negatif. Dampak positifnya karena menunjukkan kesuburan suatu perairan dan negatifnya dapat terjadinya *red tide* atau lebih umum dikenal sebagai *harmful alga bloom* (HAB). Kondisi HAB dapat membahayakan organisme perairan termasuk yang bernilai ekonomis sehingga akan merugikan sektor perikanan, dan bahkan dapat berakibat kematian pada manusia (Hadisusanto, 2010).

Red tide atau HAB dapat terjadi apabila kondisi perairan mendukung, yaitu terutama saat nutrient melimpah dan kandungan oksigen cukup tersedia di perairan. Kejadian HAB terutama di daerah estuari (Sudarmiati, 2007). Alga penyebab HAB sebagian besar termasuk dalam kelompok dinoflagellata (Hadisusanto, 2010). Dinoflagellata memiliki kemampuan bertahan hidup pada kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan (pengayaan nutrien, suhu yang tinggi, oksigen yang rendah, dan pengurangan intensitas cahaya) dengan membentuk kista yang akan terakumulasi di dasar perairan, memungkinkan dinoflagellata dapat bertahan hidup sampai bertahun-tahun. (Yuliana, 2014a). Kondisi ini dikategorikan sebagai fase dorman (Kurniawan, 2008).

Di daerah estuari terdapat banyak nutrien karena akumulasi buangan limbah dari daratan yang masuk melalui aliran sungai. Pada kondisi tersebut dapat menyebabkan eutrofikasi yang mengakibatkan *Harmful Algal Blooms* (HABs). Di Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep berpotensi terjadi HAB karena adanya indikasi eutrofikasi yang ditunjukkan pada hasil penelitian Lukman et al., (2014) dan hasil penelitian Faizal et al., (2012) bahwa di perairan Kabupaten Maros dan Kabupaten Pangkep sudah tergolong eutrofikasi. Menurut hasil penelitian Nitajohan (2008) kondisi yang kurang menguntungkan bagi dinoflagellata yaitu pengayaan nutrien, suhu diatas 30°C, salinitas rendah, transparansi air yang menurun, dan pH rendah.

Perbedaan parameter lingkungan terutama nutrien pada suatu perairan yang berbeda akan mempengaruhi perbedaan struktur komunitas kista dinoflagellata di perairan tersebut. Menurut Tambaru et al. (2020) bahwa konsentrasi nutrien dapat ditemukan berbeda dengan lokasi yang berbeda. Sehingga, pada penelitian ini telah ditetapkan dua lokasi yang berbeda yaitu perairan Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep. Menurut hasil penelitian Lukman et al., (2014) Konsentrasi nutrien di perairan Maros lebih tinggi dibandingkan dengan perairan pangkep. Oleh karena itu,

perlu dilakukan penelitian mengenai struktur komunitas kista dinoflagellata di Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep sebagai acuan informasi dan upaya pencegahan lebih dini terhadap dampak negatif yang diakibatkan oleh kista dinoflagellata tersebut.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membandingkan struktur komunitas kista dinoflagellata di Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep.

Kegunaan penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi struktur komunitas kista dinoflagellata di Muara Sungai Maros dan Muara Sungai Pangkep sehingga dapat dijadikan gambaran mengenai prediksi dini kemungkinan terjadinya peledakan populasi yang dapat diakibatkan oleh kista dinoflagellata.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Struktur Komunitas

Suatu komunitas merupakan suatu organisme dengan jenis komposisi yang terbatas dan memunyai sejumlah kehidupan. Komunitas merupakan salah satu jenjang organisme biologis langsung di bawah ekosistem, namun satu jenjang di atas populasi. Posisi itu menunjukkan bahwa kaidah-kaidah tingkat populasi akan mempengaruhi konsep komunitas, dan pada gilirannya kaidah-kaidah komunitas harus dipertimbangkan dalam memahami konsep-konsep ekosistem (Utina & Dewi, 2009).

Struktur komunitas adalah sekumpulan populasi dari spesies-spesies yang berlainan dan secara bersama-sama menghuni suatu tempat. Semua populasi di tempat yang menjadi perhatian termasuk komunitas, seperti semua tumbuhan dan hewan serta mikroorganisme. Karakteristik komunitas yang unik adalah keragaman (*diversity*), yaitu jumlah spesies dan jumlah individu-individu masing-masing spesies pada suatu komunitas. Keberadaan suatu komunitas tertentu hidup pada suatu tempat tertentu disebabkan adanya lingkungan abiotik yang sesuai dimana terjadi interaksi antara komunitas-komunitas (Utina & Dewi, 2009).

