

**IDENTIFIKASI JENIS KISTA DINOFLAGELLATA DI TIGA
MUARA SUNGAI TELUK BONE SULAWESI SELATAN
BERDASARKAN SEKUEN 18S-RNA**

SKRIPSI

UMI RINTIN



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**IDENTIFIKASI JENIS KISTA DINOFLAGELLATA DI TIGA
MUARA SUNGAI TELUK BONE SULAWESI SELATAN
BERDASARKAN SEKUEN 18S-RNA**

**UMI RINTIN
L021 18 1331**

SKRIPSI

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



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

Identifikasi Jenis Kista Dinoflagellata di Tiga Muara Sungai Teluk Bone Sulawesi Selatan Berdasarkan Hasil Sekuen 18S-RNA

Disusun dan Diajukan Oleh

Umi Rintin

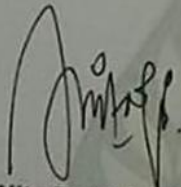
L021181331

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi program sarjana program studi Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 25 Sep 2023 dinyatakan memenuhi syarat kelulusan

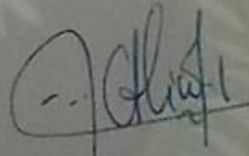
Menyetujui

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



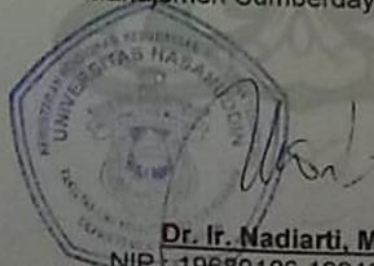
Dr. Nita Rukminasari, S.Pi., M.P.,
NIP : 19691229 199802 2 001



Dr. Andi Allah Hidayani, S.Si., M.Si
NIP : 19800502 2200501 2 002

Ketua Program Studi

Manajemen Sumberdaya Perairan



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

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Umi Rintin
NIM : L021181331
Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi yang berjudul "Identifikasi Jenis Kista Dinoflagellata di Tiga Muara Sungai Teluk Bone Sulawesi Selatan Berdasarkan Hasil Sekuen 18S-RNA" ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa di dalam sebagian atau keseluruhan skripsi ini terdapat hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Makassar, Oktober 2023


METERAI
TEMPEL
Umi Rintin

PERNYATAAN AUTHORSHIP

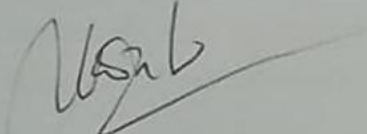
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Umi Rintin
NIM : L021181331
Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

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


Makassar, Oktober 2023

Mengetahui
Ketua Program Studi



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

Penulis



Umi Rintin
L021181331

ABSTRAK

Umi Rintin. L021181331. “Identifikasi Jenis Kista Dinoflagellata di Tiga Muara Sungai Teluk Bone Sulawesi Selatan Berdasarkan Sekuens 18S-RNA” dibimbing oleh **Nita Rukminasari** sebagai pembimbing utama dan **Andi Aliah Hidayani** sebagai pendamping pembimbing

Salah satu kelas fitoplankton yang dapat menjadi penyebab terjadinya peristiwa HABs (*Harmful Algal Bloom*) yaitu Dinoflagellata. Spesies dinoflagellata sangat banyak serta mempunyai sifat yang unik yaitu apabila kondisi perairan tidak menguntungkan untuk bereproduksi, maka dinoflagellata akan mengendap di dalam sedimen di dasar perairan membentuk kista yang mampu bertahan bertahun-tahun lamanya. Banyaknya spesies dinoflagellata dapat diidentifikasi dengan melakukan pengamatan di bawah mikroskop serta dapat dilakukan dengan DNA *barcoding*. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menentukan jenis spesies dinoflagellata yang hidup di tiga muara Sungai Teluk Bone, Sulawesi Selatan berdasarkan sekuens 18S-RNA. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan april hingga mei tahun 2023. Sampel sedimen yang telah diambil di lapangan akan dilakukan proses pengayakan yang berfungsi untuk memisahkan kista dari sedimen dan hanya menyisakan sampel air yang selanjutnya akan dikultur di Laboratorium PUIP2RL Universitas Hasanuddin. Proses selanjutnya setelah air kista dinoflagellata dikultur yaitu proses ekstraksi DNA di Laboratorium Bioteknologi di Balai Riset Perikanan Budidaya Air Payau dan Penyuluhan Perikanan yang terletak di Kabupaten Maros. Hasil ekstraksi DNA yang telah disequencing selanjutnya akan di olah diaplikasi MEGA X dan selanjutnya data sequencing yang telah diolah akan di BLAST di NCBI. Setelah dilakukan proses BLAST di NCBI, didapatkan beberapa spesies yaitu *Prorocentrum lima* di stasiun 2 Kabupaten Bulukumba, *Alexandrium affine* di stasiun 2 Kabupaten Bone, *Erythrosinium agile* di stasiun 3 Kabupaten Bone, *Perdinium foliaceum* di stasiun 4 Kabupaten Bone, *Karlodinium veneticum* di stasiun 1 Kabupaten Sinjai, *Gyrodinium aureolum* di stasiun 2 Kabupaten Sinjai, *Prorocentrum tiestinium* di stasiun 3 Kabupaten Bone serta *Prorocentrum nanum* di stasiun 4 Kabupaten Bone. Selanjutnya, spesies-spesies tersebut dibuatkan pohon filogeni di aplikasi MEGA X, untuk melihat tingkat kekerabatan berdasarkan evolusi.

