



**EFEKTIVITAS JERUK NIPIS DALAM MENURUNKAN  
KANDUNGAN LOGAM BERAT Cd PADA  
KERANG KEPAH (*Polymesoda erosa*)  
(Studi di Pantai Tratas Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi)**

**SKRIPSI**

Oleh

**KHURI WARDATUL JANNAH  
NIM 172110101046**

**PEMINATAN KESEHATAN LINGKUNGAN  
PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2022**



**EFEKTIVITAS JERUK NIPIS DALAM MENURUNKAN  
KANDUNGAN LOGAM BERAT Cd PADA  
KERANG KEPAH (*Polymesoda erosa*)  
(Studi di Pantai Tratas Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi)**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat  
dan mencapai gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

Oleh

**KHURI WARDATUL JANNAH  
NIM 172110101046**

**PEMINATAN KESEHATAN LINGKUNGAN  
PROGRAM STUDI KESEHATAN MASYARAKAT  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2022**

### PERSEMBAHAN

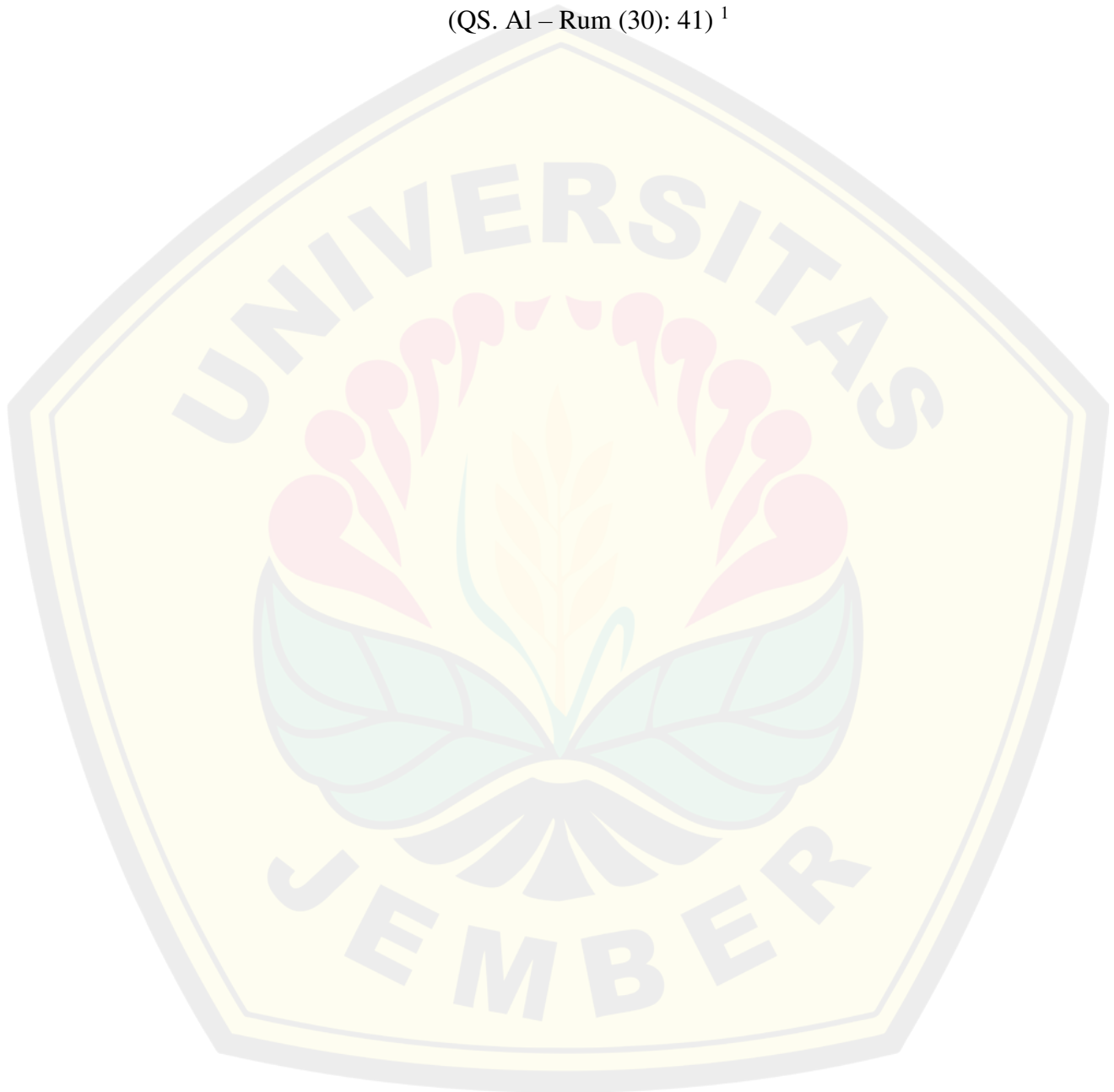
Segala puji bagi Allah SWT. atas segala nikmat dan karunia yang telah diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Efektivitas Jeruk Nipis Dalam Menurunkan Kandungan Logam Berat Cd Pada Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) (Studi di Pantai Tratas Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi)”. Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Orang tua tercinta, Ibu Nurul Aini dan Ayah Khoirul Anam. Terimakasih telah memberikan cinta, kasih sayang, dukungan baik secara moril dan materil, serta selalu memberikan semangat dan doa.
2. Adik-adikku tercinta, Kharisma Khoirun Nisa dan Faiz Al Fahmi yang selalu memberikan doa dan dukungan.
3. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

**MOTTO**

“Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).”

(QS. Al – Rum (30): 41) <sup>1</sup>



---

<sup>1</sup> Djaenab. Polusi Dalam Perspektif Al-qur'an. *Jurnal Pendidikan dan Studi Islam*. Vol, 5 No, 2 (2019). 188.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Khuri Wardatul Jannah

NIM : 172110101046

Menyatakan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul *Efektifitas Jeruk Nipis Dalam Menurunkan Kandungan Logam Berat Cd Pada Kerang Kepah (Polymesoda erosa) (Studi di Pantai Tratas Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi)* adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 2 Februari 2022

Yang Menyatakan,



Khuri Wardatul Jannah  
NIM. 172110101046

**PEMBIMBINGAN**

**SKRIPSI**

**EFEKTIVITAS JERUK NIPIS DALAM MENURUNKAN  
KANDUNGAN LOGAM BERAT Cd PADA  
KERANG KEPAH (*Polymesoda erosa*)  
(Studi di Pantai Tratas Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi)**

Oleh

**KHURI WARDATUL JANNAH  
NIM 172110101046**

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Rahayu Sri Pujiati, S.KM., M.Kes

Dosen Pembimbing Anggota : Prehatin Trirahayu Ningrum, S.KM., M.Kes

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul *Efektifitas Jeruk Nipis Dalam Menurunkan Kandungan Logam Berat Cd Pada Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) (Studi di Pantai Tratas Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi)* telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 2 Februari 2022

Tempat : Zoom Meeting

Pembimbing

DPU : Rahayu Sri Pujiati, S.KM., M.Kes  
NIP. 197708282003122001

DPA : Prehatin Trirahayu Ningrum, S.KM., M.Kes  
NIP. 198505152010122003

Penguji

Ketua : Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes  
NIP. 197509142008121002

Sekretaris : Sulistiyani, S.KM., M.Kes  
NIP. 197606152002122002

Anggota : Ina Andriatul, S.Kep., MPH  
NIP. 197507222006042011

Tanda Tangan

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

Mengesahkan

Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Jember



Dr. Farida Wanya Ningtyias, S.KM., M.Kes  
NIP. 198010092005012002

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kenikmatan, kemudahan, dan melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya. Sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Efektifitas Jeruk Nipis Dalam Menurunkan Kandungan Logam Berat Cd Pada Kerang Kepah (Polymesoda erosa) (Studi di Pantai Tratas Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi)*, guna memenuhi syarat memperoleh gelar S1 Kesehatan Masyarakat.

Skripsi ini menjelaskan tentang efektifitas larutan jeruk nipis dengan variasi konsentrasi 30%, 60%, dan 90% selama 20 menit dalam menurunkan kandungan logam berat Cd pada kerang kepah (*Polymesoda erosa*) serta mengetahui konsentrasi larutan jeruk nipis yang paling banyak menurunkan kadar logam berat Cd. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat terkait kegunaan jeruk nipis yang dapat menurunkan kandungan logam berat pada kerang kepah (*Polymesoda erosa*) sebelum dikonsumsi.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi dan terselesaikannya skripsi ini. Adapun pihak-pihak tersebut adalah sebagai berikut:

1. Ibu Dr. Farida Wahyu Ningtyias, S.KM., M.Kes selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
2. Ibu Christiyana Sandra, S.KM., M.Kes selaku Koordinator Program Studi Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
3. Ibu Rahayu Sri Pujiati, S.KM., M.Kes selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) dan Ibu Prehatin Trirahayu Ningrum, S.KM., M.Kes selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) yang telah membimbing, memberi dukungan, saran serta pengarahan hingga skripsi penulis dapat tersusun dan terselesaikan dengan baik;
4. Bapak Dr. Isa Ma'rufi, S.KM., M.Kes selaku Penguji Utama dan Ibu Sulistiyani, S.KM., M.Kes selaku Sekretaris Penguji;



5. Ibu Ellyke., S.KM., M.KL; Ibu Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes; dan Ibu Globila Nurika, S.KM., M.KL selaku Dosen Peminatan Kesehatan Lingkungan;
6. Sahabat-sahabat terdekat, Elly Rahayu, Aurora Vica Yosnita, Vaulina Mega Rahayu, Devi Siswanti, Ivadatun Nashihah, Annastasya Debby, Novita Anggraeni, Adinda Heniska Sonia Indriana, Lutfiah Nur Mufidah, Melania Alifa C. Qarina yang selalu menemani dan memberikan dukungan serta membantu terselesaikannya skripsi ini;
7. Teman-teman UKM KOMPLIDS (Komunitas Mahasiswa Peduli HIV/AIDS), UKMKI Ash-Shihah, dan KOPDAR;
8. Teman-teman Angkatan 2017 Praesidio Sanitas dan Peminatan Kesehatan Lingkungan yang telah memberikan banyak pengalaman.

