

**POTENSI SAKSITOKSIN PSP (*Paralytic Shellfish Poisoning*)  
PADA KERANG DARAH (*Anadara granosa*) DI MUARA SUNGAI  
TALLO, KOTA MAKASSAR, SULAWESI SELATAN**

**SKRIPSI**

**DINDA TASYA MEISYA**



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

**POTENSI SAKSITOKSIN PSP (*Paralytic Shellfish Poisoning*)  
PADA KERANG DARAH (*Anadara granosa*) DI MUARA SUNGAI  
TALLO, KOTA MAKASSAR, SULAWESI SELATAN**

**DINDA TASYA MEISYA  
L011 18 1372**

**SKRIPSI**

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



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

## LEMBAR PENGESAHAN

**POTENSI SAKSITOKSIN PSP (*Paralytic Shellfish Poisoning*) PADA KERANG DARAH (*Anadara granosa*) DI MUARA SUNGAI TALLO, KOTA MAKASSAR, SULAWESI SELATAN**

**Disusun dan diajukan oleh**

**DINDA TASYA MEISYA**

**L011 18 1372**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 8 Maret 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

**Dr. Ir. Muh. Farid Samawi, M.Si.**

NIP: 19650810 199103 1 006

**Dr. Ir. Rahmadi Tambaru, M.Si.**

NIP: 19690125 199303 1 002



**Dr. Khairul Amri, ST., M.Sc.Stud.**

NIP: 19690706 199512 1 002

## ABSTRAK

**Dinda Tasya Meisya.** L011181372. “Potensi Saksitoksin PSP (*Paralytic Shellfish Poisoning*) Pada Kerang Dara (*Anadara granosa*) di Muara Sungai Tallo, Kota Makassar, Sulawesi Selatan”. Dibimbing oleh **Muh. Farid Samawi** sebagai Pembimbing Utama dan **Rahmadi Tambaru** sebagai Pembimbing Anggota.

---

Meningkatnya daya konsumsi masyarakat terhadap makanan laut, sangat berpengaruh pada perekonomian masyarakat di daerah Sulawesi Selatan. Di Muara Tallo terdapat banyak aktivitas masyarakat yang menjual belikan hasil tangkapan terutama ikan dan kekerangan. Di Daerah Perairan tersebut telah ditemukan lima spesies HABs diantaranya yaitu: *Ceratium furca*, *Ceratium fusus*, *Gonyaulax* sp, *Prorocentrum* sp, dan *Protoberidinium*, maka dilakukan penelitian potensi saksitoksin PSP (*Paralytic Shellfish Poisoning*) pada sampel kerang darah (*Anadara granosa* L.) di perairan Muara Tallo, Kota Makassar yang dilaksanakan pada bulan November–Oktober 2022. Metode terdiri dari 3 tahap. Tahap yang pertama yaitu sampling pada air, sedimen dan kerang dengan metode yang mengacu pada SNI. Tahap kedua yaitu berupa pengujian. Pengujian dilakukan pada matriks sampel yang diambil yakni sampel air untuk pengujian identifikasi Plankton penghasil biotoksin, pengukuran parameter oseanografi kimia fisika dan kerang untuk diujikan PSP dengan menggunakan ELISA. Berdasarkan hasil penelitian kadar biotoksin PSP kerang darah di perairan Muara Sungai Tallo berada jauh di bawah baku mutu (800 ppb) yakni sebesar 6,67 – 13,72 ppb. Keberadaan biotoksin PSP yang ada di perairan ini ditegaskan dengan mulai munculnya keberadaan plankton yang menjadi faktor PSP yaitu *Prorocentrum* sp., akan tetapi perlu kehati-hatian kedepannya karena mulai muncul keberadaan fitoplankton yang mengandung biotoksin PSP di Perairan tersebut. Dilihat dari hasil kategori ukuran panjang kerang 2,7-3,9 cm dan ukuran 5,6-6,2 cm besar memiliki nilai yang hampir sama dan ukuran 3,8-5,05 cm lebih tinggi kadarnya. Sehingga disimpulkan bahwa kategori ukuran panjang kerang tidak terlalu mempengaruhi banyaknya kandungan saksitoksin pada kerang tersebut. Nilai ini jauh dari 800 ppb sehingga aman dikonsumsi, akan tetapi perlu kehati-hatian kedepannya karena mulai muncul keberadaan fitoplankton yang mengandung biotoksin PSP di Perairan tersebut.

Kata kunci: PSP, ELISA, *Anadara granosa*, Muara Sungai Tallo.

## ABSTRACT

**Dinda Tasya Meisya.** L011181372. Potential of PSP (Paralytic Shellfish Poisoning) Saxitoxin in Dara Shells (*Anadara granosa*) in the Tallo River Estuary, Makassar City, South Sulawesi. Supervised by **Muh. Farid Samawi** as Main Advisor and **Rahmadi Tambaru** as Member Advisor.

---

The increasing consumption of seafood has greatly affected the economy of the people in South Sulawesi. In the Tallo Estuary, there are many community activities that sell and trade catches, especially fish and shellfish. In these waters, five species of HABs have been found including: *Ceratium furca*, *Ceratium fusus*, *Gonyaulax* sp, *Prorocentrum* sp, and *Protopeiridium*, so research on the potential of PSP (Paralytic Shellfish Poisoning) saxitoxin in blood clam samples (*Anadara granosa* L.) in the waters of Tallo Estuary, Makassar City which was carried out in November-October 2022. The method consists of 3 stages. The first stage is sampling of water, sediment and shellfish with methods that refer to SNI. The second stage is testing. Tests were carried out on the sample matrix taken, namely water samples for biotoxin-producing plankton identification testing, measurement of physical chemical oceanographic parameters and shellfish for PSP testing using ELISA. Based on the results of the study, the PSP biotoxin levels of blood clams in the waters of the Tallo River Estuary were far below the quality standard (800 ppb) which amounted to 6.67 - 13.72 ppb. The existence of PSP biotoxins in these waters is confirmed by the emergence of plankton which is a factor of PSP, namely *Prorocentrum* sp., Judging from the results of the mussel length size category of 2.7-3.9 cm and the size of 5.6-6.2 cm large have almost the same value and the size of 3.8-5.05 cm has higher levels. So it is concluded that the category of mussel length does not really affect the amount of saxitoxin content in these mussels. This value is far from 800 ppb so it is safe for consumption, but it is necessary to be careful in the future because phytoplankton containing PSP biotoxins begin to appear in these waters.

Keywords: PSP, ELISA, *Anadara granosa*, Tallo River Estuary.