Plankton merupakan komunitas mata rantai pertama dalam jejaring makanan, baik sebagai produsen primer maupun konsumen primer. Dinamika kelimpahan dan struktur komunitas fitoplankton terutama dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia, khususnya ketersediaan unsur hara (nutrien) dan kualitas cahaya serta kemampuan fitoplankton untuk dapat memanfaatkannya (Muharram, 2006).

Struktur Komunitas dinoflagellata adalah salah satu kajian ekologi yang mempelajari suatu ekosistem dinoflagellata dan keterkaitannya dengan faktor lingkungan di perairan. Terjadinya perubahan beberapa parameter kualitas air, seperti konsentrasi nutrient (N dan P), pH, kecerahan, dan suhu dapat mempengaruhi kelimpahan dinoflagellata (Mujib et al., 2015).

Adapun tiga metode uji dari program PRIMER digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan struktur komunitas antar lokasi penelitian, yaitu:

a. nMDS (non Metric Multidimensional Scaling)

nMDS merupakan suatu output dari program PRIMER yang menggunakan matriks persamaan untuk melihat bentuk plot dari suatu struktur sampel (Clarke & Gorley, 2001). Plot nMDS didasarkan pada persamaan matriks Bray-Curtis yang digunakan untuk menggambarkan komposisi kelompok ke dalam ruang dua dimensional. Jika titiknya saling berdekatan menggambarkan sampel mempunyai kesamaan dalam komposisi spesies. Dan jika titik data/ sampel dalam plot berjauhan

maka terdapat perbedaan komposisi spesies dalam kelompok. Fungsi $\log_{10}(X+1)$ ialah untuk menginstruksikan persamaan matriks dan persamaan Bray- Curtis (Clarke, 1993).

Ada empat nilai stress value yang digunakan untuk mendeteksi akurasi nilai suatu plot yang menggambarkan struktur komposisi sampel yang didapat, yaitu (Clarke, 1993).

1. Stress value $< 0,05$ merupakan plot yang sempurna, dengan kemungkinan tidak ada kesalahan dalam menginterpretasikannya.
2. Stress value = $0,15$ menggambarkan plot yang cukup akurat dengan tingkat kesalahan interpretasi rendah.
3. Stress value $< 0,2$ menggambarkan plot kurang baik digunakan.
4. Stress value $> 0,2$ sangat besar kemungkinan terjadi kesalahan dalam menginterpretasikannya

b. ANOSIM (Analysis of Similarity)

Analysis of similarity (ANOSIM) merupakan suatu program di dalam PRIMER yang digunakan untuk menganalisis secara stasistik ada tidaknya perbedaan komposisi jenis di antara parameter-parameter yang diukur atau diuji (Clarke & Gorley, 2001).

c. SIMPER (similarity of percentage)