Dengan terselesaikannya tugas akhir ini, penulis menyadari penelitian yang dilakukan memiliki banyak kekurangan dan ketidaksempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan dalam pengembangan penelitian ini.

Jember, 2 Februari 2022

Penulis

**RINGKASAN**

**Efektifitas Jeruk Nipis Dalam Menurunkan Kandungan Logam Berat Cd Pada Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) (Studi di Pantai Tratas Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi);** Khuri Wardatul Jannah; 172110101046; 90 halaman; Peminatan Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember.

Perairan menjadi salah satu wadah alami yang rawan pencemaran akibat limbah baik dari pemukiman maupun pabrik. Logam berat menjadi salah satu polutan yang sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia. Pengendapan logam berat di perairan akan memicu terjadinya sedimentasi. Biota laut yang umumnya mencari makan di dasar perairan memiliki risiko besar untuk tercemar logam berat. Pantai Tratas merupakan pantai tempat bermuaranya salah satu sungai yaitu Kali Tratas dimana merupakan salah satu sungai di kawasan Muncar yang telah tercemar oleh limbah industri perikanan. Pantai Tratas merupakan tempat bagi masyarakat pesisir yang berprofesi sebagai nelayan untuk mencari kerang. Kerang yang paling banyak dikonsumsi masyarakat sekitar adalah Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*). Pantai Tratas yang merupakan bekas TPI pertama di Muncar mengalami pencemaran dengan kondisi air laut yang sudah menghitam dan mengeluarkan bau menyengat. Kerang kepah merupakan hewan yang hidup pada dasar perairan dengan membenamkan diri ke dalam substrat yang berlumpur sehingga peluang untuk terkontaminasi logam berat Cd besar. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis penurunan kandungan Cd pada Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) dengan pemanfaatan jeruk nipis di perairan Pantai Tratas serta menganalisis efektifitas larutan jeruk nipis dalam menurunkan kandungan logam berat Cd pada kerang kepah dengan konsentrasi 30%, 60%, dan 90% selama 20 menit.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental. Sampel pada penelitian ini adalah kerang kepah sebanyak 24 sampel yang diambil pada satu tempat pengepul kerang Dusun Tratas. Penelitian dilakukan dengan melakukan perendaman sampel kerang menggunakan larutan jeruk nipis. Sampel dibagi

menjadi 4 kelompok perlakuan diantaranya kelompok kontrol (0%), perlakuan 1 (30%), perlakuan 2 (60%), dan perlakuan 3 (90%). Tiap sampel kerang digunakan sebanyak 50 gr. Pada masing-masing kelompok perlakuan dilakukan replikasi sebanyak 6 kali dengan waktu perendaman masing-masing selama 20 menit dan penirisan 15 menit. Setelah itu, dilakukan pengujian kandungan logam berat Cd pada laboratorium UPT. PMP2KP Banyuwangi.

Berhasarkan hasil penelitian, pada kelompok kontrol (0%) rata-rata kandungan logam berat Cd sebesar 0,1099 mg/kg dimana hasil tersebut menunjukkan telah melewati ambang batas maksimum yang diizinkan menurut Peraturan Kepala Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) Nomor 5 Tahun 2018 tentang Batas Maksimum Cemar Logam Berat dalam Pangan Olahan yaitu sebesar 0,1 mg/kg. Pada perlakuan 1 (30%) rata-rata kandungan logam berat Cd sebesar 0,0759 mg/kg dengan penurunan sebesar 30,39%. Pada perlakuan 2 (60%) rata-rata kandungan logam berat Cd sebesar 0,0651 mg/kg dengan penurunan sebesar 40,76%. Serta pada perlakuan 3 (90%) rata-rata kandungan logam berat Cd sebesar 0,0621 mg/kg dengan penurunan sebesar 43,49%.

Pada penelitian ini, konsentrasi paling efektif dalam menurunkan kandungan logam berat Cd pada konsentrasi 90% (P3), sehingga disimpulkan semakin besar konsentrasi yang digunakan maka semakin efektif menurunkan kandungan logam berat Cd. Saran yang diberikan berdasarkan penelitian ini adalah diharapkan Dinas Lingkungan Hidup mengadakan pemantauan dengan pengujian kandungan Cd dan logam berat lain secara berkala pada perairan Pantai Tratas untuk memonitoring pencemaran logam berat. Bagi masyarakat diharapkan memanfaatkan jeruk nipis untuk perendaman sebelum pengolahan daging kerang dan mengonsumsi makanan yang mengandung zinc yang tinggi untuk mengurangi terjadinya keluhan akibat keracunan logam berat Cd. Sedangkan bagi peneliti selanjutnya perlu dilakukan penelitian lanjut terkait variasi lama perendaman serta kandungan logam berat lain pada kerang kepah atau jenis kerang lain yang berasal dari perairan Pantai Tratas, daya terima masyarakat terhadap konsumsi kerang setelah perendaman, serta kemampuan jeruk nipis dalam menurunkan pengawet yang kemungkinan ditambahkan sebelum kerang didistribusikan.

## SUMMARY

**The Effectiveness of Lime in Reducing Cd Heavy Metal Content in *Kepah Clam* (*Polymesoda erosa*) (Study at Tratas Beach, Muncar District, Banyuwangi Regency);** Khuri Wardatul Jannah; 172110101046; 90 pages; Environmental Health Specialization, Faculty of Public Health, University of Jember.

Water is one of the natural containers that are prone to pollution due to waste from both settlements and factories. Heavy metals are one of the most dangerous pollutants to human health. The deposition of heavy metals in the waters will trigger sedimentation. Marine life that generally forages at the bottom of the water has a great risk of being contaminated with heavy metals. Tratas Beach is a beach where one of the rivers empties, namely Tratas River which is one of the rivers in the Muncar area which has been polluted by the waste of the fishing industry. Tratas Beach is a place for coastal communities who work as fishermen to look for shells. The shellfish that is mostly consumed by the local community is the *Kepah Clam* (*Polymesoda erosa*). Tratas Beach, which is the former first fish auction in Muncar, is polluted with blackened sea water and emits a pungent odor. *Kepah Clam* are animals that live at the bottom of the water by immersing themselves in a muddy substrate so that the opportunity for heavy metal contamination of Cd is large. The purpose of this study was to analyze the decrease of Cd content in *Kepah Clam* (*Polymesoda erosa*) with the use of lime in the waters of Tratas Beach and to analyze the effectiveness of lime solution in reducing Cd heavy metal content in *Kepah Clam* with concentrations of 30%, 60%, and 90% for 20 minutes.

This research was an experimental research. The sample in this study was *Kepah Clam* as many as 24 samples taken at one place for shellfish collectors in Dusun Tratas. The study was conducted by immersing shellfish samples using a lime solution. The sample was divided into 4 treatment groups including the control group (0%), treatment 1 (30%), treatment 2 (60%), and treatment 3 (90%). Each sample of shellfish used as much as 50 grams. In each treatment group, replication

was carried out 6 times with each immersion time of 20 minutes and draining 15 minutes. After that, the heavy metal content of Cd was tested in the fishery laboratory Banyuwangi.

Based on the results of the study, in the control group (0%) the average of heavy metal content of Cd was 0.1099 mg/kg where the results showed that it had passed the maximum permissible threshold according to the Regulation of the Head of the Food and Drug Monitoring Agency Number 5 Year 2018 concerning the Maximum Limit of Heavy Metal Contamination in Processed Food, which is 0.1 mg/kg. In treatment 1 (30%) the average of heavy metal content of Cd was 0.0759 mg/kg with a decrease of 30.39%. In treatment 2 (60%) the average heavy metal content of Cd was 0.0651 mg/kg with a decrease of 40.76%. And in treatment 3 (90%) the average of heavy metal content of Cd was 0.0621 mg/kg with a decrease of 43.49%.

In this study, the most effective concentration in reducing the heavy metal content of Cd was at a concentration of 90%, so it was concluded that the greater the concentration used, the more effective it was in reducing the heavy metal content of Cd. The advice on this research were hopely the Environmental Service, will monitoring by test the content of Cd and other heavy metals in the waters of Tratas Beach to monitor heavy metal pollution periodically. The community is expected to using lime for soaking before processing clam meat and consume foods that contain high zinc to reduce the occurrence of complaints caused by Cd heavy metal poisoning. Meanwhile, for further research, further researchers is needed regarding variations in treatment immersion time and the content of other heavy metals in *Kepah Clam* or other types of shellfish originating from the waters of Tratas Beach, public acceptance of the consumption of clam after soaking, as well as the ability of lime to reduce preservatives that may be added before the clam is distributed.