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dinda Tasya Meisya

NIM : L011181372

Program Studi : Ilmu Kelautan

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis yang berjudul:

**“Potensi Saksitoksin PSP (*Paralytic Shellfish Poisoning*) Pada Kerang Dara (*Anadara granosa*) di Muara Sungai Tallo, Kota Makassar, Sulawesi Selatan”** adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain, serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali tertulis digunakan sebagai acuan dalam skripsi ini dan disebutkan sumber acuan seta daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Pemendiknas No. 17, tahun 2007).

Makassar, 8 Maret 2023

Yang Menyatakan,

  
Tasya Meisya  
L011 18 1372

## PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dinda Tasya Meisya

NIM : L011181372

Program Studi : Ilmu Kelautan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi/Tesis/Disertasi 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 sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 8 Maret 2023

Mengetahui, Ketua Program Studi



Dr. Khairul Amri, ST., M.Sc.Stud.  
NIP: 19690706 199512 1 002

Penulis



Dinda Tasya Meisya  
NIM: L011 18 1 372

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

*Bismillahirrahmanirrahim.* Segala puji bagi Allah subhanahu wa ta'ala, kami memuji-Nya memohon pertolongan dan ampunan kepada-Nya. Kami berlindung kepada Allah subhanahu wa ta'ala dari kejahatan diri kami sendiri dan kejelekan amalan-amalan kami. *Alhamdulillahiladzi bi ni'matihi tatimmush sholihah* atas rahmat dan hidayah-Nya lah sehingga penulisan skripsi dengan judul "POTENSI SAKSITOKSIN PSP (*Paralytic Shellfish Poisoning*) PADA KERANG DARA (*Anadara granosa*) DI MUARA SUNGAI TALLO, KOTA MAKASSAR, SULAWESI SELATAN" dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun berdasarkan data-data hasil penelitian sebagai tugas akhir untuk memperoleh gelar sarjana di Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, informasi, dan membawa kepada suatu kebaikan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang terdapat dalam skripsi ini. Oleh karena itu, Penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari para pembaca. Akhirnya, kepada semua pihak yang berperan dalam penelitian ini, Penulis mengucapkan banyak terima kasih dan berharap semoga Allah subhanahu wa ta'ala menjadikan ini sebagai salah satu amalan jariyah bagi penulis.

Melalui Skripsi ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya sebagai bentuk penghargaan dan penghormatan kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan, bantuan, dukungan, serta doa selama melakukan penelitian dan penyelesaian skripsi.



## UCAPAN TERIMA KASIH

*Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

*Bismillahirrahmanirrahim.* Segala puji bagi Allah subhanahu wa ta'ala, kami memuji-Nya memohon pertolongan dan ampunan kepada-Nya. Kami berlindung kepada Allah subhanahu wa ta'ala dari kejahatan diri kami sendiri dan kejelekan amalan-amalan kami. *Alhamdulillahiladzi bi ni'matihi tatimmush sholihah* atas rahmat, hidayah, dan karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "**Potensi Saksitoksin PSP (*Paralytic Shellfish Poisoning*) Pada Kerang Dara (*Anadara granosa*) di Muara Sungai Tallo, Kota Makassar, Sulawesi Selatan**". Shalawat dan salam penulis panjatkan kepada baginda Nabi Besar Muhammad ﷺ, yang selalu menjadi panutan, tauladan, dan pemberi jalan ke arah yang benar bagi kita semua. Skripsi ini disusun berdasarkan data-data hasil penelitian sebagai tugas akhir untuk memperoleh gelar sarjana di Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, informasi, dan membawa kepada suatu kebaikan. Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari kontribusi berbagai pihak.

Melalui Skripsi ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya sebagai bentuk penghargaan dan penghormatan kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan, bantuan, dukungan, serta doa selama melakukan penelitian dan penyelesaian skripsi, ucapan ini penulis berikan untuk:

1. Kepada orang tua tercinta, Syamyu P, S.E, Hj. Meyi Hodding dan Lalu Yusuf Adinigrat, S.E, M.Si yang telah mendidik, mendoakan kebaikan, kemudahan dan kelancaran, serta memberikan dukungan semangat dan kasih sayang untuk penulis agar menyelesaikan perkuliahan.
2. Kepada saudariku Nur Wahyuli Meisya dan Adhe Puspita Meisya yang telah menyemangati serta doa kepada penulis
3. Kepada yang terhormat Bapak Dr. Ir. Muhammad Farid Samawi, M.Si., selaku pembimbing utama yang selalu memberikan bimbingan, arahan, ilmu yang sangat berharga bagi penulis sehingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.
4. Kepada yang terhormat Bapak Dr. Ir. Abd. Rasyid J, M.Si, selaku dosen penasehat akademik yang selalu memberikan bimbingan dan arahan mengenai proses perkuliahan sejak menjadi maba hingga terselesaikannya skripsi ini dan selaku penguji yang telah memberikan saran dalam penulisan skripsi.
5. Kepada yang terhormat Bapak Dr. Ir. Rahmadi Tambaru, M.Si., selaku pembimbing pendamping yang banyak memberikan masukan dalam penyusunan skripsi ini.

6. Kepada bapak Drs. Sulaiman Gosalam, M.Si., selaku penguji yang telah memberikan saran dalam penulisan skripsi.
7. Kepada seluruh Dosen dan Staf Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin yang telah membimbing dan memberikan banyak ilmu kepada penulis sejak menjadi mahasiswa baru hingga terselesaikannya skripsi ini.
8. Kepada Para Dosen Program Studi Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin yang telah memberikan bimbingan serta ilmu pengetahuan sejak menjadi mahasiswa baru hingga terselesaikannya skripsi ini.
9. Kepada Jumarni, S.Kel sang motivator sehingga skripsi ini bisa terselesaikan.
10. Kepada teman-teman seperjuangan saya Nur Inaya, S.Kel., Richa Pratiwi, Kameriani, Lili Indri Ani, Alfiansyah, S.Kel., Andi Muhammad Admiral, S.Kel yang senantiasa membantu, memberikan semangat dan motivasi kepada penulis.
11. Kepada yang saya banggakan Tim Hashifah yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada penulis.
12. Kepada Teman-teman Se-Angkatan CORALS 18 dan seluruh Keluarga Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan (KEMAJIK FIKP-UH) yang senantiasa memberikan motivasi kepada penulis.
13. Kepada teman seperjuangan Umi Rinti, Sri Dawana, Sri Mulyani Anugeraha, King Abdul Aziz yang selalu memberikan semangat dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
14. Kepada teman-teman di Pesatren Mahasiswa Al-Haud (Deliya, Kak Bela, Sulis, Kak Haspidah, Diyanah Karim, dan lainnya) yang memberikan semangat dan motivasi kepada penulis.
15. Kepada Alumni SMK Muhammadiyah Marioriwawo dan sahabat, teman di WatanSoppeng yang selalu memberikan semangat dan doa untuk menyelesaikan skripsi ini.
16. Kepada seluruh pihak tanpa terkecuali yang namanya luput disebutkan satu persatu karena telah banyak memberikan bantuan selama penyusunan skripsi.