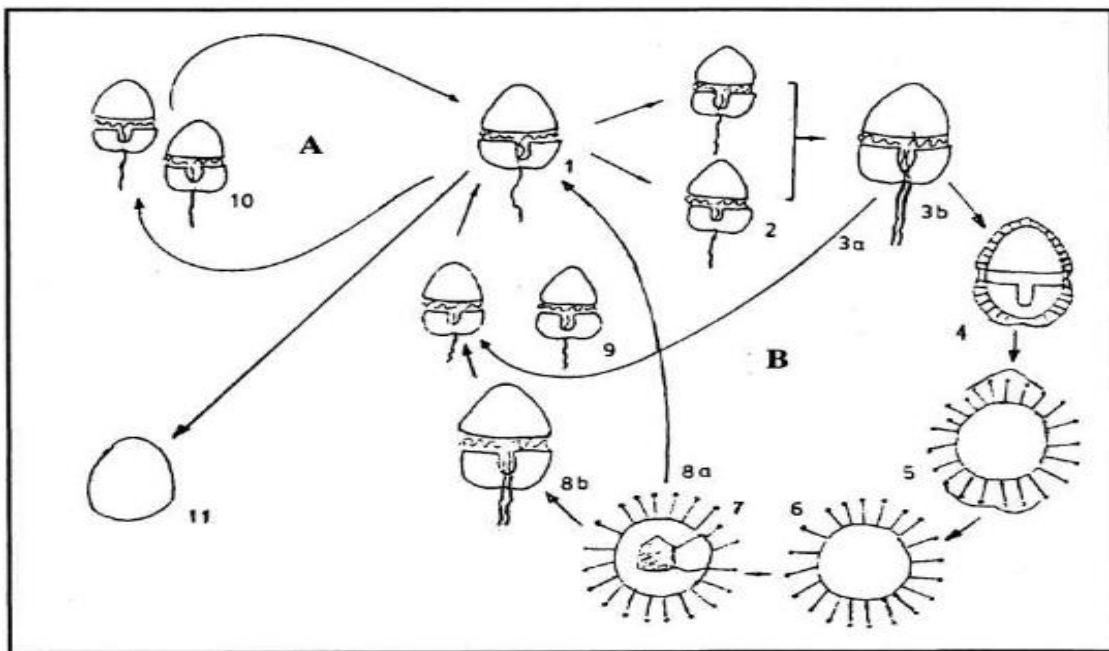
Similarity of percentage (SIMPER) merupakan suatu output dari program PRIMER yang digunakan untuk mengidentifikasi jenis organisme tertentu yang menjadi spesies dominan di lokasi yang berbeda, untuk mengetahui perbedaan spesies diantara faktor uji, dan spesies apa yang menjadi pembeda (Clarke & Gorley, 2001).

B. Dinoflagellata

Istilah dinoflagellata, berasal dari bahasa Yunani yaitu dinos (pusaran) dan bahasa Latin yaitu flagellum (cambuk kecil) (Williams et al., 2017). Dinoflagellata atau Dinophyceae adalah organisme uniseluler yang memiliki dua struktur menyerupai ekor cambuk yang disebut biflagellata. Mereka dapat tumbuh subur di perairan laut, air payau, dan air tawar (Yuliana, 2014a). Flagel melintang seperti pita yang bergelombang hampir mengelilingi sel dan flagel longitudinal yang mengikuti posterior. Gerakan gabungan dari dua flagella menyebabkan sel bergerak maju dan berputar secara spiral (Williams et al., 2017). Dinoflagellata ditemukan di semua garis lintang, meskipun mereka sangat melimpah di perairan pesisir (Zonneveld et al., 2013). Dinoflagellata adalah plankton mikroskopis yang diklasifikasikan sebagai eukariota. Pembentukan kista sementara adalah respons fisiologis Dinoflagellata yang terkena tekanan lingkungan baik yang disebabkan oleh antropogenik maupun alami (Roy et al.,

2014)

Dinoflagellata berkembangbiak secara aseksual dan seksual. Siklus seksual umum dimulai dengan fusi gamet haploid untuk menghasilkan zigot diploid (planozigot) yang tetap bergerak untuk periode waktu yang bervariasi sebelum tenggelam ke dasar dan encysting (membentuk kista). Kista mewakili fase tidak aktif, yang diikuti dengan perkecambahan. Meiosis diperkirakan terjadi pada germling yang kondisi lingkungannya sesuai dan keluar dari cangkang kista (planomeiocyte) untuk mengembalikan keturunan ke keadaan vegetatif haploid (Figueroa et al., 2008).



Gambar 1. Siklus Pembelahan Sel Dinoflagellata (Sediadi, 1999)

Keterangan:

(A): aseksual plankton vegetatif periode motile

(1): pembelahan berganda

(10): membentuk kist (non-motile)

(11): pengaruh lingkungan

(B): seksual plankton vegetatif periode motile

(1): gamet

(2): planozigot

(3a) : reduksi

(9) : terbentuk kista

(4) : proses berlangsung

(5) : hypnozigot

(6) : exysmant

(7) : membentuk planozigot

(8a) : proses tahap 3; 9 : 1

(8b) : jenis lain proses reduksi langsung saat encysment

Siklus aseksual atau vegetatifnya mengalami proses pembelahan menjadi zigot. Pada kondisi lingkungan yang sesuai untuk kelangsungan hidupnya, reproduksi aseksual dinoflagellata dapat berlangsung dengan sangat cepat. Pembelahan ganda

tergantung dari jenis dinoflagellata dan berlangsung dengan kisaran waktu yang relatif singkat antara 1 - 15 hari yang tumbuh dengan kerapatan tinggi, melimpah sehingga terjadi peledakan populasi (*blooming*) (Sediadi, 1999).