Kata Kunci : Dinoflagellata, Kista, HABS, DNA *Barcoding*, MEGA X, NCBI, BLAST

ABSTRACT

Umi Rintin. L021181331. “Identification of the Types of Dinoflagellate Cysts in the Three Estuaries of the Gulf of Bone South Sulawesi Based on 18S-RNA Sequences” guided by **Nita Rukminasari** as the main supervisor and **Andi Aliah Hidayani** as the assistant supervisor

One class of phytoplankton that can cause HABs (*Harmful Algal Bloom*) events is dinoflagellates. Dinoflagellate species are numerous and have unique properties, namely if the water conditions are unfavorable for reproduction, the dinoflagellates will settle in the sediment at the bottom of the waters to form cysts that can last for years. Many dinoflagellate species can be identified by observing under a microscope and can be done by the DNA Barcoding method. The aim of this study was to determine the types of dinoflagellate species in three river estuaries in the Gulf of Bone, South Sulawesi, based on the results of 18S-RNA sequences. This research was carried out from April to May in 2023. Sediment samples that have been taken in the field be subjected to a sieving process which function to leave water samples which will then be cultured at the PUIP2RL Laboratory, Hasanuddin University. The next process after the dinoflagellate cystic process at the Bioteknologi Laboratory at the Brackis Water Aquaculture Research Institute and Fisheries Extension located in Maros Regency. The result DNA extraction that had been sequenced were then analyzed using the MEGA X application and the BLAST application at NCBI. After the BLAST process was obtained, namely *Prorocentrum lima* at stasiun 2 of Bulukumba Regency, *Alexandrium affine* at stasiun 2 of Bone Regency, *Erythroproinium agile* at stasiun 3 of Bone Regency, *Peridinium foliaceum* at stasiun 4 of Bone Regency, *Carlodinium veneficum* at stasiun 1 of Sinjai Regency, *Gyrodinium aureolum* at stasiun 2 of Sinjai Regency, *Prorocentrum triestinum* at stasiun 3 of Sinjai Regency and *Prorocentrum nanum* at stasiun 4 of Sinjai Regency. Furthermore, the dinoflagellate species that have been obtained, phylogenetic trees are made in the MEGA X application to see the level of kinship based on evolution

Keywords: Dinoflagellates, Cysts, HABs, DNA Barcoding, MEGA X, NCBI, BLAST

UCAPAN TERIMA KASIH

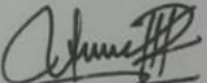
Proses penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan serta do'a dari berbagai pihak. Oleh karena itu, tanpa mengurangi rasa hormat penulis, pada kesempatan ini dengan sepenuh hati penulis menyampaikan banyak terima kasih serta penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. **Dr. Nita Rukminasari, S.Pi., MP.** Selaku pembimbing utama yang telah banyak meluangkan waktu dan memberikan segala saran dan arahnya mulai dari awal sampai menyelesaikan skripsi ini.
2. **Dr. Andi Aliah Hidayani, S.Si., M.Si** selaku pembimbing pendamping yang juga telah banyak memberikan saran dan arahan selama penulisan skripsi ini.
3. **Dr. Ir. Budiman Yunus, MP** selaku penasehat akademik dan juga penguji yang telah menyediakan waktu dan memberikan saran kepada penulis selama proses belajar dan dalam penulisan skripsi ini
4. **Wilma Joanna Carolina Moka, S.Kel., M.Agr.,Ph.D** selaku penguji penulis yang juga telah meluangkan waktu dan memberikan saran kepada penulis dalam penulisan skripsi ini
5. Seluruh Civitas Akademik dan Staf Pegawai Administrasi di Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin yang selalu membantu penulis dalam pengurusan berkas
6. Kedua orang tua penulis yaitu bapak **Nurdin Ruppah Pakala** dan ibu **Hasnawati**, yang tak henti-hentinya selalu memberi doa, dukungan moril serta semangat dan saran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini
7. **Kak Nur Indah Sari S.Pi, M.Si.**, selaku kakak senior penulis dari MSP angkatan 2015 yang selalu membantu penulis dan juga selalu memberi dukungan kepada penulis
8. Saudara dan saudari penulis (**Kalsriani Nur S.Pd,Gr., Muthmainna, Kalsum Pasa'pangan S.Pdi, Nurma Num, Farmadiati, Khawala, Muslim, Buhari dan Rahmatia**) yang selalu memberikan semangat, doa terbaik serta dukungan yang luar biasa dalam bentuk yang berbagai macam, serta kepada seluruh keluarga besar penulis, khususnya **Lili Rahmawati A.Md.T**, dan **Nur Alfiani S.Pd** yang selalu membantu penulis dan juga memberi semangat kepada penulis
9. Teman masa kecil sekaligus sahabat penulis yaitu **Amalia Indah Tandilawa, S.Pd., Rindayani, S.Pd.**, dan **Monica Munda**, yang juga selalu memberikan doa terbaik, dukungan moril dan semangat kepada penulis
10. Teman-teman dekat penulis (**Naafilah Nu'man Aliah, S.Pi, Niken Ayu, Airani, Anggun, Jannatul Alyah, Anny Melody Bidangan S.P, Gelma**