Semoga Allah SWT. selalu memberikan anugerah-Nya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa skripsi ini terdapat banyak kekurangan dan masih jauh mencapai kesempurnaan dalam arti sebenarnya, namun penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca pada umumnya. Akhir kata penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca untuk meningkatkan kemampuan penulis dalam menulis karya ilmiah.

Terima Kasih

*Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Makassar, 8 Maret 2023

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Dinda Tasya Meisya', written in a cursive style.

Dinda Tasya Meisya

## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Ujung Pandang pada tanggal 27 November 1999. Penulis merupakan anak ketiga dari 3 bersaudara dari pasangan Syamsu P, SE. dan Hj. Meyi Hodding. Tahun 2012 penulis lulus dari SDN 139 Tokebbeng, Kecamatan Marioriwawo, Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan. Tahun 2015 lulus di SMP Negeri 1 Marioriwawo, Kecamatan Marioriwawo, Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan. Tahun 2018 lulus di SMK Muhammadiyah Marioriwawo, Kecamatan Marioriwawo, Kabupaten Soppeng, Sulawesi Selatan. Pada bulan Agustus 2018 penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin melalui Seleksi Jalur SBMPTN.

Selama masa studi di Universitas Hasanuddin, penulis aktif di UKM KEMPO sebagai anggota pengurus UKM KEMPO. Penulis juga aktif diberbagai kegiatan UKM LiKIB FIKP-UH sebagai anggota kaderisasi UKM LiKIB. Penulis juga pernah aktif kegiatan kemahasiswaan sebagai panitia himpunan KEMAJIK FIKP-UH. Selain itu, Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata Tematik di Tallo II, Kecamatan Tallo, Kota Makassar, Sulawesi Selatan pada KKN Gelombang 106 pada tanggal 9 Juni sampai 14 Agustus 2021.

Adapun untuk memperoleh gelas sarjana kelautan, penulis melakukan penelitian yang berjudul "Potensi Saksitoksin PSP (*Paralytic Shellfish Poisoning*) Pada Kerang Dara (*Anadara granosa*) di Muara Sungai Tallo, Kota Makassar, Sulawesi Selatan" pada tahun 2022 yang dibimbing oleh Dr. Ir. Muh. Farid Samawi, M.Si. selaku pembimbing utama dan Dr. Rahmadi Tambaru, M.Si. selaku pembimbing pendamping.

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>I</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>II</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>III</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>IV</b>
<b>PERNYATAAN AUTHORSHIP</b> .....	<b>V</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>VI</b>
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	<b>VII</b>
<b>BIODATA PENULIS</b> .....	<b>X</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>XI</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>XIII</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>XIV</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>XV</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan dan Kegunaan .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
A. Kerang Darah .....	4
B. Biotoksin .....	5
C. Saksitoksin.....	5
D. Fitoplankton .....	6
E. <i>Enzyme Linked Immunosorbent Assay</i> (ELISA) .....	7
F. Parameter Oseonografi.....	10
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>13</b>
A. Waktu dan Tempat .....	13
B. Alat dan Bahan .....	13
C. Prosedur Penelitian .....	15
1. Tahap Persiapan .....	15
2. Metode Pengambilan Sampel .....	15
3. Pengukuran Sampel Kerang Darah.....	16
4. Pengukuran Parameter Lingkungan .....	16
5. Identifikasi Sampel Plankton.....	17

6. Preparasi Sampel.....	18
7. Estraksi Sampel .....	18
8. Proses Pengujian ELISA .....	18
D. Pengolahan Data.....	19
E. Analisis Data.....	20
<b>IV. HASIL .....</b>	<b>21</b>
A. Gambaran Umum Lokasi .....	21
B. Kurva Standar.....	22
C. Kandungan Saksitoksin Pada Kerang Darah ( <i>Anadara granosa</i> ) .....	23
D. Komposisi Jenis Plankton .....	24
E. Kondisi Lingkungan Perairan .....	25
<b>V. PEMBAHASAN .....</b>	<b>27</b>
<b>VI. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>31</b>
A. Kesimpulan .....	31
B. Saran .....	31
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>32</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>35</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil pembacaan absorbansi standar <i>Paralytic Shellfish Poisoning</i> .....	22
Tabel 2. Kisaran hasil pengukuran parameter lingkungan di Muara Sungai Tallo .....	25

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kerang Darah ( <i>Anadara granosa</i> ) .....	4
Gambar 2. Struktur Saksitoksin .....	6
Gambar 3. Jenis Konfigurasi ELISA .....	8
Gambar 4. Konfigurasi ELISA Kompetitif Langsung .....	9
Gambar 5. Konfigurasi ELISA Tidak Langsung detekesi .....	10
Gambar 6. Peta Lokasi Penelitian di Muara Sungai Tallo, Kota Makassar .....	13
Gambar 7. ELISA <i>Plate &amp; Reservoir</i> .....	14
Gambar 8. Berbagai <i>micropipette</i> baik <i>single channel</i> maupun <i>multichannel</i> .....	14
Gambar 9. ELISA <i>Reader</i> .....	14
Gambar 10. ELISA Kit.....	15
Gambar 11. ELISA Well Plate .....	19
Gambar 12. Kurva Standar PSP ( <i>Paralytic Shellfish Poisoning</i> ).....	23
Gambar 13. Konsentrasi Saksitoksin pada Kerang Darah ( <i>Anadara granosa</i> ).....	24
Gambar 14. <i>Prorocentrum sp.</i> .....	25
Gambar 15. Grafik Pasang Surut .....	26



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data ukuran sampel kerang darah yang diperoleh.....	36
Lampiran 2. Data konsentrasi kerang darah.....	39
Lampiran 3. Hasil pembacaan ELISA <i>Reader</i> .....	40
Lampiran 4. Dokumentasi pengukuran kerang darah .....	42
Lampiran 5. Dokumentasi Laboratorium.....	43
Lampiran 6. Alat dan bahan .....	46

# I. PENDAHULUAN

## A. Latar Belakang

Perairan laut merupakan kawasan yang dimanfaatkan untuk aktivitas manusia seperti kawasan pusat pemerintahan, pemukiman, bisnis, pelabuhan, hidroponik, agrobisnis/perikanan, industri, pariwisata dan lain-lain (Khuzaimah, 2013). Di lautan Indonesia mengandung berbagai jenis organisme yang merupakan sumber makanan bagi manusia diantaranya ikan dan kerang-kerangan, yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Produk hasil laut Indonesia ini juga sering diekspor ke beberapa negara. Humas Ditjen Penguat Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan (PDSPKP) menyatakan bahwa ekspor produk perikanan Indonesia mengalami peningkatan, Indonesia naik 2 peringkat menjadi berada di posisi 8 sebagai eksportir utama produk perikanan dunia tahun 2020. Produk laut tersebut mengandung protein tinggi dan kolesterol rendah, sehingga merupakan bahan makanan yang baik untuk kesehatan, di samping secara ekonomi dapat terjangkau oleh masyarakat luas (Wiadnyana, 1997).