Pertumbuhan sel-sel haploid dinoflagellata lebih lambat dibandingkan dengan sel-sel vegetatif spesies microalgae lainnya, namun mereka mampu bersaing untuk mempertahankan eksistensinya (Panggabean, 2006).

Sel-sel renang dinoflagellata suka bergerombol dan saling tertarik dengan sesamanya hingga mereka bisa tumbuh menjadi satu kesatuan populasi monospesies yang besar. Sel-sel aktif penyebab PSP, *Pyrodinium bahamense* var. *compressum* di Teluk Kao, Halmahera bisa mencapai kepadatan 2,3 juta sel/ml dalam sampel plankton. Dinoflagellata selain bergerombol, sel-sel vegetatif dinoflagellata umumnya juga memproduksi toksik berbahaya yang larut dalam air atau lemak. Toksin bioaktif tersebut mampu menghambat pertumbuhan fitoplankton lainnya (Panggabean, 2006).

C. Kista

Kista dinoflagellata berdinding organik (*dinocysts*) adalah fase istirahat dalam siklus hidup dari filum Dinoflagellata sel eukariotik yang bersel tunggal (Hoyle et al., 2019). Beberapa Dinoflagellata menghasilkan 2 jenis sel, yaitu sel non-motil (kista sementara) dan kista non-aktif. Kista non-aktif biasa bertahan dalam kondisi lingkungan yang keras dan menetap dalam periode tertentu tanpa bergerak dan tidak aktif, dimana hal ini menyebabkan penumbuhan secara bersamaan dalam merespon perubahan lingkungan yang lebih baik. Oleh karena itu, kista non-aktif ini memiliki peran penting secara ekologis sebagai sumber semai dari *blooming* yang berulang dan perluasan dari distribusi geografi (Matsuoka & Fukuyo, 2000)

Kista dapat dikategorikan menjadi dua bagian berdasarkan struktur dan komposisi dinding kista yaitu kista *pellicle* dan kista istirahat. Kista *pellicle* adalah kista yang memiliki dinding tipis berasal dari lapisan *pellicle* pada tahap motil. Sedangkan kista istirahat memiliki dinding tebal yang dibentuk oleh satu atau tiga lapisan (Bravo & Figueroa, 2014).

Mikroalga yang termasuk dalam kelas Dinoflagellata memiliki kemampuan yang unik untuk bertahan hidup dalam persaingan seleksi alam. Dalam kondisi 'baik', dinoflagellata mampu berkembang biak secara massal di kolom air dalam bentuk sel-sel renang yang aktif membelah diri. Saat kondisi lingkungan tidak baik, mereka berhenti membelah diri dan kawin menghasilkan kista yang mampu bertahan hidup di dasar perairan sampai bertahun-tahun. *Cyst bed*, yang berarti hamparan tempat kista tidur di dalam sedimen. Zigot hasil perkawinan atau peleburan sel-sel gamet yang dihasilkan oleh sel-sel vegetatif dinoflagellata, terlindung dengan aman di dalam

dinding kista yang tebal dan kebal terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim. Zigot dalam kista istirahat, dengan keragaman genetiknya juga berpotensi menyimpan adanya kehidupan dan eksistensi jenisnya. Karena kekuatan dinding kista yang luar biasa, fosil dapat ditemukan utuh dalam bentuk aslinya pada lapisan sedimen dari ratusan juta tahun yang lalu. Kista di dalam sedimen dikhawatirkan sebagai bahaya sumber ledakan populasi spesies HAB (Panggabean, 2006).

Di habitat yang memiliki variabilitas lingkungan yang tinggi dan kondisi lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan dapat dibatasi dalam periode waktu yang singkat. Perkecambahan di luar periode waktu ini dapat dihambat oleh dormansi yang membantu mikroorganisme mengatasi variabilitas lingkungan (Jerney et al., 2019). Dormansi adalah penghentian pertumbuhan oleh regulasi endogen yang membutuhkan periode pematangan fisiologis (pematangan atau periode dormansi), sebelum kista dapat berkecambah. Setelah terlepas dari dormansi, kista dapat memasuki keadaan "diam", yang didefinisikan sebagai penghentian pertumbuhan karena kondisi eksternal (factor lingkungan) (Jerney et al., 2019).