Syafira Dyersa Putri, Nur Ainung Saputri, Ita Rezkiah Bakri, Farmianti Radjab, Nurhidayah, dan Marliati) yang juga selalu memberi semangat kepada penulis dan ada untuk mendukung penulis saat berada dalam keadaan *down*

11. Teman-teman halaqah tarbiyah "Ummu Fadhl", halaqah tahsin, teman-teman akhwat di **Sakan/Raudhah MPM Unhas** dan **Sakan Maskanul Mushlih (Pertanian-FKM)** serta teman-teman akhwat **UKM LDK MPM UNHAS** yang selalu menerima penulis kembali serta tidak pernah berhenti memberikan semangat dan dukungan saat penulis *down*
12. Teman-teman seperjuangan di Lab Biola (**Aulia Putri S.Kel., Indra Kurniawan S.Kel., Sri Mulyani Anugrah S.Kel., King Abdul Azis S.Kel., Sri Dawana S.Kel., Riska Wildajaya S.Kel., Wilya Ananda S.Kel., dan Asrul Muhammad**) serta beberapa teman-teman lainnya yang tidak sempat saya sebut satu-persatu yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini
13. Teman-teman penelitian **Dinocyst Squad** yang selalu mendukung, dan memberikan semangat kepada penulis serta membantu penulis dalam pengurusan berkas penyelesaian skripsi juga kepada teman-teman **KKNT Gel. 107 Unhas Posko Tana Toraja 1** yang selalu memberi tawa kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi

Makassar, Oktober 2023

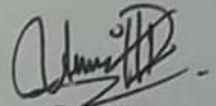

UMIRINTIN

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada ALLAH SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "**Identifikasi Jenis Kista Dinoflagellata di Tiga Muara Sungai Teluk Bone Sulawesi Selatan, Berdasarkan Sekuen 18S-RNA**". Salam dan Shalawat tak lupa pula penulis kirimkan kepada Nabi Allah Muhammad SAW, karena telah membawa kita semua dari alam kegelapan menuju alam yang terang benderang seperti yang dapat kita rasakan hingga saat ini. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanudin.

Dalam menulis skripsi ini, terdapat beberapa kendala yang dihadapi oleh penulis, salah satunya yaitu laptop penulis yang sempat bermasalah dan tidak bisa dipakai dan juga penulis yang belum bisa memanfaatkan waktu dengan baik. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kesalahan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi penyempurnaan tulisan ini.