Salah satu hasil laut yang sering ditemukan di pasar-pasar adalah Kerang darah (*Anadara granosa L.*), karena memiliki nilai ekonomis tinggi sebagai sumber pemenuhan kebutuhan gizi (Wahyuni, 2010). Laju pertumbuhan organisme perairan tergantung kepada kondisi lingkungan dan ketersediaan makanan di dalam perairan tersebut (Atmaja, 2014). Ketersediaan makanan yang mencukupi sangat berpengaruh terhadap perkembangan kerang darah. Biota ini adalah biota sesil (menetap), dan pengumpulan saluran yang mengambil makanan dengan cara menyaring air (*filter feeder*) untuk mendapatkan makanan, cara ini menyebabkan banyaknya partikel yang berbeda masuk ke dalam tubuh kerang (Afiati, 1986). Menurut Komala (2012), makanan kerang adalah mikroalga dasar yang sebagian besar berupa diatom benthik yang banyak diproduksi di zona euphotic beberapa mm di atas permukaan lumpur, fitoplankton merupakan sumber pakan alami untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup kerang darah.

Akan tetapi terdapat beberapa jenis fitoplankton yang memproduksi toksin (racun), terutama pada kelompok dinoflagellate seperti *Alexandrium sp.*, *Gymnodinium sp.*, dan *Pyrodinium sp.* Dinoflagellata merupakan sel tunggal yang dominan, eukariotik, termasuk organisme kelompok berflagel baik yang berfotosintesis dan non-fotosintesis. Kelimpahan dinoflagellata dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan seperti unsur hara dan salinitas. Walaupun jumlah toksin yang diproduksi sangat sedikit, akan tetapi jika dikonsumsi dalam jumlah tertentu dapat menimbulkan bahaya pada tubuh manusia terutama pada saraf (Wiadnyana, 1997).

Resiko terakumulasinya toksin mikroalga pada kerang sangatlah tinggi sehingga sangat berpotensi berpindah ke manusia yang mengkonsumsinya (Dinas Nakala, 2006).

Salah satu toksin yang sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia adalah saksitoksin yang tergolong dalam kelompok PSP (*Paralytic Shellfish Poisoning*), karena kurangnya pemahaman masyarakat tentang toksin ini mengakibatkan sering terjadi kasus keracunan di beberapa lokasi di Indonesia. Toksin ini tidak berefek pada kerang itu sendiri karena kerang tergolong hewan tingkat rendah yang memungkinkan mereka tidak merasakan rasa sakit (Pudjirahaju, 2018). Beda halnya dengan manusia jika mengkonsumsi kerang yang mengandung saksitoksin dalam jumlah tertentu akan berpengaruh pada tubuh manusia, efek dari toksin ini mulai dari sensasi tebal di sekitar mulut hingga kelumpuhan saluran pernapasan yang dapat mengakibatkan kematian (Hallegraeff, 1993).

Saksitoksin dapat ditentukan dengan banyak metode, salah satunya dengan metode ELISA. Metode ELISA mampu menentukan suatu senyawa biologis dengan prinsip kerja berdasarkan hasil kerja suatu enzim. ELISA telah banyak dilakukan untuk analisa karena prosesnya lebih mudah, cepat, dan cukup sensitive (Rahmi, 2011). ELISA merupakan suatu teknik deteksi berdasarkan reaksi spesifik antara antigen dengan antibodi yang teradsorpsi secara pasif pada permukaan fase padat (microplate). Teknik ini melibatkan antibodi atau antigen tertaut enzim sebagai competitor reaksi pengikatan antigen dengan antibodi. Enzim tersebut akan bereaksi dengan substrat dan menghasilkan warna. Deteksi kadar saksitoksin (PSP) dilakukan dengan pengukuran intensitas warna menggunakan ELISA *reader* (Burgess, 1995). Selain metode ELISA, beberapa metode lain seperti kromatografi gas tandem massa (GC-MS) dan kromatografi cair kinerja tinggi dapat digunakan. Bagaimanapun Enzyme immunoassays (ELISA) lebih memberikan keuntungan yaitu lebih cepat dan lebih sensitif.

Perairan Makassar merupakan perairan yang sudah masuk kategori eutrofik (Faizal *et al.*, 2012). Salah satu perairan yang masuk dalam kawasan Perairan Makassar adalah Perairan Muara Sungai Tallo. Di Muara Tallo terdapat banyak aktivitas masyarakat yang menjual belikan hasil tangkapan terutama ikan dan kekerangan. Di Daerah Perairan tersebut telah ditemukan lima spesies HABs diantaranya yaitu: *Ceratium furca*, *Ceratium fusus*, *Gonyaulax* sp, *Prorocentrum* sp, dan *Proto-peridinium*. Spesies ini termasuk dalam kelompok kelas *Dynophyceae*, mengandung metabolit toksik (Tambaru *et al.*, 2020 dan 2021). Karakteristik ekologi sangat memengaruhi perkembangan HAB (Indriani, 2016).

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian potensi saksitoksin PSP (*Paralytic Shellfish Poisoning*) pada sampel kerang darah (*Anadara granosa* L.) di perairan Muara Tallo, Kota Makassar dengan menggunakan metode ELISA (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*).

## **B. Tujuan dan Kegunaan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan saksitoksin pada sampel kerang darah (*Anadara granosa L.*) di muara sungai Tallo, Kota Makassar dengan menggunakan metode ELISA (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*) berdasarkan SNI 2354-16:2017 dan batas cemaran berdasarkan KEP.17/MEN/2004 Tentang Sistem Sanitasi Keekerangan Indonesia serta hubungan konsentrasi dengan ukuran kerang darah.

Sedangkan kegunaan dari penelitian ini yaitu memberikan informasi mengenai bahaya mengkonsumsi kerang yang mengandung saksitoksin PSP dan penyebab dari saksitoksin tersebut serta memberikan informasi kepada masyarakat agar berhati-hati dalam pemanfaatan sumberdaya laut.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Kerang Darah (*Anadara granosa* L.)