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN.....</b>	<b>v</b>
<b>PEMBIMBINGAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>PENGESAHAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>PRAKATA.....</b>	<b>viii</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>x</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xx</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI.....</b>	<b>xxi</b>
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3 Tujuan Penelitian.....</b>	<b>8</b>
1.3.1 Tujuan Umum .....	8
1.3.2 Tujuan Khusus .....	8
<b>1.4 Manfaat.....</b>	<b>8</b>
1.4.1 Manfaat Teoritis.....	8
1.4.2 Manfaat Praktis .....	9
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Kerang Kepah (<i>Polymesoda erosa</i>).....</b>	<b>10</b>
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi .....	10
2.1.2 Lingkungan Hidup .....	11
<b>2.2 Logam Berat.....</b>	<b>11</b>
2.2.1 Definisi Logam Berat.....	11
2.2.2 Sumber Logam Berat dalam Perairan .....	12

<b>2.3</b>	<b>Kadmium (Cd)</b> .....	12
2.3.1	Definisi Kadmium (Cd) .....	12
2.3.2	Sumber Kadmium (Cd) dalam Perairan.....	13
2.3.3	Efek Kadmium (Cd) Pada Kesehatan .....	14
<b>2.4</b>	<b>Jeruk Nipis</b> .....	14
2.4.1	Klasifikasi Jeruk Nipis.....	14
2.4.2	Kandungan Buah Jeruk Nipis .....	15
<b>2.5</b>	<b>Asam Sitrat</b> .....	17
2.5.1	Definisi Asam Sitrat.....	17
2.5.2	Sifat-sifat Asam Sitrat.....	18
<b>2.6</b>	<b>Kerangka Teori</b> .....	19
<b>2.7</b>	<b>Kerangka Konsep</b> .....	20
<b>2.8</b>	<b>Hipotesis Penelitian</b> .....	22
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....		<b>23</b>
<b>3.1</b>	<b>Jenis Penelitian</b> .....	23
<b>3.2</b>	<b>Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....	24
3.2.1	Tempat Penelitian .....	24
3.2.2	Waktu Penelitian.....	24
<b>3.3</b>	<b>Objek Penelitian</b> .....	24
3.3.1	Populasi Penelitian.....	24
3.3.2	Sampel Penelitian .....	25
3.3.3	Replikasi .....	25
3.3.4	Teknik Sampling.....	26
<b>3.4</b>	<b>Variabel dan Definisi Operasional</b> .....	27
3.4.1	Variabel Penelitian.....	27
3.4.2	Definisi Operasional .....	27
<b>3.5</b>	<b>Data dan Sumber Data</b> .....	28
3.5.1	Data Primer .....	28
3.5.2	Data Sekunder.....	29
<b>3.6</b>	<b>Alat dan Bahan</b> .....	29
3.6.1	Alat Penelitian.....	29
3.6.2	Bahan Penelitian .....	33
<b>3.7</b>	<b>Prosedur Kerja</b> .....	35

3.7.1	Pembuatan Larutan Jeruk Nipis dengan Variasi Konsentrasi yang Berbeda .....	35
3.7.2	Perendaman Sampel Kerang Kepah ( <i>Polymesoda erosa</i> ).....	36
3.7.3	Proses Destruksi Sampel.....	37
3.7.4	Prosedur Kerja ICP-MS .....	38
3.7.5	Prosedur Kerja Penelitian .....	40
<b>3.8</b>	<b>Metode Pengukuran Data .....</b>	<b>41</b>
<b>3.9</b>	<b>Teknik Penyajian dan Analisis Data .....</b>	<b>41</b>
3.9.1	Teknik Penyajian Data.....	41
3.9.2	Teknik Analisis Data .....	41
<b>3.10</b>	<b>Alur Penelitian .....</b>	<b>44</b>
<b>BAB 4.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1</b>	<b>Hasil Penelitian .....</b>	<b>45</b>
4.1.1	Kandungan Logam Berat Cd pada Kerang Kepah ( <i>Polymesoda erosa</i> ) Sebelum Perlakuan Perendaman Jeruk Nipis .....	45
4.1.2	Gambaran Kandungan Logam Berat Cd pada Kerang Kepah ( <i>Polymesoda Erosa</i> ) yang Diberi Perlakuan Perendaman Jeruk Nipis dengan Konsentrasi 30%, 60%, dan 90% Selama 20 Menit. ....	47
4.1.3	Analisis Kandungan Logam Berat Cd Pada Kerang Kepah ( <i>Polymesoda erosa</i> ) Setelah Diberi Perlakuan Perendaman Jeruk Nipis Dengan Konsentrasi 30%, 60%, dan 90% selama 20 menit. ....	49
4.1.4	Efektifitas Larutan Jeruk Nipis dalam Menurunkan Kandungan Logam Berat pada Kerang Kepah ( <i>Polymesoda erosa</i> ) dengan Konsentrasi 30%, 60%, dan 90% Selama 20 Menit.....	51
<b>4.2</b>	<b>Pembahasan.....</b>	<b>55</b>
4.2.1	Kandungan Logam Berat Cd pada Kerang Kepah ( <i>Polymesoda erosa</i> ) Sebelum Perlakuan Perendaman Jeruk Nipis .....	55
4.2.2	Gambaran Kandungan Logam Berat Cd pada Kerang Kepah ( <i>Polymesoda Erosa</i> ) yang Diberi Perlakuan Perendaman Jeruk Nipis dengan Konsentrasi 30%, 60%, dan 90% Selama 20 Menit. ....	58
4.2.3	Analisis Kandungan Logam Berat Cd Pada Kerang Kepah ( <i>Polymesoda erosa</i> ) Setelah Diberi Perlakuan Perendaman Jeruk Nipis Dengan Konsentrasi 30%, 60%, dan 90% Selama 20 menit.....	59
4.2.4	Efektifitas Larutan Jeruk Nipis dalam Menurunkan Kandungan Logam Berat pada Kerang Kepah ( <i>Polymesoda erosa</i> ) dengan Konsentrasi 30%, 60%, dan 90% Selama 20 Menit.....	60
<b>BAB 5.</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>63</b>

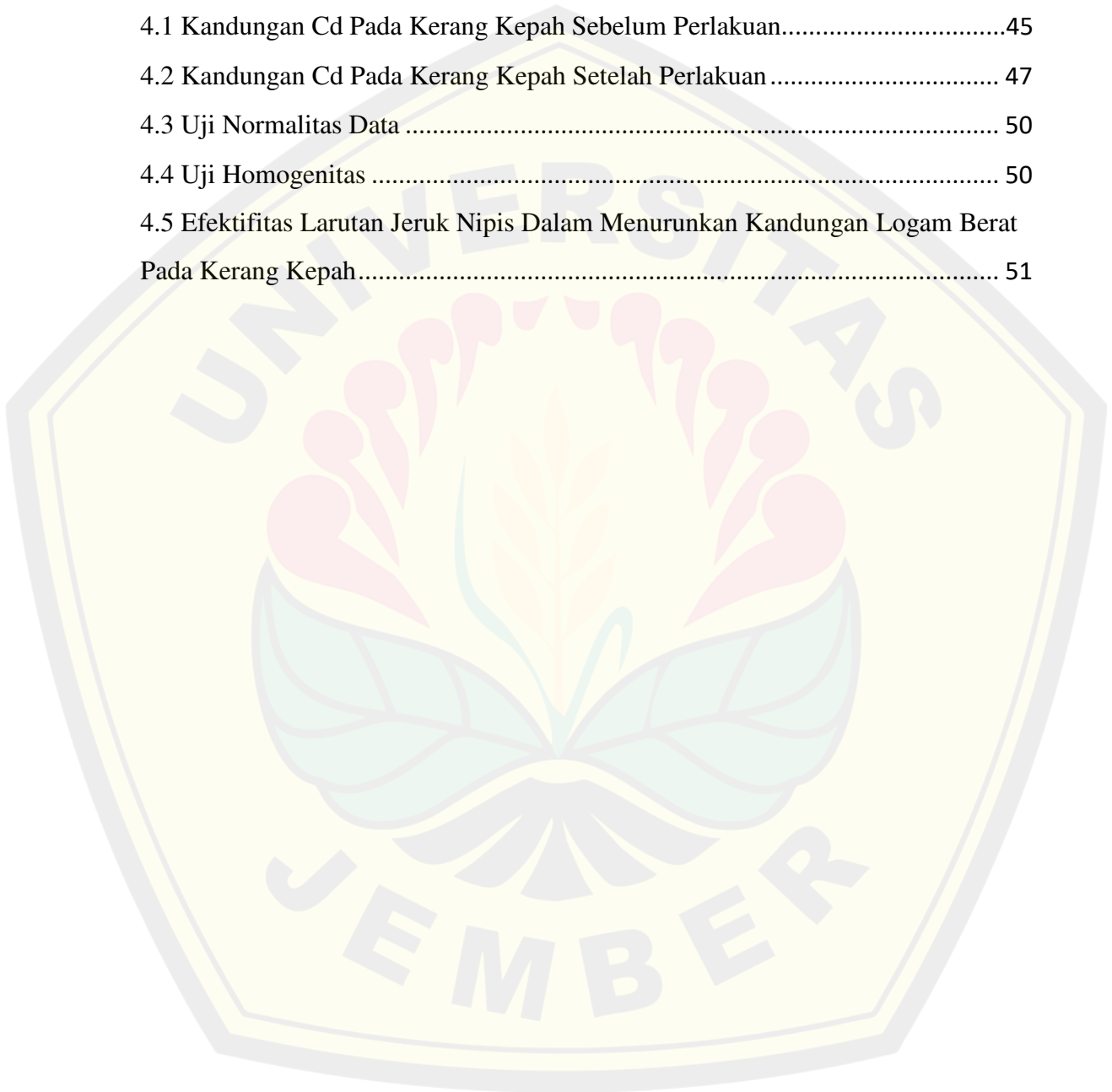


<b>5.1</b>	<b>Kesimpulan.....</b>	<b>63</b>
<b>5.2</b>	<b>Saran.....</b>	<b>63</b>
	<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>65</b>
	<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>70</b>