D. Harmful Algal Blooms (HABs)

HAB (Harmful algae bloom) merupakan sejumlah spesies alga yang menghasilkan toksin yang sangat berbahaya. Jika spesies tersebut dikonsumsi oleh kerang-kerangan kemudian kerang-kerangan dimakan manusia dengan dosis tertentu akan mengakibatkan kematian (Faisal et al., 2005).

Ada 11 marga biota yang merupakan Dinoflagellata beracun, yaitu *Alexandrium*, *Gonyaulax*, *Pyrodinium*, *Gambierdiscus*, *Dinophysis*, *Ostreopsis*, *Prorocentrum*, *Amphidinium*, *Gymnodinium*, *Ptychodiscus* dan *Gyrodinium*. Bahaya spesies beracun adalah peranannya dalam rantai dasar makanan dalam ekosistem yaitu toksin bioaktif dinoflagellata bekerja pada sistem hemolitik, neurotoksik dan gastrointestinal konsumernya. Kista dalam sedimen lumpur akan istirahat sampai tiba waktunya masak, berkecambah dan muncul kembali ke perairan serta membelah diri secara massal, menghadirkan fenomena HAB (Panggabean, 2006).

Fenomena HAB dapat dibagi menjadi dua berdasarkan penyebabnya, yaitu red tide maker dan toxin producer. Red tide maker adalah Peristiwa HAB yang disebabkan oleh ledakan populasi fitoplankton yang berpigmen sehingga warna air laut akan berubah sesuai dengan warna pigmen spesies fitoplanktonnya. Ledakan populasi tersebut dapat menutupi permukaan perairan sehingga menyebabkan deplesi oksigen, gangguan fungsi mekanik maupun kimiawi pada insang ikan. Sedangkan, toxin producer adalah peristiwa HAB yang disebabkan oleh metabolit sekunder yang bersifat

toksik dari suatu fitoplankton sehingga toksin tersebut dapat terakumulasi pada biota perairan seperti ikan dan kerang (Mulyani et al., 2012).

Red tide dapat disebabkan konsentrasi nutrisi dan eutrofikasi yang tinggi (Genitsaris et al., 2019). Dinoflagellata dalam dekade terakhir ini menjadi perhatian yang cukup serius oleh para ilmuwan maupun masyarakat. Perhatian ini berkait dengan adanya fenomena *red-tide* yaitu perubahan warna air laut (*discolouration*). Fenomena *red-tide* dari kelompok dinoflagellata yang bersifat racun dapat menimbulkan kematian pada organisme laut lainnya, bahkan dapat menimbulkan kematian manusia akibat proses akumulasi racun yang dikandungnya (Sediadi, 1999). Dikatakan blooming jika jumlah kelimpahan fitoplankton penyebab blooming mencapai jutaan Ind/L. Blooming juga dapat terjadi ketika jumlah kelimpahan yang naik secara drastis (Ekspansional) dan berlangsung selama kurun waktu 1-2 minggu. Pemicu terjadinya blooming adalah peningkatan kadar nutrisi sehingga terjadinya eutrofikasi (penyuburan) pada perairan (Gurning et al., 2020).

Organisme yang memiliki kebiasaan makan dengan filter feeder (penyaringan), mampu menyaring melalui insangnya partikel fitoplankton dalam jutaan sel/menit. Jika dinoflagellata toksik ikut termakan toksinnya akan terakumulasi dalam tubuh kerang tanpa menyakitinya. Kerang beracun hidup normal dan tidak berbeda dengan kerang yang tidak terkontaminasi, tetapi sudah menjadi sumber makanan beracun bagi lingkungannya. Dampak kontaminasi sumber makanan karena HAB antara lain Paralytic Shellfish Poisoning (PSP), Amnesic Shellfish Poisoning (ASP), Diarrhetic Shellfish Poisoning (DSP), Neurotoxic Shellfish Poisoning (NSP) Ciguatera Fish Poisoning (CFP), tergantung jenis alga yang dikonsumsi oleh kerang (Panggabean, 2006).

E. Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Kista

Organisme perairan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan yang dibutuhkan untuk keberlangsungan hidupnya. Kista merupakan salah satu fase hidup Dinoflagellata yang terbentuk karena kondisi perairan yang tidak mendukung untuk keberlangsungan hidupnya. Kista Dinoflagellata dapat pecah (excystment/germinasi) disebabkan karena tersedianya kembali faktor-faktor lingkungan perairan yang dibutuhkan seperti kandungan nutrisi yang tinggi, suhu yang tepat, tersedianya oksigen, dan intensitas cahaya yang sesuai (Hadisusanto & Sujarta, 2010). Faktor-faktor yang diduga mempengaruhi keberadaan kista akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Nutrien

Nutrien merupakan faktor utama yang berperan penting bagi produktivitas

perairan dan kesehatan ekosistem. Nutrient merupakan parameter yang sangat dibutuhkan oleh mikroalga untuk kelangsungan hidupnya dan pertumbuhannya. Nutrient adalah zat kimia yang dibutuhkan dalam metabolisme dan tidak dihasilkan sendiri oleh organisme tetapi diperoleh dari lingkungannya (Nasir et al., 2015). Nutrient terbagi atas dua yaitu makro nutrien dan mikro nutrient. Nutrien dalam bentuk makro terdiri dari C, H, O, N, S, P, K, Mg, Ca, Na, dan Cl, sedangkan yang termasuk dalam bentuk mikro terdiri dari Fe, Co, Zn, B, Si, Mn, dan Cu. (Putri et al., 2008).

Organisme perairan membutuhkan nutrien untuk membangun dan memperbaiki jaringan tubuh, mengatur proses-proses dalam tubuh serta memberikan energy. Ketersediaan nutrien pada dasarnya adalah tersedianya N dan P di perairan. Sumber antropogenik dari nutrien N dan P berasal dari pupuk, pertanian, pertambangan, limbah perkotaan dan industri. (Nasir et al., 2015).

Nitrat merupakan nutrien utama yang dibutuhkan fitoplankton untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Nitrat digunakan sebagai salah satu bahan pembentukan protein dan metabolisme seluler. Ketersediaan nitrat juga menentukan perkembangan makroalga dan mikroalga di komunitasnya (Nitajohan, 2008). Nitrat dan fosfat merupakan unsur yang dibutuhkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhan. Nitrat dan fosfat dimanfaatkan oleh fitoplankton sebagai bahan dasar pembuatan bahan organik yang digunakan sebagai sumber makanan primer di rantai makanan dengan bantuan cahaya matahari. Namun konsentrasi nitrat dan fosfat yang dimanfaatkan fitoplankton memiliki batas tertentu, konsentrasi nitrat dan fosfat yang melebihi batas yang dimanfaatkan dapat memicu peristiwa pengkayaan nutrien atau yang lebih dikenal dengan eutrofikasi (Hamuna et al., 2018). kandungan optimum fosfat di perairan untuk pertumbuhan fitoplankton berkisar antara 0,09 – 1,8 mg/L (Gurning et al., 2020).

2. Arus

Arus merupakan salah satu parameter yang memegang peranan penting dalam proses penenggelaman dan sangat mempengaruhi keberadaan kista Dinoflagellata pada sedimen. Dinoflagellata Genus *Alexandrium* memiliki kelimpahan yang tinggi karena disebabkan oleh kondisi lingkungan yang sesuai bagi genus tersebut. Salah satu faktor lingkungan yang dimaksud adalah arus, kecepatan arus yang tidak terlalu besar dengan kisaran 9,81 - 30,51 cm.det-1 mengakibatkan terjadinya pengangkatan kista yang terakumulasi di dasar perairan. (Yuliana, 2014a). Kecepatan arus dibagi menjadi 3 kategori yaitu arus lemah (1-19 cm/s), sedang (20-39 cm/s) dan kuat (40 cm/s). (Putra et al., 2013)

Pola arus dan pasang-surut diketahui dapat mengubah komposisi spesies penyusun komunitas fitoplankton, terutama di kawasan pesisir dan muara sungai (Rachman, 2019).

3. Suhu

Beberapa spesies dinoflagellata epibentik tidak dapat bertoleransi terhadap perbedaan suhu. Pada saat suhu berkisar antara 29–30 °C, kelimpahan dinoflagellata epibentik cenderung meningkat karena pada kisaran suhu tersebut merupakan nilai optimum untuk pertumbuhan spesies tersebut. Namun, pada saat suhu di atas 30 °C maka dapat menurunkan kelimpahan dinoflagellata. Hal tersebut dikarenakan suhu yang lebih tinggi akan mengganggu metabolisme dinoflagellata sehingga pertumbuhannya terhambat (Nitajohan, 2008).