Kerang darah (*A. granosa*) memiliki filamen insang memanjang dan melipat, serta gigi pada hinge yang banyak dan sama, kedua otot aduktor berukuran kurang lebih sama, pertautan antar filamen insang tidak ada. Menurut Pratt (1935) dan Barnes (1974) dalam Latifah (2011), klasifikasi dari kerang darah *A. granosa* adalah sebagai berikut:

Kingdom : Animalia

Filum: Mollusca

Kelas : Pelecypoda/ Bivalvia

Ordo : Taxodonta

Famili : Arcidae

Genus : *Anadara*

Spesies : *Anadara granosa* L.



Gambar 1. Kerang Darah (*Anadara granosa*)

*A. granosa* merupakan *ciliary feeder* (sebagai deposit feeder atau filter feeder) oleh karena itu kerang menyaring makanannya menggunakan insang yang berlubang-lubang. Makanan utama kerang yaitu fitoplankton. *A. granosa* merupakan salah satu jenis kerang yang berpotensi dan memiliki nilai ekonomis untuk dikembangkan sebagai sumber protein dan mineral untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat Indonesia (Umbara dan Suseno 2006 dalam Sahara, 2011).

*A. granosa* hidup dengan membenamkan diri di pantai yang berpasir atau diri di bawah permukaan lumpur di perairan dangkal. Kerang darah banyak ditemukan pada substrat yang berlumpur seperti di muara sungai dengan topografi pantai yang landai sampai kedalaman 20 m (PKSPL 2004 *dalam* Nurjanah dkk, 2005).

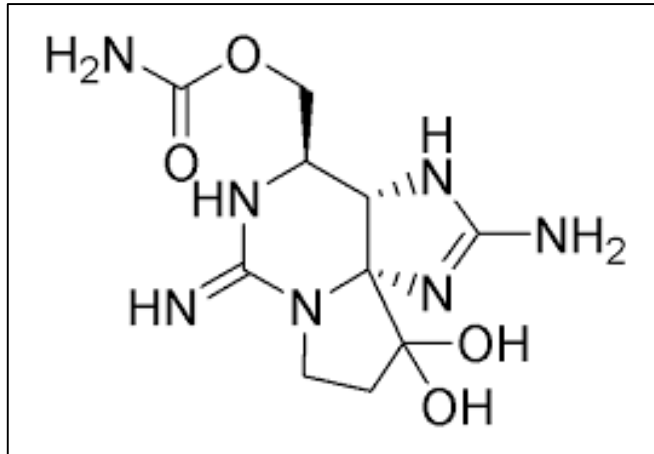
## **B. Biotoksin**

Biotoksin merupakan racun yang terdapat pada biota atau makhluk hidup. Keberadaan biotoksin tidak hanya terdapat pada biota darat saja tetapi bisa juga pada biota laut atau disebut *marine biotoxin*. Beberapa organisme laut yang memproduksi biotoksin adalah mikroalga laut *Alexandrium* sp, *Gymnodinium* sp, dan *Pyrodinium* sp. Ketiganya merupakan dari filum dinoflagellata yang menghasilkan racun saksitoksin PSP (*paralytic shellfish poisoning*). Telah diketahui bahwa biotoksin laut dapat terakumulasi dalam jaringan beberapa organisme laut, khususnya bivalvia *filter feeder* seperti kerang hijau. Pada seluruh kasus yang telah diketahui, keberadaan biotoksin pada kerang bukan diproduksi oleh mollusca itu sendiri, melainkan karena transfer dari lingkungan ke Mollusca (Nielsen *et al*, 2016).

Wabah keracunan pada manusia karena biotoksin laut disebabkan oleh konsumsi kerang yang terkontaminasi (Richter dan Fidler, 2015) dan memiliki berbagai gejala yang terkait dengan senyawa beracun tertentu (Turner dan Goya, 2015). Spesies yang termasuk dalam genus *Alexandrium*, *Gymnodinium*, *Dinophysis*, dan *Pyrodinium* adalah produsen utama biotoksin laut untuk manusia (Bruce *et al*, 2015).

## **C. Saksitoksin**

Keracunan kerang parolitik adalah salah satu intoksikasi yang paling banyak dipelajari karena merupakan gejala serius pada manusia. Secara umum hal tersebut merupakan hasil paparan dari saksitoksin (STX). Penghasil utama racun PSP adalah dinoflagellata dari genus *Alexandrium* yang terdapat di sepanjang pantai Atlantik dan Pasifik (Bernd dan Bernd, 2008), terdapat juga di Laut Mediterania, di mana spesies lain seperti *Gymnodinium* sp juga yang berperan memberi dampak. Lebih dari 30 analog STX telah diidentifikasi dan dikelompokkan menjadi empat subkelompok: yaitu karbamat, N-sulfo-karbamoil, karbamoil, dan saksitoksin terhidroksilasi (EFSA, 2009). Berikut adalah struktur dari keempat sub kelompok saksitoksin beserta mikroalga yang memproduksinya.



Gambar 2. Struktur Saksitoksin (Cusick *and* Sayler, 2013)

Wabah keracunan saksitoksin pada manusia disebabkan karena mengonsumsi kerang atau organisme laut yang terkontaminasi toksin PSP. Saksitoksin beserta turunannya adalah toksin paling aktif memblokir jaringan saraf dan membran yang menyebabkan penebalan area mulut hingga kelumpuhan pada otot jantung yang menyebabkan kematian (EFSA, 2009). Saksitoksin merupakan cairan tidak berwarna dengan bau yang sangat kuat (seperti asam) dengan densitas 1,0 gram/mL. Saksitoksin beracun dan menyebabkan iritasi pada kulit, mata, pernapasan, dan mulut. Efek saksitoksin pada manusia dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti umur dan jenis kelamin, ketahanan tubuh terhadap dosis saksitoksin yang termakan dan kondisi kesehatan (Schirone *et al*, 2011).

Saksitoksin memiliki nilai LD50 pada berat 263 g / kg. Saksitoksin akan larut dalam air dan metil alkohol, akan tetapi kurang larut dalam etil alkohol dan asam asetat, dan tidak bisa larut dalam larutan organik (nonpolar). Senyawa ini tergolong mudah terhidrolisis pada larutan basa dan toksinnya tidak aktif setelah dididihkan selama 34 jam pada pH 3. Saksitoksin tidak dapat dihilangkan dari makanan laut baik dengan proses pemanasan hidrolisis (Khasanah *et al*, 2016).