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
3.1 Replikasi Perlakuan.....	26
3.2 Definisi Operasional.....	28
4.1 Kandungan Cd Pada Kerang Kepah Sebelum Perlakuan.....	45
4.2 Kandungan Cd Pada Kerang Kepah Setelah Perlakuan.....	47
4.3 Uji Normalitas Data .....	50
4.4 Uji Homogenitas .....	50
4.5 Efektifitas Larutan Jeruk Nipis Dalam Menurunkan Kandungan Logam Berat Pada Kerang Kepah.....	51

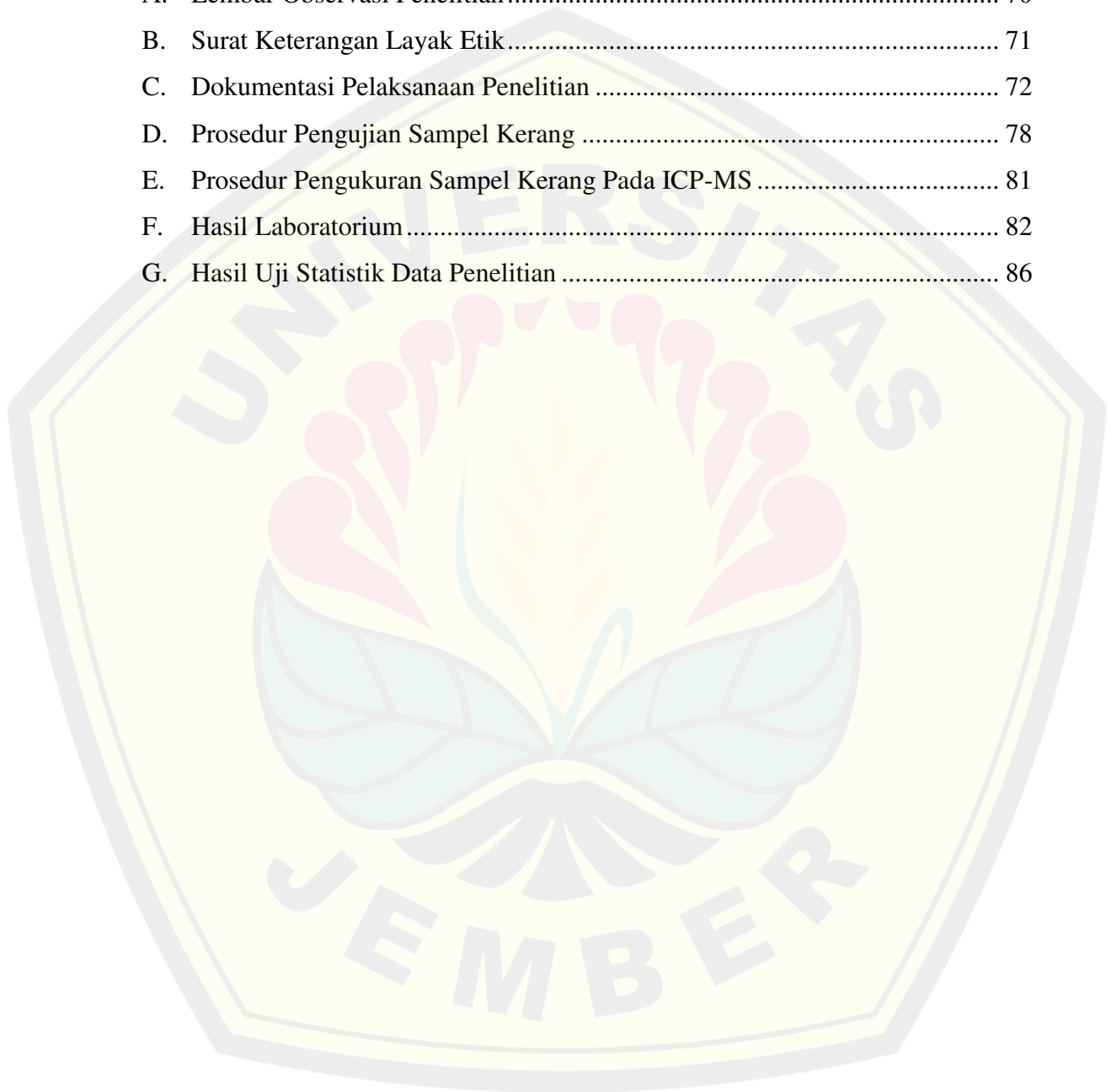


**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Kerang Kepah ( <i>Polymesoda erosa</i> ) .....	11
2.2 Jeruk Nipis ( <i>Citrus aurantifolia Swingle</i> ).....	15
2.3 Kerangka Teori.....	19
2.4 Kerangka Konsep .....	20
3.1 Desain Penelitian.....	23
3.2 Timbangan analitik.....	29
3.3 Wadah Cup Plastik.....	30
3.4 Kertas Label .....	30
3.5 Beaker Glass.....	30
3.6 Wadah penyaring .....	31
3.7 Pisau .....	31
3.8 Sendok.....	32
3.9 Handpone sebagai timer.....	32
3.10 Blender .....	32
3.11 ICP-MS .....	33
3.12 Kerang Kepah ( <i>Polymesoda erosa</i> ).....	33
3.13 Jeruk Nipis .....	34
3.14 Aquades.....	34
3.15 Asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ).....	35
3.16 Air Deonisasi (Ultra Pure Water).....	35
3.17 Prosedur Pengujian ICP-MS .....	39
3.18 Prosedur Kerja Penelitian.....	40
3.19 Alur Penelitian .....	44
4.1 Replikasi/Pengulangan Kandungan Cd Pada Kelompok Kontrol.....	46
4.2 Tingkat Penurunan Kandungan Logam Berat Cd pada Replikasi Sampel.....	48
4.3 Rata-rata Penurunan Kelompok Perlakuan.....	49
4.4 Grafik Penurunan Kandungan Cd Pada Kerang Kepah Setelah Perlakuan.....	54

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
A. Lembar Observasi Penelitian.....	70
B. Surat Keterangan Layak Etik.....	71
C. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian .....	72
D. Prosedur Pengujian Sampel Kerang .....	78
E. Prosedur Pengukuran Sampel Kerang Pada ICP-MS .....	81
F. Hasil Laboratorium.....	82
G. Hasil Uji Statistik Data Penelitian .....	86



**DAFTAR SINGKATAN DAN NOTASI**

**DAFTAR SINGKATAN**

BPOM	= Badan Pengawasan Obat dan Makanan
Cd	= Kadmium
ICP-MS	= <i>Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry</i>
IPAL	= Instalasi Pengolahan Air Limbah
K0	= Kelompok Kontrol
P1	= Perlakuan 1
P2	= Perlakuan 2
P3	= Perlakuan 3

**DAFTAR NOTASI**

%	= Persentase
.	= Titik
,	= Koma
=	= Sama dengan
x	= Perkalian
$\bar{x}$	= Rata-rata
/	= Atau
<	= Kurang dari
>	= Lebih dari
$\leq$	= Kurang dari sama dengan
$\geq$	= Lebih dari sama dengan
()	= Tanda kurung
“ ”	= Tanda kutip

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan sektor industri memiliki peran penting dalam perekonomian nasional. Sektor industri merupakan salah satu sektor paling dinamis dalam mendukung peningkatan ekonomi suatu kawasan. Selain memiliki dampak positif seperti peningkatan kondisi sosial ekonomi serta kesejahteraan masyarakat, perkembangan industri juga memiliki dampak negatif terutama terhadap lingkungan. Limbah sisa hasil produksi seringkali dibuang begitu saja di badan perairan dan tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Perairan menjadi salah satu wadah alami yang rawan perihal pencemaran akibat limbah industri yang bersumber dari pemukiman maupun pabrik yang disalurkan ke sungai akan berakhir di laut. Logam berat menjadi salah satu polutan yang sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia (Nur dan Karneli, 2015:188).

Logam berat merupakan polutan lingkungan yang banyak ditemui di perairan. Kandungan logam berat dalam kadar yang tinggi dapat berakibat fatal pada beragam jenis biota perairan, sedangkan kandungan logam berat yang rendah juga dapat berakibat fatal pada organisme hidup, namun terlebih dahulu terakumulasi dalam tubuh biota yang terkena logam berat tersebut. Apabila terjadi kenaikan volume limbah yang di dalamnya mengandung logam berat dan dibuang ke laut, maka kandungan logam berat akan meninggi. Pengendapan logam berat di perairan akan memicu terbentuknya atau terjadinya sedimentasi. Biota laut yang pada umumnya mencari makan di dasar perairan, seperti kepiting, udang, dan kerang sangat berisiko terkontaminasi logam berat (Adhani dan Husaini, 2017:61-65).