Makassar, Oktober 2023



Penulis

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Umi Rintin, lahir pada tanggal 01 Maret 2000 di Pakala, Kecamatan Mengkendek, Kabupaten Tana Toraja. Penulis merupakan anak ketiga dari empat orang bersaudara dari pasangan Bapak Nurdin Ruppap dan Ibu Hasnawati serta mempunyai enam saudara dari ibu yang berbeda. Jenjang pendidikan yang pernah penulis tempuh yaitu pada tahun 2012 penulis lulus dari SDN 237 Inpers Tarangga, tahun 2015 penulis lulus dari SMPN 3 Mengkendek Tana Toraja dan pada tahun 2018 penulis lulus dari SMAN 2 Masamba atau yang sekarang terkenal dengan nama SMAN 8 Luwu Utara. Setelah lulus di SMA, pada tahun yang sama yaitu tahun 2018, penulis melanjutkan pendidikan di perguruan tinggi melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi (SBMPTN) pada jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif sebagai salah satu anggota KMP MSP KEMAPI FIKP UNHAS atau Keluarga Mahasiswa Profesi Manajemen Sumberdaya Perairan Keluarga Mahasiswa Perikanan Universitas Hasanuddin dan beberapa kali aktif mengikuti kepanitiaan. Penulis juga aktif di organisasi daerah asal penulis yaitu GAMARA UNHAS atau Keluarga Mahasiswa Toraja Universitas Hasanuddin dan juga beberapa kali menjadi panitia serta *stering committee* di kepanitiaan yang dilaksanakan. Selain itu, penulis juga aktif menjadi salah satu anggota dari beberapa komunitas yang bergerak dibidang sosial dan pendidikan diantaranya yaitu RPI (Relawan Pendidikan Indonesia), KPAY FM (Komunitas Peduli Anak Yatim dan Fakir Miskin) serta Sahabat Netra. Selain menjadi anggota di komunitas tersebut, penulis juga pernah menjadi pengurus, panitia dan *stering committee* disetiap kegiatan yang diadakan oleh komunitas tersebut. Sedangkan dilingkungan akademik, penulis beberapa kali menjadi asisten laboratorium atau praktikum lapangan diantaranya menjadi asisten pada praktik lapang Ekologi Perairan tahun 2022, asisten praktikum Iktiologi tahun 2022, Koordinator asisten praktik Lapang Ekologi Perairan tahun 2023, asisten praktikum Ekotoksikologi tahun 2023 dan asisten praktikum Iktiologi tahun 2023. Penulis menyelesaikan rangkaian tugas akhir yaitu KKN (Kuliah Kerja Nyata) tematik perhutanan sosial gelombang 107 di Kabupaten Tana Toraja pada tahun 2021, kemudian penulis melakukan penelitian dengan judul "Identifikasi Jenis Kista Dinoflagellata di Tiga Muara Sungai Teluk Bone Sulawesi Selatan Berdasarkan Sekuen 18S-RNA".

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
PERNYATAAN AUTHORSHIP.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
BIODATA PENULIS.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
I.. PENDAHULUAN.....	1
A... Latar Belakang.....	1
B... Tujuan dan Kegunaan.....	2
II.. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
A... Dinoflagellata.....	3
B... Kista Dinoflagellata.....	4
C... Reproduksi Dinoflagellata.....	4
D... DNA	6
E... Ekstraksi dan Isolasi DNA.....	6
F... PCR.....	7
III. METODE PENELITIAN.....	8
A... Waktu dan Tempat.....	8
B... Alat dan Bahan.....	8
C... Prosedur Penelitian.....	10
IV. HASIL.....	14
A... Spesies Yang Didapatkan Pada Setiap Lokasi.....	14
B... Pohon Filogenetik Dinoflagellata.....	19

V.. PEMBAHASAN.....	20
VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	24
A... Kesimpulan.....	24
B... Saran.....	24
DAFTAR PUSTAKA.....	25
LAMPIRAN.....	29

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1.. Siklus Hidup Kista Dinoflagellata (Matsuoko & Fakuya, 2000).....	5
2.. Peta Lokasi Pengambilan Sampel.....	10
3.. Pohon Filogenetik Dinoflagellata.....	19

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1.. Spesies Yang Didapatkan Pada Setiap Lokasi.....	14

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1.. Dokumentasi Penelitian.....	30

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Fitoplankton merupakan organisme perairan yang mempunyai peran yang sangat penting, yaitu sebagai produsen utama pada rantai makanan. Namun, terdapat beberapa jenis spesies yang dapat mendatangkan masalah bagi hewan laut dan manusia, karena dapat memproduksi toksin (Rozirwan, 2010). Terdapat dua jenis fitoplankton yang mendominasi perairan laut, yaitu diatom dan dinoflagellata (Mulani, 2018). Salah satu kelompok fitoplankton yang terdapat baik di perairan laut ataupun sungai yaitu Dinoflagellata. Dinoflagellata memegang peranan yang penting, yaitu sebagai produsen primer dalam suatu perairan serta menjadi pakan alami bagi ikan (Seygita *et al.*, 2015). Dinoflagellata memiliki beberapa spesies, yaitu spesies yang mengandung racun dan tidak mengandung racun (Thamrin, 2020). Dinoflagellata merupakan salah satu kelas dari fitoplankton yang sangat dominan pada kejadian *Harmful Algal Bloom* (HABs). Peristiwa HABs sering dihubungkan dengan peningkatan nutrisi yang masuk ke dalam ekosistem pesisir (Mujib *et al.*, 2015). *Harmful Algal Bloom* (HAB) yaitu suatu peristiwa pertumbuhan populasi fitoplankton yang tidak terkontrol, sehingga mengakibatkan kerugian bagi ekosistem disekitarnya, seperti biota laut yang hidup didalamnya, maupun manusia yang hidup di wilayah pesisir (Gurning *et al.*, 2020).