#### D. Fitoplankton

Dinoflagellata adalah salah satu jenis dari fitoplankton. Dinoflagellata merupakan sel tunggal yang predominan, eukariotik, termasuk organisme kelompok berflagel baik yang berfotosintesis dan non-fotosintesis. Dinoflagellata termasuk dalam kelas Dinophyceae yang dapat dijumpai di semua perairan di dunia, terutama di perairan tropis (Sediadi, 1999). Diatom dan dinoflagellata mempunyai sifat khusus. Dinamika pertumbuhan organisme ini dapat secara cepat berlipat ganda dalam waktu yang relatif singkat, tumbuh dengan kerapatan tinggi, melimpah dan terhampar luas atau sering disebut ledakan populasi (bloom). Kelimpahan fitoplankton jenis HABs (*Harmful*

*Algae Blooms*) yang cepat dapat terjadi karena perairan mendukung pertumbuhan algae bloom ini dapat berdampak pada kehidupan organisme lain (Tambaru *et al*, 2018)

Identifikasi jenis dinoflagellata dapat dilakukan dengan melihat dinding selulosa yang tebal dan terlihat seperti perisai. Ciri lain dari Dinoflagellata adalah adanya organ untuk bergerak berupa flagel yang bentuknya seperti bulu cambuk. Ada berbagai marga dinoflagelata yang sering dijumpai antara lain: Prorocentrum, Peridinium, Gymnodinium, Noctiluca, Gonyaulax, Ceratium, Ceratocorys, Ornithocercus, Amphisolenia, Chlorophyceae (Nontji, 2006).

Kelimpahan fitoplankton adalah jumlah sel fitoplankton per satuan volume air yang umumnya dinyatakan dengan individu per liter air. Komposisi dan kelimpahan fitoplankton berubah pada berbagai tingkatan sebagai respon terhadap perubahan-perubahan kondisi lingkungan baik fisik, kimia, maupun biologi. Faktor penunjang pertumbuhan fitoplankton sangat kompleks dan saling berinteraksi (Samawi dkk, 2020). Kelimpahan genus HABs seperti Protoperidinium, Gymnodinium, Ceratium, dan Gonyaulax juga belum dikategorikan sangat melimpah (algae bloom) karena belum mencapai >10<sup>6</sup> sel/L. Namun perlu diwaspadai karena genus HABs sudah mulai muncul dan berkembang di wilayah perairan Makassar (Tambaru *et al*, 2018). Beberapa faktor fisika kimia yang mempengaruhi pertumbuhan dari genus HABs ini yaitu salinitas, pH terutama suhu.

#### **E. Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA)**

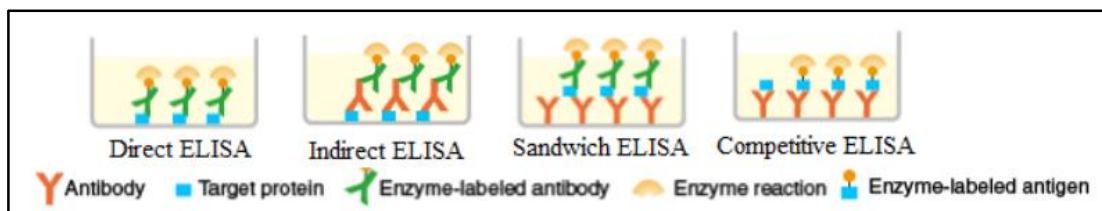
*Enzyme Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) merupakan suatu metode analisis berdasarkan respon imun spesifik. Konsep reaksi antara antigen dan antibodi merupakan dasar dari metode ini yang mewakili interaksi kimia antara antibodi yang diproduksi oleh sel B leukosit dan antigen. Respon imun spesifik ini memainkan peran penting dalam melindungi tubuh dari serangan patogen dan toksin. ELISA baik untuk analisis antigen baik secara kualitatif ataupun kuantitatif, dapat juga untuk protein, peptida, asam nukleat hormone, herbisida, dan metabolit sekunder tanaman. Untuk mendeteksi molekul molekul ini, suatu antigen atau antibodi diberi nama menggunakan suatu enzim, yang disebut *enzyme immunoassay*, dimana *alkaline phosphatase* (ALP), *horseradish peroxidase* (HRP),  $\beta$ galactosidase umumnya digunakan. ELISA mempunyai kelebihan yaitu prosedur yang simple, lebih spesifik, sensitive, murah, efisiensi yang tinggi dan ramah lingkungan (Sakamoto *et al*, 2018).

Prinsip dasar ELISA yaitu salah satu komponen antigen (Ag) atau antibodi (Ab) yang menempel pada fase padat microtiter plate akan bereaksi menjadi molekul Ag-Ab. Antigen akan bereaksi dengan antibodi spesifik dan dideteksi dengan antibodi sekunder



berlabel enzim melalui inkubasi dan pemisahan reagen terikat dan bebas menggunakan langkah pencucian. Pengembangan warna dilakukan menggunakan substrat kromogenik sesuai dengan keberadaan antigen. Reaksi enzim-substrat biasanya selesai dalam 30-60 menit. Reaksi berhenti dengan penambahan larutan yang tepat, misalnya, natrium hidroksida, asam klorida, asam sulfat, natrium karbonat, dan natrium azida, untuk reaksi individu. Terakhir, produk berwarna atau neon dideteksi menggunakan pembaca plat microtiter atau ELISA reader (Crowther, 2009).

Berdasarkan konfigurasi dalam sistem deteksi, metode ELISA dibagi menjadi beberapa tipe yaitu ELISA langsung, ELISA Kompetitif, ELISA tidak langsung, ELISA kompetitif tak langsung, dan ELISA penangkap antigen atau ELISA sandwich (Burgess, 1995).