Salah satu jenis logam berat yang berbahaya adalah kadmium (Cd). Kadmium (Cd) adalah salah satu jenis logam berat yang berbahaya dan memiliki risiko tinggi terhadap pembuluh darah. Efek toksik dini akibat kadmium (Cd) diantaranya mual, muntah, salivasi, diare dan kejang perut. Keracunan akut kadmium biasa terjadi dikarenakan menghirup debu dan asap yang mengandung kadmium serta garam kadmium yang termakan (Yani, 2021). Secara umum, kadmium (Cd) bersifat racun

kumulatif yaitu dapat berimbas terhadap kesehatan manusia dalam kurun waktu yang lama dengan terakumulasi dalam tubuh terutama pada ginjal serta hati. Kadmium (Cd) pada konsentrasi rendah akan berdampak pada *Renal Tubular Disease* kronis dan gangguan paru-paru *Emphysema* (Fahrudin, 2018:38). Sumber Cd yang menyebabkan pencemaran berasal dari beberapa sumber, diantaranya pembuangan limbah industri, kegiatan pertanian seperti penggunaan pestisida serta pupuk dengan cara berlebihan serta terus menerus, dan pembuangan limbah rumah tangga di sungai. Selain air, pencemaran udara juga dapat bersumber dari asap, debu industri, dan air hujan pada kawasan industri (Sutrisno dan Kuntastyuti, 2015:83-84).

Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi merupakan penghasil ikan terbesar di Jawa Timur dengan jumlah produksi perikanan perairan laut pada tahun 2018 sebesar 73.864,40 ton (BPS Kabupaten Banyuwangi, 2019:169). Selanjutnya terjadi peningkatan jumlah produksi perikanan pada tahun 2019 yaitu sebesar 78.515,00 ton. Namun, terjadi penurunan pada tahun 2020 yaitu sebesar 38.328,50 ton (BPS Kabupaten Banyuwangi, 2021:197). Selain ikan, jumlah produksi kerang di Banyuwangi meningkat dari tahun 2017 sebesar 427 ton menjadi 513 ton pada tahun 2018 (BPS Kabupaten Banyuwangi, 2019:171). Produksi kerang mengalami penurunan pada tahun 2019 sebesar 180 ton (BPS Kabupaten Banyuwangi, 2020:172). Meskipun produksi perikanan menurun pada tahun 2020 tetapi produksi kerang mengalami kenaikan kembali pada tahun 2020 menjadi 2.337 ton (BPS Kabupaten Banyuwangi, 2021:200). Terdapat 52 industri pengolahan ikan yang berskala besar yang tersebar di tiga desa di Kecamatan Muncar. Industri pengolahan ikan tersebut diantaranya adalah 41 pabrik *Cold Storage*, 17 pabrik tepung, dan 13 pabrik sarden.

Perkembangan industri perikanan di Muncar Banyuwangi tidak hanya berdampak positif bagi perekonomian dan pemenuhan ikan nasional, namun juga dampak negatif bagi lingkungan akibat banyaknya limbah sisa hasil produksi tidak dikelola dengan baik, sehingga mengakibatkan pencemaran. Salah satu dampak negatif dari perkembangan industri perikanan adalah pencemaran sungai, yang terjadi karena beberapa industri pengolahan ikan belum memaksimalkan

penggunaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) akibat besarnya dana dan lahan yang terbatas untuk pembuatan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang memenuhi syarat, sehingga air limbah rata-rata dialirkan lewat pipa ke muara sungai dalam kondisi yang masih keruh dan bau. Sungai di kawasan Muncar yang telah tercemar oleh limbah industri perikanan antara lain Kali Moro, Kali Tratas, dan Kali Mati yang terlihat dari keadaan pantai yang tampak hitam, kotor, serta banyak padatan hasil pembusukan bahan organik buangan lingkungan sekitarnya dengan kandungan seperti BOD, COD, TSS, PO<sub>4</sub> dan lain-lain (Setiyono dan Yudo, 2008:75).

Sepanjang pantai barat Selat Bali yang meliputi Pelabuhan Ketapang, Pantai Kalipuro, Pantai Watu Dodol, Pantai Boom serta Tempat Pelelangan Ikan Muncar terdapat kontaminasi logam berat seperti Cu, Fe, dan Zn pada sedimen dikarenakan aktivitas manusia yang padat terutama aktifitas perikanan yang berpotensi menyumbangkan polusi logam berat (Yona et al., 2018:26). Adanya industri pengalengan ikan di Kecamatan Muncar juga membuat lingkungan semakin terancam oleh pencemaran limbah yang dibuang ke pantai berupa logam berat yang digunakan sebagai bahan baku untuk penyoderan kaleng serta pewarnaan menggunakan cat (Zuhro, 2015:1). Kadmium (Cd) sering dimanfaatkan sebagai pelapisan logam yang memiliki kualitas lebih baik daripada menggunakan pelapis seng. Proses tersebut biasa dikerjakan dengan cara pencelupan, penyemprotan atau dengan elektrolisis. Berdasarkan proses tersebut, kadmium memungkinkan akan terbuang ke lingkungan serta dapat terbawa melalui air dan udara, sehingga hal tersebut dapat berpengaruh terhadap kehidupan manusia, hewan maupun tanaman melalui rantai makanan (Fahruddin, 2018:38).

Limbah cair yang dibuang ke sungai akan bermuara di laut, sehingga masyarakat pesisir yang berisiko mengalami dampak dari pencemaran laut tersebut. Salah satunya yaitu pada masyarakat Dusun Tratas Desa Kedungringin Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi. Pantai Tratas merupakan pantai tempat bermuaranya salah satu sungai yaitu Kali Tratas. Pantai Tratas ini merupakan tempat bagi masyarakat pesisir terutama masyarakat Desa Kedungringin yang berprofesi sebagai nelayan untuk mencari kerang. Kerang yang paling banyak dan



sering dikonsumsi masyarakat sekitar adalah Kerang kepah (*Polymesoda erosa*). Masyarakat sekitar mencari kerang untuk dijual dan dikonsumsi sebagai lauk. Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) merupakan hewan *filter feeder* yaitu hewan yang memakan partikel dan materi organik dengan menyaring makanannya dengan melewatkan air ke struktur penyaring dalam tubuhnya sekaligus merupakan hewan *suspension feeder* yaitu hewan yang memakan partikel dan materi organik yang tersuspensi di air. Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) ini juga hewan yang hidup pada dasar perairan dengan cara membenamkan diri ke dalam substrat yang berlumpur sehingga peluang untuk terkontaminasi atau tercemar logam berat Kadmium (Cd) besar. Logam berat tersebut akan terakumulasi pada jaringan tubuh kerang kepah (Hasanah, 2018:5).

Hasil dari penelitian yang dilakukan oleh Hasanah (2018), terdapat kandungan logam berat Kadmium (Cd) pada kerang kepah yang diambil dari 3 titik lokasi di Pantai Tratas Muncar Banyuwangi, yaitu pada sekitar hutan mangrove, sekitar pemukiman penduduk, dan pada sekitar muara Kali Tratas. Kandungan logam berat Cd pada daging kerang di ke tiga lokasi tersebut melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Kepala Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) No. 23 Tahun 2017 sebesar 0,1 mg/kg. Hal tersebut dikarenakan Pantai Tratas merupakan bekas Tempat Pelelangan Ikan pertama di Muncar yang mengalami pencemaran dengan kondisi air laut yang sudah menghitam dan mengeluarkan bau menyengat. Sehingga apabila kerang kepah dikonsumsi terus menerus dapat memberikan dampak buruk terhadap kesehatan manusia. Dampak buruk yang dapat timbul dapat diminimalisir dengan cara memberi batasan toleransi terhadap konsumsi daging kerang yang telah tercemar logam berat. Nilai batas aman untuk konsumsi tersebut digunakan sebagai acuan yang bertujuan untuk menghindari kemungkinan adanya efek negatif yang bisa timbul akibat masuknya logam berat ke dalam tubuh (Barokah et al., 2019:98). Oleh karena itu, diperlukannya pengolahan bahan pangan kerang kepah sebelum akhirnya dikonsumsi.

Pengolahan bahan makanan merupakan perlakuan terakhir untuk memastikan bahwa bahan makanan mengandung zat gizi yang dibutuhkan oleh tubuh serta

terbebas dari bahan berbahaya dan beracun. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengurangi cemaran logam berat diantaranya: metode pengendapan, metode penukar ion, metode filtrasi membran, metode reduksi elektrokimia, serta metode pengurangan logam berat dengan cara adsorpsi. Namun, metode-metode tersebut umumnya baru bias diterapkan pada lingkungan perairan bukan pada produk perikanan (Siregar, 2009:24-25). Upaya yang dilakukan dalam penurunan kandungan logam berat yang terkandung pada bahan pangan sering dilakukan dengan penambahan bahan sekuestran (*Chelating agents*). Jeruk nipis merupakan salah satu bahan alami yang dapat dimanfaatkan dalam pengolahan bahan makanan. Jeruk nipis merupakan tumbuhan yang buahnya mempunyai ciri yaitu rasa masam. Rasa masam tersebut berasal dari kandungan kimia yaitu asam sitrat. Jeruk nipis yang memiliki kandungan asam sitrat di dalamnya digunakan sebagai *chelating agent*. Pengikat logam (*Chelating agent*) dapat mengikat logam dalam bentuk ikatan kompleks. Ion logam dapat dipisahkan dari ikatan kompleksnya dengan hidrolisis dan degradasi, ion logam bebas bereaksi dengan mudah dan pengikat logam akan mengikat ion logam (Indasah, 2012:44). Kandungan asam sitrat sebagai salah satu sekuestran berfungsi sebagai senyawa yang mengikat logam berat sehingga dapat mengurangi toksisitas, khususnya jenis logam berat yang ditemukan dalam hewan laut seperti kerang (Nurhayati dan Naviati, 2017:52).