Secara umum, kondisi perairan sangat berpengaruh terhadap perkembangan dinoflagellata. Apabila kondisi perairan tidak menguntungkan, seperti terjadinya pengayaan nutrisi, suhu perairan hangat, oksigen rendah, dan intensitas cahaya kurang maka perkembangan dinoflagellata akan terhenti dan akan berlanjut kembali apabila kondisi perairan menguntungkan bagi dinoflagellata untuk berkembang (Andriyono, *et al.*, 2023). Beberapa *family* dari Dinoflagellata yang ditemukan di Sulawesi Selatan yaitu Gonyaulacaccae, Gymnodiniaccae, Osteropsidaccae, Peridiniaccae, Polykrikaccae, dan Protoperidiniaccae (Rukminasari dan Indah Sari, 2022). Spesies yang termasuk kedalam dinoflagellata sangat beragam dan hal ini terjadi karena adanya variasi genetik. Keberagaman atau variasi genetik dapat terjadi karena adanya perubahan nukleotida yang menyusun DNA dan dapat mempengaruhi fenotipe suatu organisme yang dapat dilihat secara langsung atau mempengaruhi reaksi individu terhadap lingkungan tertentu (Sihombing *et al.*, 2019). Salah satu cara untuk mengetahui jenis dinoflagellata yaitu dengan melakukan pengamatan di bawah mikroskop, namun cara ini masih kurang valid akibat bentuk dan warna hampir serupa. Oleh karena itu metode lain yang dapat digunakan yaitu DNA *barcoding*. DNA

barcoding merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi spesies dengan melihat materi genetik (Apriliyanti, *et al.*, 2018)

Saat ini, penelitian mengenai identifikasi jenis dinoflagellata berdasarkan DNA di daerah Sulawesi Selatan masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang jenis-jenis spesies dinoflagellata yang ada di tiga muara Sungai Teluk Bone, Sulawesi Selatan berdasarkan hasil sekuen 18S-RNA

B. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk menentukan jenis spesies dinoflagellata yang hidup di tiga muara Sungai Teluk Bone, Sulawesi Selatan berdasarkan sekuen 18S-RNA

Kegunaan dari penelitian ini yaitu diharapkan dapat memberikan informasi mengenai keberagaman kista dinoflagellata di tiga muara Sungai Teluk Bone berdasarkan sekuen 18S-RNA

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Dinoflagellata

Dinoflagellata berasal dari bahasa Yunani, dan terdiri dari dua kata, dimana kata pertama yaitu *dinos* yang mempunyai arti berputar dan kata kedua yaitu *flagela* yang mempunyai arti cambuk. Gerakan berputar yang dihasilkan dari denyutan dua flagela dalam alur tegak lurus pada “amor” atau lapisan baja menjadi dasar penamaan organisme tersebut. Setiap spesies dinoflagellata memiliki suatu bentuk khusus dan diperkuat oleh lempeng selulosa internal (Agung, 2015). Siklus hidup dinoflagellata termasuk cepat yaitu sekitar 1-15 hari dengan kelimpahan yang berlipat ganda (Mulyani *et al.*, 2012).

Dinoflagellata merupakan salah satu kelas *Dynophyceae* yang dapat dijumpai pada semua perairan di dunia, terutama pada perairan tropis. Dalam beberapa dekade terakhir ini, dinoflagellata mendapat perhatian yang cukup serius dari para ilmuwan maupun masyarakat. Salah satu penyebab dinoflagellata mendapatkan perhatian tersebut dikarenakan adanya fenomena *ride-tide*. Fenomena *ride-tide* merupakan suatu fenomena alam yang sulit diduga yang dapat menyebabkan adanya perubahan warna air laut (Agus, 1999). Setelah diatom, jenis yang terbanyak kedua dari fitoplankton yaitu dinoflagellata. Dinoflagellata merupakan fitoplankton yang bersel tunggal, dengan diameter berukuran 20-200 μm , mempunyai flagella untuk bergerak dan banyak diantaranya dapat berfotosintesis dengan kloroplas yang menyatu dengan strukturnya (Yean, 2008). Maria *et al* (2005) menyatakan bahwa dinoflagellata rata-rata tumbuh lebih lambat pada kondisi nutrisi yang rendah dibandingkan dengan kelompok alga yang lain. Dinoflagellata pada umumnya menyukai lingkungan laut dengan turbulensi rendah dan nutrisi lebih tinggi.