Penurunan suhu yang cepat beberapa derajat, organisme perairan menganggap kejadian tersebut sebagai sinyal kondisi pertumbuhan yang tidak menguntungkan yang akan datang dan memicu respons perlindungan. Di Baltik utara, peningkatan suhu menyebabkan pembentukan kista istirahat aktif dari beberapa dinoflagellata air dingin yang biasanya mekar di musim semi. Dengan demikian, dapat diantisipasi bahwa perubahan suhu memicu encystment suatu spesies, yang akan membentuk *Blooms* atau ledakan populasi di musim panas (Jerney et al., 2019).

4. Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut merupakan faktor yang berpengaruh dalam terjadinya penetasan kista HAB. Faktor utama berkurangnya oksigen terlarut di perairan adalah adanya bahan-bahan buangan yang mengkonsumsi oksigen. Bahan-bahan tersebut terdiri dari bahan yang mudah dibusukkan atau dipecah oleh bakteri dengan adanya oksigen (Kurniawan, 2008). Laju respirasi agak rendah pada kista yang beristirahat dan merupakan 10% dari pada sel vegetatif pada fase awal perkembangan kista dan hanya 1,5% pada kista yang diam (Matantseva, 2019).

5. Salinitas

Salinitas adalah konsentrasi seluruh larutan garam yang diperoleh dalam air laut, dimana salinitas air berpengaruh terhadap tekanan osmotik air, semakin tinggi salinitas maka akan semakin besar pula tekanan osmotiknya. Salinitas merupakan faktor lingkungan yang berpengaruh penting terhadap keberadaan dinoflagellata epibentik dalam mempertahankan tekanan osmosis antara protoplasma dengan perairan. Pertahanan tersebut digunakan untuk penyesuaian diri terhadap lingkungan di sekitarnya (Nitajohan, 2008).

Rendahnya salinitas di suatu perairan disebabkan karena adanya suplai air tawar melalui aliran sungai yang bermuara di perairan laut dan juga disebabkan oleh terjadinya pasang surut di daerah itu. Keragaman salinitas dalam air laut akan mempengaruhi jasad- jasad hidup akuatik berdasarkan kemampuan pengendalian berat jenis dan keragaman tekanan osmotik (Hamuna et al., 2018).

6. pH

pH perairan merupakan aktivitas ion hidrogen yang digambarkan sebagai logaritma dari timbal balik aktivitas ion hidrogen dalam mol per liter pada temperatur tertentu. Nilai pH dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain aktivitas biologis seperti fotosintesis, respirasi organisme, suhu dan keberadaan ion-ion dalam perairan (Nitajohan, 2008).

Derajat keasaman (pH) merupakan suatu indikator baik buruknya suatu perairan. pH suatu perairan merupakan salah satu parameter kimia yang cukup penting dalam memantau kestabilan perairan. Pada fitoplankton nilai pH sangat menentukan dominansi fitoplankton serta mempengaruhi tingkat produktivitas primer suatu perairan (Hamuna et al., 2018)

7. Upwelling

Upwelling merupakan proses tidak hanya sekedar menaikkan konsentrasi nutrien di permukaan, tetapi juga berpotensi untuk membangunkan kista (encystment) (Hadisusanto & Sujarta, 2010).

Pengadukan dasar perairan dapat melepaskan hara dan kista (cyst) fitoplankton dari sedimen dasar ke kolom air. Hal tersebut tentu dapat menyebabkan terjadinya eutrofikasi perairan dan berpotensi memicu ledakan populasi (bloom) fitoplankton yang berbahaya di perairan. Eutrofikasi dan turbiditas tinggi di perairan juga dapat memicu terjadinya fenomena oxygen depletion, berupa kondisi minim oksigen (hipoksia) atau tanpa oksigen (anoksia), sehingga berpotensi menyebabkan kematian massal organisme laut (Rachman, 2019).

8. Cahaya

Cahaya merupakan salah satu faktor penting dalam proses fotosintesis dinoflagellate dan pertumbuhan variabilitas harian. Intensitas cahaya mempengaruhi aktivitas fotosintesis dan kelimpahan dinoflagellata. Salah satu 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 mempengaruhi kelimpahan dinoflagellata pada perairan laut. Dinoflagellate melakukan fotosintesis dengan bantuan cahaya matahari menghasilkan klorofil. (Tasak et al., 2015).