Asam sitrat memiliki fungsi yaitu dapat menghilangkan sifat ion logam dan mengurangi daya toksisitas logam (Sinaga et al., 2015:2). Gugus hidroksil (-OH) merupakan bagian dari asam sitrat yang dapat berikatan dengan logam yang merupakan golongan asam askorbat. Proses pengikatan logam dimulai dengan tiga gugus karboksil (COOH) yang dapat melepaskan proton di dalam larutan. Ketika ini terjadi, maka ion yang dihasilkan menjadi ion sitrat. Ion sitrat dapat bereaksi dengan ion-ion logam sehingga membentuk garam sitrat (Ondu et al., 2019:3). Oleh karena itu, senyawa ini dapat membantu mengurangi kadar logam berat seperti Cd. Selain asam sitrat, jeruk nipis juga didalamnya memiliki kandungan asam askorbat, asam amino, minyak atsiri, glikosida, lemak, dammar, asam sitrun, fosfor, kalsium, belerang, besi, citronelal, vitamin B1, serta vitamin C. Sehingga, dengan adanya

kandungan asam polikarboksilat dan bahan kimia lainnya tersebut yang terdapat dalam jeruk nipis akan terjadi ikatan kompleks dengan ion logam (Indasah, 2012:44).

Selain jeruk nipis, asam sitrat juga terdapat pada belimbing wuluh dan asam jawa. Pemanfaatan jeruk nipis, belimbing wuluh dan asam jawa sebagai sekuenstran dengan dirubah menjadi larutan dan digunakan untuk merendam bersama bahan makanan yang bertujuan menurunkan atau menghilangkan kandungan logam berat tersebut. Penelitian oleh Edina et al., (2017) tentang pemanfaatan asam jawa dalam penurunan kadar logam berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada kerang darah dengan konsentrasi 10%, 15%, 20% dan waktu perendaman 60 menit, 90 menit, dan 120 menit, didapatkan hasil bahwa asam jawa dapat menurunkan kandungan Pb paling besar pada konsentrasi 20% dengan waktu 90 menit (66,33%) serta pada logam berat Cd pada konsentrasi 20% dan waktu 90 menit pula (76,63%). Namun, perendaman kerang menggunakan ekstrak asam jawa dapat memberikan pengaruh nyata terhadap mutu organoleptik yaitu rupa, rasa dan tekstur. Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan dan semakin lama waktu perendaman menyebabkan rupa sedikit coklat kehitaman dan pucat, rasa semakin berasa asam dan tekstur menjadi sedikit kaku. Penelitian yang dilakukan oleh Ambarwati dan Sinamo (2017), didapatkan hasil bahwa jeruk nipis dapat menurunkan kandungan logam berat jenis Timbal (Pb) pada daging kerang bulu setelah dilakukan perendaman dengan waktu 15, 30, dan 60 menit. Hasil diperoleh bahwa penurunan kandungan Pb paling besar pada waktu perendaman 30 menit sebesar 33,33%. Serta pada penelitian yang dilakukan oleh Nurhayati dan Naviati (2017), didapatkan hasil bahwa belimbing wuluh dapat menurunkan kandungan logam berat jenis Kadmium (Cd) pada ikan setelah dilakukan perendaman dengan variasi konsentrasi yaitu 25%, 50%, dan 100% selama 30 menit. Hasil diperoleh bahwa penurunan kandungan Cd pada ikan paling besar pada konsentrasi 25% yaitu sebesar 0,0093 ppm standar deviasi 0,0060 ppm. Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan oleh Ondu et al., (2019) terdapat perbedaan antara pemanfaatan jeruk nipis dan pemanfaatan belimbing wuluh pada penurunan logam berat Timbal pada Kerang Kalandue. Pada pemanfaatan menggunakan jeruk nipis mengalami

penurunan logam Pb 0.656 (73.46%) dengan konsentrasi paling optimal yaitu 75% selama 15 menit. Sedangkan pada pemanfaatan menggunakan belimbing wuluh mengalami penurunan logam Pb 0.578 (64.75%) dengan konsentrasi paling optimal yaitu 75% selama 25 menit. Hal ini disebabkan karena asam sitrat yang terdapat pada jeruk nipis dengan jumlah 8% perberat buah matang dengan kandungan air sebesar 91%. Jumlah asam sitrat sebagai pengikat logam, sementara itu kandungan air berfungsi sebagai pengantar larutnya logam Pb dan Cd yang kemudian memecah ion-ion logam dalam kerang dan terikat oleh lebih banyak asam sitrat, sedangkan pada belimbing wuluh terkandung sekitar 96,2 meq asam/100g padatan. Berdasarkan perbedaan efektivitas tersebut dapat dijelaskan bahwa pemanfaatan menggunakan jeruk nipis dapat menurunkan logam berat lebih banyak apabila dengan konsentrasi yang rendah dan waktu yang lama atau dengan konsentrasi yang tinggi dan waktu yang singkat. Perbedaan efektivitas rata-rata penelitian tersebut menunjukkan perendaman dengan pemanfaatan belimbing wuluh lebih banyak memerlukan konsentrasi perendaman dan waktu perendaman yang lebih lama untuk menurunkan kandungan Pb dibanding dengan jeruk nipis. Namun, jeruk nipis dengan konsentrasi yang sama yaitu sebesar 75% serta waktu yang dibutuhkan lebih singkat dapat mereduksi logam Pb lebih besar.

Berdasarkan paparan di atas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan pengembangan konsentrasi dan waktu perendaman larutan jeruk nipis selama 20 menit dengan variasi konsentrasi 30%, 60% dan 90% pada kerang kepah (*Polymesoda erosa*). Variasi konsentrasi dan waktu perendaman tersebut merupakan pengembangan penelitian oleh Ondu et al., (2019) yang berhasil menurunkan kandungan logam berat Pb pada kerang kalandue dengan hasil penurunan paling efektif yaitu 75% selama 15 menit.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu “Bagaimana efektivitas jeruk nipis dalam menurunkan kandungan Cd pada Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) di perairan Pantai Tratas Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi”?

### 1.3 Tujuan Penelitian

#### 1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk menganalisis apakah terjadi penurunan kandungan Cd pada Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) dengan pemanfaatan jeruk nipis di perairan Pantai Tratas Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi.

#### 1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Mengetahui kandungan logam berat Cd pada Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) sebelum perlakuan perendaman jeruk nipis
- b. Menggambarkan kandungan logam berat Cd pada Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) setelah diberi perlakuan perendaman jeruk nipis dengan konsentrasi 30%, 60%, dan 90% selama 20 menit.
- c. Menganalisis kandungan logam berat Cd pada Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) setelah diberi perlakuan perendaman jeruk nipis dengan konsentrasi 30%, 60%, dan 90% selama 20 menit.
- d. Menganalisis efektifitas larutan jeruk nipis dalam menurunkan kandungan logam berat Cd pada kerang kepah (*Polymesoda erosa*) dengan konsentrasi 30%, 60%, dan 90% selama 20 menit.

### 1.4 Manfaat

#### 1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah serta mengembangkan pengetahuan kesehatan lingkungan dalam bidang kesehatan masyarakat, khususnya yang berkaitan dengan pemanfaatan jeruk nipis dalam menurunkan logam berat Cd pada Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) di Perairan Pantai Tratas Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi.

#### 1.4.2 Manfaat Praktis

a. Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat

Hasil penelitian ini sebagai bahan tambahan ilmu untuk pengembangan mahasiswa tentang penurunan kandungan logam berat Cd pada Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) menggunakan jeruk nipis di Pantai Tratas Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi.

b. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi terkait kegunaan jeruk nipis dapat menurunkan kandungan logam berat pada Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) sebelum dikonsumsi.

c. Bagi Peneliti

Hasil penelitian ini sebagai pengalaman serta menambah wawasan dan pengetahuan bagi peneliti.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*)

#### 2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Morton (1976) menjelaskan bahwa terdapat tiga macam kerang kepah yaitu *Polymesoda erosa*, *Polymesoda ekspansa*, dan *Polymesoda bengalensis*. Ketiga macam kerang tersebut sering ditemui di daerah Indo-Pasifik. Secara umum kerang kepah dengan nama taxon *Polymesoda erosa* sering disebut *Geloina erosa*. Secara morfologi, cangkang kerang kepah memiliki dua katub bilateral simetris berbentuk seperti cawan, pada bagian pinggir pipih serta pada tengah cangkang cembung, berbentuk *equivale* atau segitiga yang membulat, *flexure* jelas mulai dari umbo sampai tepi posteriois, serta tebal (Hasanah, 2018:21).

Secara morfologi cangkang memiliki fungsi melindungi organ dalam tubuh kerang dari serbuan predator dan aspek lingkungan lain. Selain itu, cangkang juga berfungsi untuk mengontrol aliran air melalui insang untuk pergantian udara serta pengumpulan makanan. Klasifikasi kerang kepah (*Polymesoda erosa*) menurut Morton (1976), yaitu:

Filum	: Mollusca
Kelas	: Bivalvia
Sub Kelas	: Heterodonta
Ordo	: Veroida
Famili	: Corbiludae
Genus	: Polymesoda
Spesies	: <i>Polymesoda erosa</i>



Sumber: Data primer

Gambar 2.1 Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*)

### 2.1.2 Lingkungan Hidup

Menurut Morton (1976), kerang kepah tergolong ke dalam jenis kerang yang hidup di sungai-sungai besar, di dalam lumpur daerah estuaria, dan di hutan mangrove air payau. Kerang kepah pada umumnya tinggal pada substrat yang berlumpur yang mengandung pasir kasar sekitar 80-90% dengan diameter lebih dari 40 mikrometer. pH substrat memiliki sifat asam yaitu diantara 5,35-6,40 serta beragam. Umumnya kerang kepah ditemui di daerah beriklim sedang dan tropis yaitu zona infralitoral dan sicalitoral. Selain itu, sebagian besar distribusi bivalvia dipengaruhi oleh fase kehidupannya (Hasanah, 2018:22).