Jenis dinoflagellata yang mampu melakukan fotosintesis mempunyai pigmen yaitu berupa klorofil-a, klorofil c, β -karotin, dan xantofil (peridinin), sehingga menyebabkan perairan tampak berwarna coklat. Anggota dinoflagellata dari kelompok ini terkenal yang paling mempunyai jenis-jenis beracun (Kurniawan, 2008). Spesies dinoflagellata yang memproduksi zat racun ± 30 spesies, dimana semua spesies yang beracun merupakan organisme fotosintetis atau organisme autotropik yang mengandung klorofil. Sel spesies beracun tersebut mempunyai ukuran variasi yang berbeda, namun secara umum berukuran $\pm 100 \mu\text{m}$ (Sudarmiati, 2007).

B. Kista Dinoflagellata

Kondisi perairan yang tidak menguntungkan akan menyebabkan dinoflagellata akan membentuk fase seksual dalam bentuk kista yang berada di kolom perairan dan akan terakumulasi ke dasar perairan (Yuliana, 2014). Istilah kista diberikan kepada sel non-motil yang tidak memiliki flagella serta tidak memiliki kemampuan gerak. Apabila tidak terganggu oleh aktifitas fisik atau dorongan dari alam, kista yang terakumulasi di dalam sedimen dapat tinggal selama bertahun-tahun. Kista diketahui dapat bertahan hidup dalam sedimen sampai 6 tahun pada kondisi tertentu, seperti oksigen rendah dan suhu rendah (Matsuoka & Fukuya, 2000).

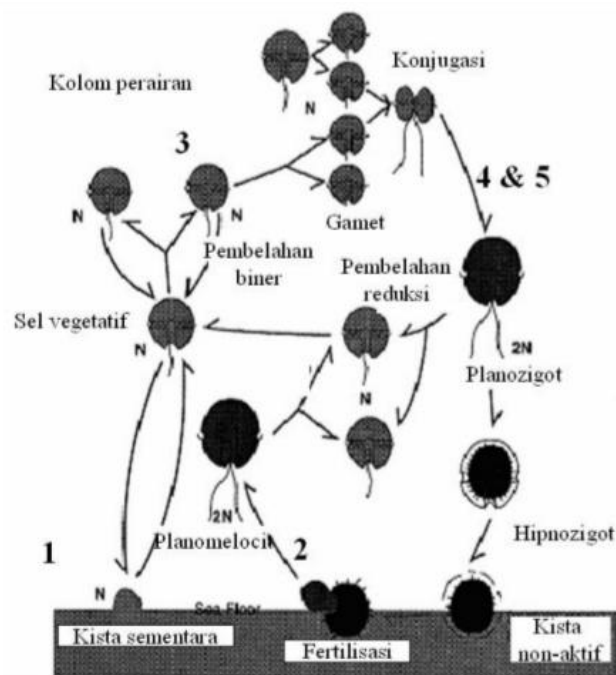
Kista dinoflagellata umumnya tersusun atas senyawa yang kompleks dan berat, serta menyerupai senyawa sporopollenin pada serbuk sari (*polen*) pada tanaman. Hal ini menyebabkan kista dinoflagellata sangat tahan terhadap tekanan fisika, kimia atau biologis (Arief *et al.*, 2021). Apabila kondisi perairan kembali memungkinkan untuk kista melakukan proses perkecambahan, maka kista yang awalnya tertimbun dalam sedimen dan dalam kondisi istirahat atau kondisi tidur dan tidak aktif akan pecah lalu mengeluarkan sel yang dapat berenang (Yuliana, 2014). Pecahnya kista dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti kandungan nutrisi yang tinggi, suhu yang tepat, ketersediaan oksigen dan intensitas cahaya yang sesuai (Hadisusanto & Sujarta, 2010)

C. Reproduksi Kista Dinoflagellata

Dinoflagellata merupakan sel tunggal yang pre-dominan, eukaryotik, dan termasuk dalam organisme kelompok berflagel baik yang berfotosintesis dan non fotosintesis. Terdapat dua fase dalam siklus hidup dinoflagellata yaitu secara vegetatif aseksual dimana pada proses ini dinoflagellata bereproduksi melalui peleburan dua sel dan fase seksual dimana proses reproduksi ini menghasilkan sel motil, zigot yang dapat kembali ke fase vegetatif atau kista istirahat (Rukminasari dan Tahir, 2020). Reproduksi aseksual dinoflagellata dapat berlangsung dengan singkat pada kondisi lingkungan yang sesuai (Agus, 1999). Dalam bertahan hidup, dinoflagellata memiliki cara unik menghadapi seleksi alam dimana pada saat kondisi perairan yang baik, dinoflagellata dapat berkembang biak secara massal. Pada kolom air, sel-sel dari dinoflagellata aktif membelah diri, dan pada saat kondisi perairan yang tidak baik, sel-sel tersebut akan berhenti membelah diri dan melakukan perkawinan dan menghasilkan zygot. Zygot hasil perkawinan atau peleburan sel-sel gamet yang dihasilkan oleh sel-sel vegetatif dinoflagellata terlindungi dengan aman di dalam dinding kista yang sangat tebal dan mengalami fase dormansi (istirahat) selama bertahun-tahun sampai kondisi perairan kembali membaik (Panggabean, 2006).