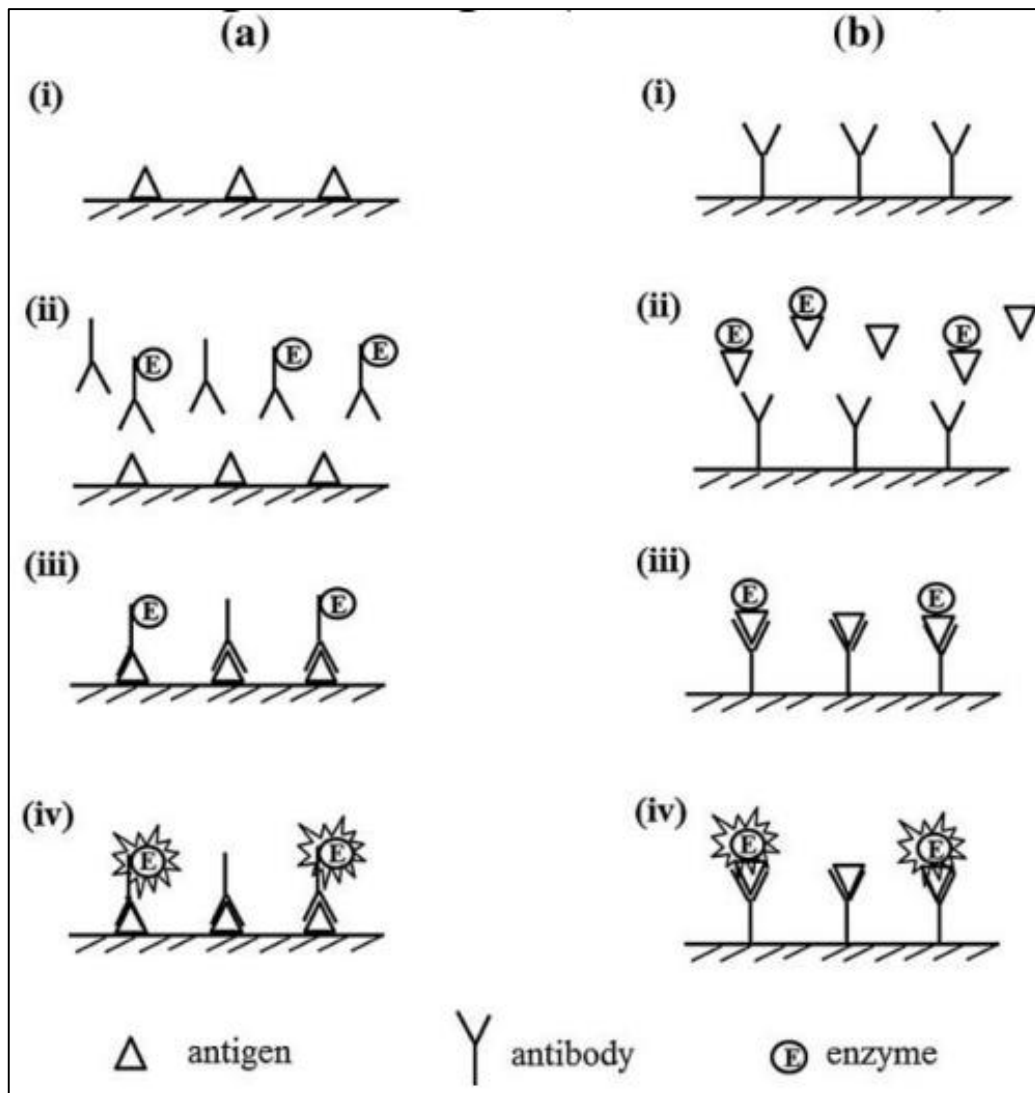


Gambar 3 Jenis Konfigurasi ELISA

Salah satu metode aplikasi teknologi immunoassay terbaru ialah untuk mendeteksi toksin, residu antibiotik, dan pestisida berbahaya yang bisa saja terdapat pada bahan pangan dan air yang digunakan oleh hewan dan manusia, serta dalam cairan biologi dan jaringan individu tertentu yang dicurigai telah memakan senyawa tersebut. Metode konfigurasi ELISA yang biasanya digunakan untuk analisis toksin pada hewan yaitu ELISA kompetitif. ELISA kompetitif pada dasarnya ialah kompetisi antigen yang sudah dikenal (*enzyme labelled competing antigen*) dengan antigen yang tidak dikenal untuk berikatan dengan antibodi yang dilekatkan atau telah melekat pada fase solid (Burgess, 1995). ELISA kompetitif terbagi menjadi dua jenis, ELISA kompetitif langsung dan ELISA kompetitif tak langsung.

ELISA kompetitif langsung ELISA kompetitif langsung adalah reaksi kompetitif antara target (antigen atau antibodi) dalam sampel dan target berlabel enzim (antigen atau antibodi) terhadap antibodi atau antigen yang melekat pada microtiter plate. Untuk mendeteksi antigen pada ELISA kompetitif, antigen berlabel enzim digunakan untuk bersaing dengan antigen target terhadap antibodi pada microtiter plate. Oleh karena itu, semakin tinggi jumlah antigen dalam sampel, semakin rendah jumlah antigen berlabel enzim yang berikatan dengan antibodi. Artinya, dengan meningkatnya jumlah antigen target, sinyal berkurang. Dalam hal ini, ELISA kompetitif cocok untuk mengukur

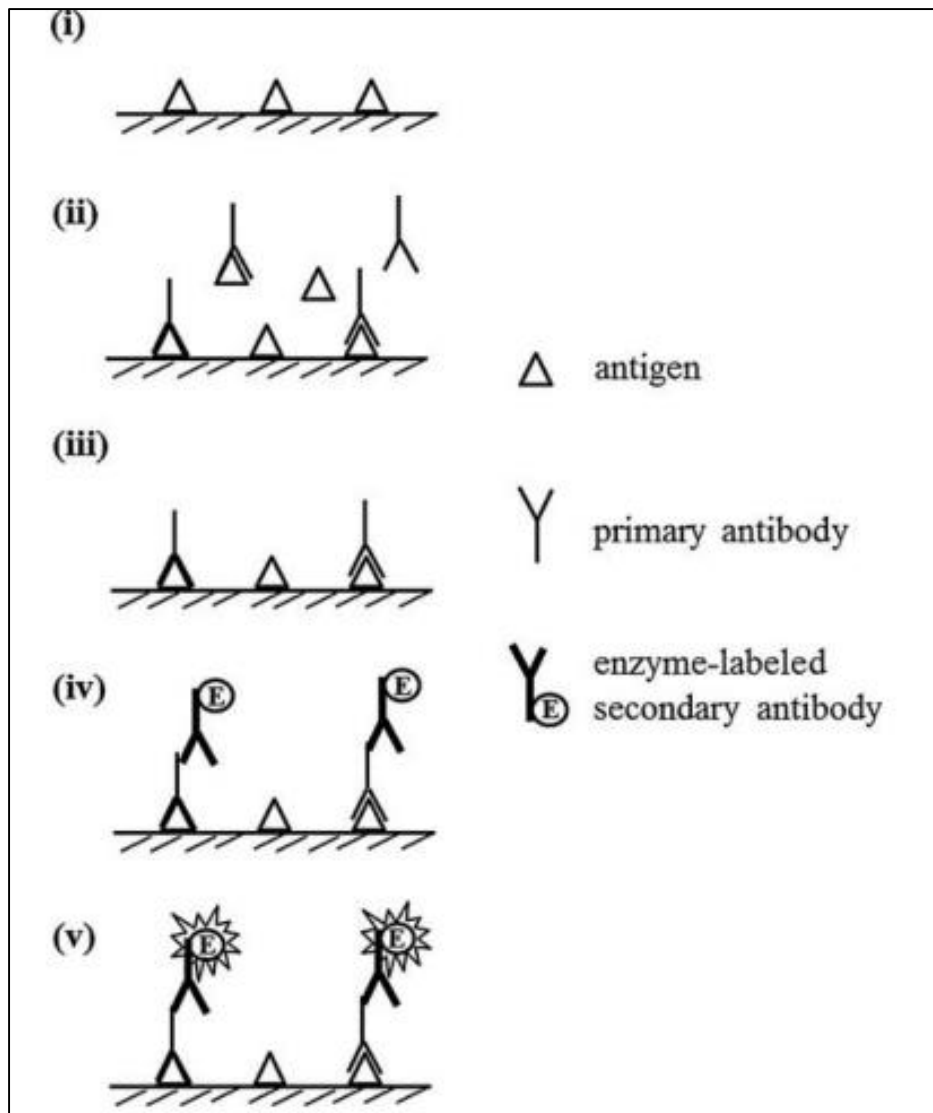
makromolekul karena hanya enzim pelabel diperlukan untuk mengukur antigen (Sakamoto, 2018).