## 2.2 Logam Berat

### 2.2.1 Definisi Logam Berat

Logam berat adalah salah satu zat pencemar perairan. Walaupun keberadaan logam-logam dalam jumlah yang kecil akan sangat berbahaya. Logam berat akan terakumulasi pada alam serta pada tubuh organisme dikarenakan logam berat merupakan zat pencemar yang tidak bisa digradasi atau dihancurkan (Adhani dan Husaini, 2017:14). Sifat logam berat yang bisa menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan maupun manusia adalah sebagai berikut:

- a. Logam berat memiliki sifat susah untuk didegradasi, akibatnya akan terakumulasi di lingkungan



- b. Logam berat dapat terakumulasi pada organisme hidup. Selain itu, konsentrasi dapat meningkat serta dapat terjadi bioakumulasi dan biomagnifikasi
- c. Logam berat memiliki sifat mudah untuk terakumulasi pada sedimen, akibatnya konsentrasinya selalu lebih tinggi apabila dibandingkan dengan konsentrasi logam berat di air.

### 2.2.2 Sumber Logam Berat dalam Perairan

Menurut Wittman dalam Connel (2006: 347-350) masukan utama logam berat ke dalam lingkungan perairan yang terjadi akibat dampak aktivitas manusia berasal dari aktivitas pertambangan, limbah industri, cairan limbah domestic atau rumah tangga dan aliran air badan perkotaan, serta aliran pertanian. Secara alami logam berat yang terakumulasi ke dalam perairan laut berasal dari tiga sumber, yaitu sebagai berikut:

- a. Masukan yang berasal dari daerah pantai (*coastal supply*), hal tersebut dapat bersumber dari sungai-sungai serta dari hasil pengikisan/abrasi pantai oleh aktivitas gelombang.
- b. Masukan yang berasal dari air laut dalam (*deep sea supply*), hal tersebut seperti logam yang dilepaskan dari partikel atau sedimen-sedimen oleh proses kimiawi serta logam-logam yang dilepaskan oleh aktivitas vulkanik laut dalam.
- c. Masukan yang berasal dari lingkungan sekitar daratan pantai, hal tersebut termasuk dari logam-logam yang diangkut atau dipindah oleh ikan laut dari atmosfer sebagai partikel-partikel debu (Hasanah, 2018:9).

## 2.3 Kadmium (Cd)

### 2.3.1 Definisi Kadmium (Cd)

Kadmium merupakan produk sampingan dari produksi seng. Kadmium sangat beracun terhadap ginjal dan dalam konsentrasi yang lebih tinggi dapat terakumulasi pada sel tubulus proksimal. Kadmium bisa mengakibatkan

mineralisasi tulang seperti kerusakan tulang ataupun gangguan fungsi ginjal (Adhani dan Husaini, 2017:33). Kadmium merupakan spesies yang mudah terakumulasi dengan waktu biologis sekitar 20-30 tahun bagi manusia. Sekitar separuh dari Cd yang ada dalam tubuh terdapat dalam hati dan ginjal. Pada umumnya, kadmium terserap lewat saluran pencernaan terutama lewat usus halus. Di dalam tubuh, Cd dapat memengaruhi kerja beberapa enzim sehingga menimbulkan gejala sakit seperti proteinuria (Santosa, 2014:2).

### 2.3.2 Sumber Kadmium (Cd) dalam Perairan

Sumber Cd berasal dari beberapa sumber, diantaranya pembuangan limbah industri, kegiatan pertanian seperti penggunaan pestisida dan pupuk dengan cara yang berlebihan serta terus menerus, dan pembuangan limbah domestic atau rumah tangga di sungai. Selain melalui air, pencemaran melalui udara yang berasal dari asap, debu industry, dan air hujan di daerah industri (Sutrisno dan Kuntiyastuti, 2015:83-84). Kadmium dilepaskan ke lingkungan dengan aktivitas alam seperti transportasi sungai, pelapukan, letusan gunung berapi, dan sejumlah kegiatan manusia yang meliputi pembakaran limbah, pertambangan, peleburan, merokok tembakau, serta pembuatan pupuk (Adhani dan Husaini, 2017:33).

Terdapat tiga macam proses akumulasi apabila bahan pencemar masuk ke dalam perairan yaitu fisik, kimia, serta biologis. Buangan limbah industri yang di dalamnya terkandung zat berbahaya serta memiliki sifat toksisitas yang tinggi dengan kemampuan yang dimiliki biota laut dalam menimbun logam-logam bahan pencemar tersebut akan langsung mengalami akumulasi secara fisik dan kimia yang kemudian akan mengendap pada dasar perairan (Istarani dan Pandebesie, 2014:56).

Salah satu biota laut yang mudah tercemar logam berat adalah kerang, dikarenakan kerang memperoleh makanan dengan menyaring makanan yang terdapat di perairan sehingga membuat kerang rentan terhadap perairan yang terkontaminasi logam berat. Menurut Aunurohim (2013), kerang merupakan salah satu jenis hewan penyaring (*filter feeder*) yang cara memperoleh makanan dengan memompakan air melalui rongga mantel, sehingga mendapatkan partikel-partikel yang

ada dalam air. Logam berat ini tersebut akan terakumulasi dalam jaringan tubuh biota tersebut (Mahardhika, et *al.*, 2016:44).

### 2.3.3 Efek Kadmium (Cd) Pada Kesehatan

Kadmium mempunyai dampak buruk untuk manusia karena dapat meningkatkan resiko akan terjadinya penyakit kardiovaskular atau paru-paru, penyakit jantung, dan kanker payudara. Dampak lain yang membuktikan sifat toksisitas kadmium diantaranya kerusakan fungsi ginjal, kerusakan tulang, pembentukan artritis, dan encok. Pada organisme hidup yaitu manusia, tumbuhan, dan hewan, kadmium akan mengalami proses biotransformasi dan bioakumulasi. Jumlah logam yang terakumulasi dalam tubuh biota perairan terus akan mengalami kenaikan (biomagnifikasi). Biota tertinggi dalam rantai makanan akan mengalami akumulasi kadmium lebih banyak. Pada tubuh manusia kadmium dapat terakumulasi dan dalam kurun waktu yang berkisar antara 20-30 tahun cadmium baru dapat keluar dari tubuh. Dampak yang dapat terjadi pada tubuh yaitu mulai dari terjadinya hipertensi sampai kanker (Istarani dan Pandebesie, 2014:56).

## 2.4 Jeruk Nipis

### 2.4.1 Klasifikasi Jeruk Nipis

Klasifikasi buah jeruk nipis, yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Subdivisio	: Angiospermae
Klas	: Dicotyledonae
Bangsa	: Rutales
Famili	: Rutaceae
Genus	: Citrus
Species	: <i>Citrus aurantifolia swingle</i>



Sumber: Data Primer

Gambar 2.2 Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia swingle*)

#### 2.4.2 Kandungan Buah Jeruk Nipis

Unsur-unsur senyawa kimia yang bermanfaat dan terkandung dalam jeruk nipis diantaranya sebagai berikut:

a. Serat

Serat pangan adalah nutrisi yang mendukung gula darah berada pada tingkat stabil dan meningkatkan rasa kenyang lebih lama. Serat dapat ditemukan di dalam kulit, perasan dan bulir atau pulp yang dapat membantu tubuh mengelola masalah diabetes (Kurnia, 2014:29-30)..

b. Kalsium

Jeruk nipis meningkatkan keasaman sistem pencernaan. Kondisi tersebut dapat membantu tubuh dalam menyerap kalsium dari berbagai makanan yang dikonsumsi termasuk jeruk nipis. Kemampuan dalam menyerap kalsium dapat berefek pada penurunan berat badan karena kalsium banyak disimpan dalam sel lemak yang mempermudah dan merangsang pembakaran lemak (Kurnia, 2014:32-33).

c. Vitamin C

Kandungan vitamin C yang tinggi dimiliki oleh jeruk nipis. Dalam 100 gram jeruk didalamnya mengandung 60 mg vitamin C. Dalam tubuh manusia vitamin C diperlukan pada beberapa proses penting, seperti proses pembuatan kolagen, proses pengangkut lemak, proses pengangkut elektron yang berasal dari berbagai reaksi enzimatik, pemacu imunitas, pemacu gusi yang sehat, pengatur kadar

kolesterol, serta bisa mengembangkan fungsi otak yang bertujuan agar dapat bekerja dengan maksimal dan penyembuh luka (Halizah, 2018:12).

d. Vitamin A dan E

Vitamin A baik untuk kesehatan penglihatan, sedangkan vitamin E merupakan antioksidan yang dapat membantu dalam melawan penyebab penyakit radikal bebas. Dalam satu buah jeruk nipis menyediakan 1% dari nilai harian yang direkomendasikan untuk vitamin A serta vitamin E (Kurnia, 2014:33).

e. Vitamin B

Vitamin B dapat membantu tubuh dalam melakukan metabolisme nutrisi dalam makanan. Buah jeruk nipis merupakan sumber tujuh dari delapan vitamin B, yaitu vitamin B6, *niacin*, *riboflavin*, *folat*, *pantotenat* (B5), dan *tiamin*. Dalam satu buah jeruk nipis menyediakan 1% dari nilai harian yang direkomendasikan untuk vitamin B (Kurnia, 2014:33).

f. Fosfor (P) dan Magnesium

Satu buah jeruk nipis menyediakan 1% dari nilai harian yang direkomendasikan untuk *fosfor* dan *magnesium* yang semuanya penting untuk kesehatan tulang dan gigi (Kurnia, 2014:33).