Matsuoka & Fukuyo (2000) menyatakan bahwa kista merupakan fase seksual yang dialami tidak hanya pada kelompok dinoflagellata tetapi juga dialami oleh kelompok diatom. Kista terbagi menjadi dua jenis, yaitu:

1. Kista sementara, yaitu merupakan sel non-motil yang tidak memiliki flagel. Flagel yang hilang merupakan perubahan morfologi yang terjadi karena adanya perubahan tekanan pada kondisi fisiologi sel secara tiba-tiba sehingga menyebabkan kista dinoflagellata menjadi kista non-motil. Pada waktu tertentu dimana kondisi lingkungan kembali stabil, maka sel non-motil tersebut akan kembali membentuk populasi motil secara singkat
2. Kista non-aktif, merupakan zigot yang terbentuk dalam proses reproduksi secara seksual. Zigot ini terbentuk dari proses penyatuan gamet yang terjadi pada periode *blooming*. Zigot planktonik dapat berenang dalam beberapa hari, kemudian berubah menjadi zigot non-motil (kista non-aktif) yang dapat mengapung dan kemudian tenggelam ke dasar laut dan terakumulasi dengan sedimen. Kista membutuhkan periode non-aktif yang cukup bervariasi, tergantung dengan jenis spesies.



Gambar 1. Siklus hidup kista di perairan (Matsuoko & Fukuyo, 2000)

Keterangan Gambar:

1. Kista beristirahat dan terakumulasi dalam sedimen
2. Terjadinya perkecambahan pada kista. Hal ini terjadi hanya pada pada kondisi suhu yang hangat dan bertambahnya cahaya secara simultan
3. Sel akan terus membelah jika kondisi perairan optimal

4. Pertumbuhan akan berhenti dan gamet akan terbentuk. Hal ini terjadi ketika kondisi nutrient berkurang.
5. Hal yang serupa terjadi sesuai keterangan gambar nomor 4

D. DNA (*Deoxyribonucleic Acid*)

Gen merupakan bagian-bagian dari urutan asam nukleat yang terdapat pada DNA. Gen menjadi penentu semua sifat organisme yang memilikinya (Morihito *et al.*, 2017). Asam nukleat memegang peranan yang penting dalam kehidupan organisme karena merupakan salah satu makromolekul yang didalamnya terdapat informasi genetik. Setiap organisme hidup, didalamnya terdapat materi genetik. Asam nukleat juga mempunyai nama lain, yaitu polinukleotida karena tersusun dari sejumlah molekul nukleotida sebagai monumernya. Ada dua macam nukleotida yaitu asam dioksiribonucleat atau DNA (*Deoxyribonucleic Acid*) dan asam ribonukleat atau RNA (*Ribonucleic Acid*) (Nusantari, 2014). Terdapat empat tipe nukleotida yang menjadi penyusun DNA dan berikatan secara kovalen serta direspresentasikan oleh sejumlah huruf-huruf alphabet yaitu A, C, G dan T, dimana setiap setiap huruf tersebut menjadi inisial dari asam nukleat atau penyusun nukleotida yaitu *Adenine*, *Cytosine*, *Guanine*, dan *Thimine* (Ernawati *et al.*, 2014)

DNA atau *Deoxyribonucleic Acid* merupakan polinekleotida untai ganda. Untai DNA terdiri dari rangkaian nukleotida, dimana rangkaian nukleotida terhubung melalui ikatan fosfodiester, sedangkan ikatan hidrogen menghubungkan untai ganda DNA. Basa nitrogen yang berpasangan pada DNA meliputi adenin dan timin yang terdiri dari dua ikatan hidrogen, serta guanin dan sitosin yang terdiri dari tiga ikatan hidrogen (Nur'Aini *et al.*, 2019). Molekul yang menjadi komponen penyusun tiap nukleotida terdiri dari tiga jenis molekul, yaitu gula pentosa (deoksiribosa pada DNA dan ribosa pada RNA), basa nitrogen dan gugus fosfat (Morihito *et al.*, 2017). Struktur molekul DNA yaitu memiliki dua pita yang terjalin (*Double Helix*) yang bersatu dan berfungsi sebagai penyusun materi genetik (Ernawati *et al.*, 2014)