Gambar 4 Konfigurasi ELISA Kompetitif Langsung

Antigen yang dilekatkan pada microtiter plate untuk mendeteksi antibodi target, antibodi berlabel enzim bersaing dengan antibodi target kemudian ditambahkan substrat untuk dideteksi. Metode ELISA langsung dan kompetitif sederhana karena hanya diperlukan satu antibodi. Namun, langkah pelabelan diperlukan untuk masing-masing metode ELISA, kemungkinan mengarah pada inaktivasi antibodi (Sukamoto, 2018).

ELISA kompetitif tidak langsung (icELISA) melibatkan kombinasi ELISA tidak langsung dan kompetitif ELISA. Antigen target dimasukkan ke dalam fase padat dari plat microtiter yang kemudian dicuci. Selanjutnya, antigen target bebas dan antibodi dimasukkan secara bersamaan, lalu diinkubasi dan dicuci. Persaingan terjadi antara antigen tak bebas dan antigen bebas terhadap antibodi.



Gambar 5 Konfigurasi Elisa Tidak Langsung Deteksi Antigen

Antibodi primer yang berikatan dengan antigen tak bebas dideteksi oleh antibodi sekunder berlabel enzim. Setelah proses inkubasi, setiap reagen yang tidak berikatan dihilangkan dengan cara dicuci. Pewarnaan dilakukan dengan penambahan substrat. Mirip dengan kasus dalam ELISA kompetitif, dalam icELISA, sinyal berkurang dengan meningkatnya jumlah antigen bebas (Sakamoto, 2018).

## F. Parameter Oseanografi

### a. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang penting bagi pertumbuhan organisme, karena suhu sangat berpengaruh terhadap proses kimiawi dan biologi (Rumakey, 2004). Aktivitas organisme memerlukan suhu optimum yang berbeda-beda. Akan tetapi, dekomposisi biasanya terjadi pada kondisi udara yang hangat. Suhu yang didapatkan

merupakan suhu dengan kisaran yang dapat ditoleransi oleh kerang darah dengan baku mutu air yaitu 29-31°C (Lukmana, 2021). Menurut (Arfiati, 1986) bahwa kerang darah bersifat kosmopolitan dan terdapat di perairan tropis dan subtropis.

#### **b. Salinitas**

Salinitas dapat didefinisikan sebagai zat padat terlarut dalam gram per kilogram air laut (Ramimohtartmo dan Juwana, 1999). Menurut Suriawiria (1985) bahwa pada umumnya larutan hipertonis penghambat pertumbuhan, karena dapat menyebabkan plasmolisis. Beberapa organisme dapat menyesuaikan diri terhadap kadar yang tinggi. Bahkan ada organisme yang dapat bertahan hidup dalam kadar garam sampai 30 ppt. Kerang darah memiliki batas optimal yaitu 2,0-36,0‰ (Ippah, 2007).

#### **c. Derajat Keasaman / pH (*Potential of Hydrogen*)**

Air dapat bersifat asam atau basa tergantung pada besar kecilnya pH air atau besarnya konsentrasi ion hidrogen di dalam air. Air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan mempunyai pH antara 6,6 sampai 7,5. Air yang mempunyai pH yang kecil dari pH normal akan bersifat asam, sebaliknya air yang mempunyai pH lebih besar dari pH normal akan bersifat basa (Sunu, 2001). Selanjutnya Effendi (2003) mengklasifikasikan nilai pH sebagai berikut: pH = 7: Netral / Normal, 7 < pH < 14: Basa (Alkalis), 0 < pH < 7: Asam. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai pH yaitu 7-8,5 (Effendi, 2003).

Bukan hanya pada air, perlu diketahui juga jika pH tanah dimulai dari 0 – 14, jika saat pengujian keasaman tanah menunjukkan rentang angka 0 – 5,9 maka tanah tersebut masuk pada tanah asam, sedangkan tanah basa jika tingkat keasaman tanah menunjukkan angka antara 8,1 – 14. Kondisi tanah normal atau netral jika tingkat keasaman berada di angka 6 – 8. dan kondisi ideal berada di angka 6,5 – 7,5.

#### **d. Potensial Redoks (Eh)**

Potensial redoks / Eh (*Elektrode hidrogen*) sedimen dapat digunakan untuk interpretasi morfologi, sifat umum, dan proses kimia dalam sedimen terkonsolidasi (ZoBell, 1946). Potensi redoks diyakini memiliki efek pada diagenesis sampel sedimen, termasuk konversi bahan organik menjadi minyak bumi. Nilai positif potensial redoks umumnya menggambarkan karakteristik sedimen yang teroksidasi dengan baik, meliputi sedimen kasar, atau sedimen miskin bahan organik (Paena, 2017).

Nilai potensial redoks yang negatif merupakan ciri khas dari sedimen yang kaya bahan organik dan yang sebagian besar terdiri dari sedimen halus. Kondisi potensial redoks di atas +100 mV baru dapat dikatakan kondisi oksigen cukup memadai.

#### **e. Pasang Surut**

Proses pasang surut adalah naik turunnya muka laut secara berulang dengan periode tertentu akibat adanya gaya tarik benda-benda angkasa terutama matahari dan bulan terhadap massa air di bumi (Gunawan, 2022). Pasang surut laut merupakan hasil dari gaya tarik gravitasi dan efek sentrifugal. Efek sentrifugal adalah dorongan ke arah luar pusat rotasi.

Kerang darah umumnya terdistribusi pada daerah pasang surut dengan komposisi sedimen berupa lumpur dan lumpur berpasir (Joni *et al*, 2019). Proses pembilasan yang terjadi di muara sangat berkaitannya dengan pencampuran massa air tawar yang disebabkan oleh adanya pasang surut. Muara yang memiliki pengaruh pasang lebih kuat akan mampu membilas bahan pencemar dan mempengaruhi proses penyebarannya. Muara dengan waktu pembilasan yang cepat akan memiliki kemampuan lebih cepat untuk membersihkan diri dari bahan pencemar yang memasukinya. Sebaliknya muara dengan waktu pembilasan lebih lambat akan lebih lama mengencerkan pencemar yang masuk ke dalamnya.