E. Isolasi dan Ekstraksi DNA

Tahapan awal dari identifikasi molekuler yaitu isolasi DNA genom, dengan prinsip isolasi DNA yaitu mendapatkan DNA murni yang tidak tercampur dengan komponen lain dari DNA, seperti karbohidrat, protein dan juga RNA (Hidayah, 2017). Prinsip kerja isolasi DNA ada dua, yaitu sentrifugasi atau pembedan berat molekul dan presipitasi atau pengendapan DNA agar terpisah dari zat lain yang berada dalam sel (Octavia, 2021). Kegiatan isolasi DNA, secara umum terdiri dari empat tahapan yaitu

penggerusan sampel, ekstraksi DNA, amplifikasi RNA dengan menggunakan suatu primer tertentu dan elektroforesis dengan sel agarosa 1% (Octavia, 2021)

Cheng *et al.*, (2003) menyatakan bahwa isolasi DNA genom dapat dilakukan dengan metode lisis sel yang terbagi menjadi dua, yaitu

1. Secara Fisik, yaitu sel dipecah dengan kekuatan mekanik, yaitu *freeze thaw*, *bead mill homogenization* dan resonansi sonikasi.
2. Secara Kimia, yaitu sel dirusak dengan buffer lisis berisi senyawa kimia yang dapat merusak integritas *barrier* dinding sel, misalnya SDS (*Sodium Dodecyl Sulfate*) dan CTAB (*Cetyltrimethylammonium bromide*)

Syarat dasar yang harus dipenuhi dalam studi molekuler yaitu ekstraksi DNA, dimana hasil ekstraksi DNA dapat menghasilkan kualitas DNA yang baik (Syafaruddin *et al.*, 2011). Dalam melakukan ekstraksi DNA, terkadang terdapat beberapa permasalahan yang terjadi. Menurut Fatchiyah *et al* (2011), beberapa permasalahan yang sering muncul pada ekstraksi DNA yaitu patahnya DNA selama proses ekstraksi, DNA mengalami degradasi akibat kehadiran enzim nuklease, adanya kontaminasi senyawa polisakarida, dan ikut terisolasinya senyawa metabolit sekunder. Menurut Corkill dan Rapley (2008), proses ekstraksi DNA terdiri dari tiga tahap utama, yaitu lisis atau perusakan dinding sel, pemisahan DNA dari komponen lainnya dan pemurnian. Lisis atau pemecahan sel bertujuan untuk menghancurkan membran dan dinding sel sehingga bagian dalam sel dapat keluar (Holme dan Peck, 1998). Sedangkan menurut Hutami *et al.*, (2018) tahap pemurnian DNA bertujuan untuk menghilangkan residu dari zat yang digunakan pada tahap lisis dan pemisahan DNA.

F. PCR (*Polymerase Chain Reaction*)

PCR atau *Polymerase Chain Reaction* merupakan teknologi yang mampu melipat gandakan fragmen DNA yang terdapat dalam makromolekul genom dari berbagai sumber seperti hewan, tumbuhan, bakteri dan virus menjadi dua kali lipat secara enzimatik. Teknologi PCR telah merevolusi semua aspek di dunia sejak pertama kali ditemukan oleh Kary Banks Mullis pada tahun 1985 (Budiarto, 2015). PCR dapat digunakan untuk mengamplifikasi segmen DNA dalam jumlah jutaan kali hanya dalam beberapa jam (Handoyo & Rudiretna, 2001). Sebelum melakukan PCR terhadap sampel penelitian, untuk mendapatkan hasil PCR yang optimal, perlu dilakukan optimasi agar didapatkan komposisi dan kondisi PCR yang sesuai (Setyawati & Zubaidah, 2001).

Menurut Aisyah & Roslim (2020), tahapan-tahapan dalam proses PCR dibedakan menjadi tiga tahapan, yaitu:

1. *Denaturasi* (DNA cetakan), yaitu proses pemisahan utas ganda DNA menjadi dua utas tunggal DNA. Kedua utas tersebut akan menjadi tempat penempelan primer dan cetakan dalam pemanjangan atau sintesis DNA baru oleh DNA polimerase
2. *Annealing* (penempelan primer), yaitu tahap disaat primer menuju daerah spesifik yang komplemen dengan urutan primer. Hidrogen akan terbentuk antara primer dengan urutan komplemen pada cetakan.
3. *Elongasi*, yaitu perpanjangan rantai DNA yang terjadi pada suhu 72°C. Primer yang menempel akan mengalami perpanjangan pada sisi 3' dengan penambahan dNTP yang komplemen dengan cetakannya

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan PCR, diantaranya adalah konsentrasi dan kualitas DNA, temperatur *annealing* dari kedua primer, konsentrasi MgCl₂ enzim polymerase, konsentrasi dan kualitas primer, jumlah siklus PCR, *deoksinukleutida triphosphate* (dNTP) dan larutan *buffer* (Setyawati & Zubaidah, 2021). Apabila terdapat kontaminasi dalam jumlah sedikitpun dapat mengakibatkan terjadinya kesalahan dengan menghasilkan produk amplifikasi yang tidak diharapkan (Fenarisa, 2016).

III. METODE PENELITIAN