g. Kalium (Potasium)

Unsur mineral kalium banyak ditemukan pada air perasan jeruk nipis. Hampir di seluruh tubuh kalium ditemukan dalam bentuk elektrolit. Dalam 50 ml sari buah jeruk nipis terdapat kandungan kalium sebesar 75 mg. nilai tersebut cukup besar untuk mencegah munculnya penyakit batu ginjal. Pada kondisi normal, organ ginjal berperan dalam menyesuaikan asupan dan jumlah kalium yang akan dibuang oleh tubuh. Kalium sebagian besar dibuang melalui urine (Kurnia, 2014:33-34).

h. Besi (Fe) dan Tembaga (Cu)

Tubuh membutuhkan Fe dan Cu minimal dalam jumlah kecil untuk mendukung kesehatan. Jeruk nipis menyediakan 2% zat besi (Fe) dan 2% tembaga (Cu) dari nilai kecukupan gizi harian. Zat besi membantu sel darah merah dapat berfungsi dengan baik, menjaga energi tubuh, dan dapat meningkatkan kekebalan. Tembaga (Cu) juga membantu sel darah merah berfungsi dengan baik, meningkatkan kekebalan tubuh dan kekuatan tulang (Kurnia, 2014:34).

i. Fitokimia

1) Asam Sitrat

Asam sitrat baik untuk pencernaan dan kulit. Jeruk nipis lokal (*Citrus aurantifolia swingle*) di dalamnya terkandung asam sitrat paling tinggi daripada jenis jeruk lainnya seperti jeruk lemon (*Citrus limonium*), jeruk Bangkok (*Citrus aurantifolia Swingle oval*), jeruk manis (*Citrus sinensis Osb*), dan jeruk keprok (*Citrus nobilis Lour*). Menurut Astawan (2008), kandungan asam sitrat dalam jeruk nipis mencapai 55,6 g/kg, jeruk lemon sebanyak 48,6 g/kg, jeruk Bangkok 39,6 g/kg, jeruk manis 8,7 g/kg, serta jeruk keprok sebanyak 5,4 g/kg (Haliza, 2018:12).

2) Flavonoid

Senyawa flavonoid diantaranya rhoifolin, hesperidine, naringin, dan poncirin. Senyawa flavonoid memiliki sifat antioksidan yang kuat serta memiliki efek antibiotika. Flavonoid dapat mrnghambat pertumbuhan sel sehingga efektif dalam pengobatan. Flavonoid baik untuk pencernaan dengan membantu dalam pemecahan molekul makanan, merangsang sekresi cairan pencernaan, serta membersihkan saluran pencernaan (Kurnia, 2014:35).

## 2.5 Asam Sitrat

### 2.5.1 Definisi Asam Sitrat

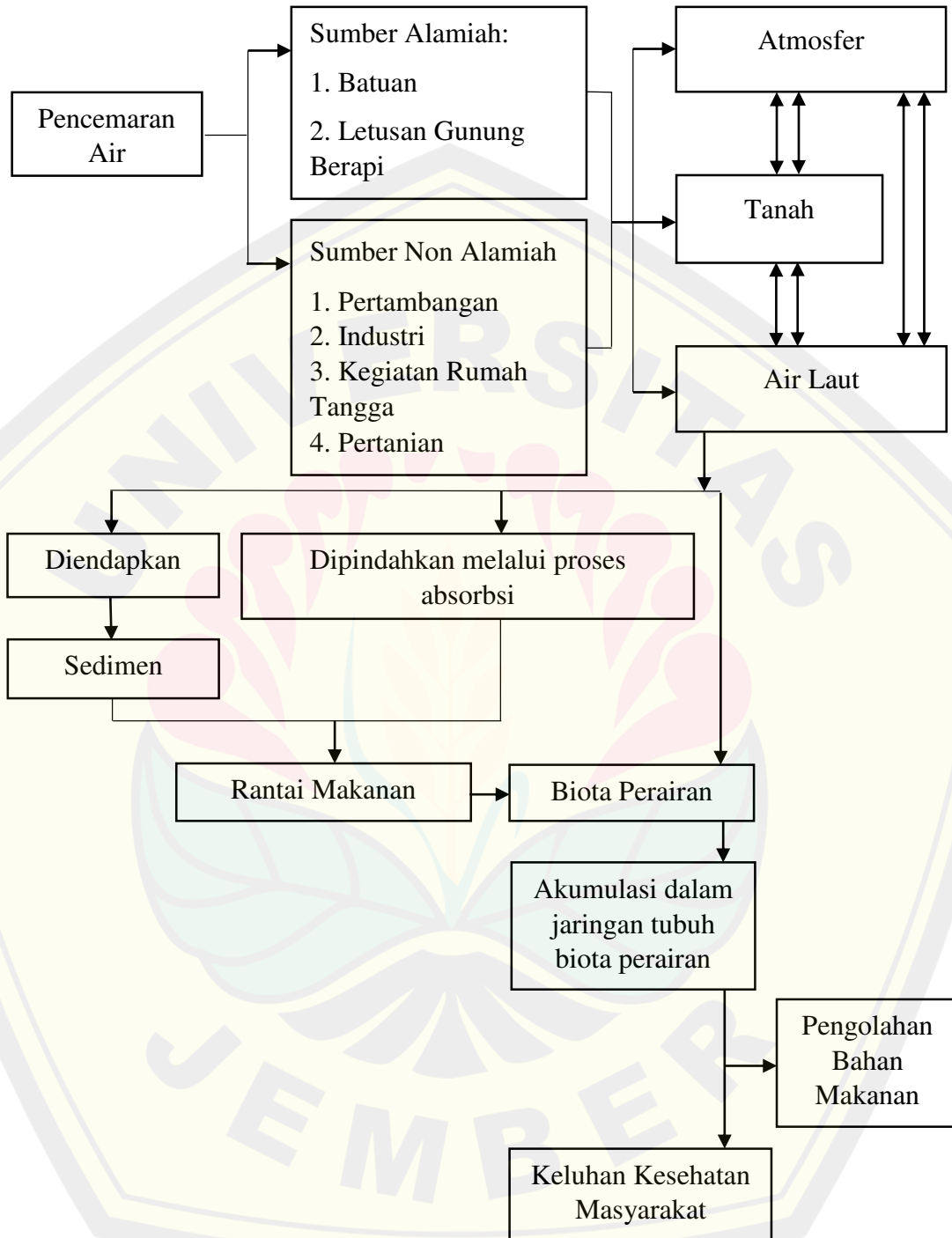
Asam sitrat merupakan asam trikarboksilat yang dalam setiap molekulnya mengandung satu gugus hidroksil serta gugus karboksil, selain itu juga terikat pada atom karbon. Asam sitrat bersifat sangat efektif saat menjadi pengikat logam (*metal chelating agent*) (Grosch, 1987 ; Min 1992). Menurut Anwar (1998), asam sitrat adalah *food aditif* yang memiliki sifat dapat mengikat logam. Oleh karena itu, hal tersebut dapat menghilangkan cemaran logam pada bahan makanan yang terkandung di dalamnya. Asam sitrat dengan logam berat dapat berpeluang terjadinya senyawa kompleks. Asam sitrat memiliki 4 pasang elektron bebas pada molekulnya diantaranya pada gugus karboksilat yang bisa diberikan pada ion logam dimana hal tersebut dapat menyebabkan terbentuknya ion kompleks yang dapat mudah larut di dalam air (Indasah, 2012:43).

Gugus hidroksil (-OH) merupakan bagian asam sitrat yang dapat mengikat logam yang merupakan gugus yang dimiliki asam askorbat. Proses pengikatan logam dimulai dengan tiga gugus karboksil (COOH) yang dapat melepaskan proton di dalam larutan. Ketika ini terjadi, maka ion yang dihasilkan menjadi ion sitrat. Asam sitrat sangat baik digunakan dalam larutan penyangga untuk mengontrol pH suatu larutan. Ion sitrat dapat bereaksi dengan ion-ion logam sehingga membentuk garam sitrat (Ondu *et al.*, 2019:3). Selain itu, sitrat dapat mengikat banyak ion logam dan oleh karena itu digunakan sebagai penghilang kesadahan air dan pengawet. Menurut Palar (2004), menyebutkan bahwa pada umumnya logam dapat membentuk ikatan dengan bahan organik alam maupun bahan organik buatan. Pembentukan ikatan dapat dilakukan melalui pembentukan garam-garam organik dengan gugus karboksil seperti misalnya asam sitrat, tatraat dan lain-lain. Selain itu, logam dapat berikatan dengan atom yang mempunyai elektron bebas dalam senyawa organik sehingga terbentuk kompleks (Nurdiani, 2012).

#### 2.5.2 Sifat-sifat Asam Sitrat

Menurut Andhi (2014), asam sitrat memiliki sifat yang korosif terhadap banyak logam diantaranya seng, besi, kadmium, serta magnesium yang membentuk gas hidrogen serta garam sitrat yang biasa disebut dengan logam sitrat. Logam sitrat tersebut juga bisa didapatkan dengan asam sitrat dengan basa yang sesuai. Asam sitrat merupakan pelarut hidrofilik (polar) yang mirip dengan air serta etanol. Asam sitrat bersifat mudah campur dengan pelarut polar ataupun nonpolar lain diantaranya heksana dan kloroform, serta air. Oleh karena itu, sifat kelarutan serta kemudahan bercampur yang dimiliki asam sitrat ini dipergunakan sebagai pelarut logam berat (Zuhro, 2015:11).

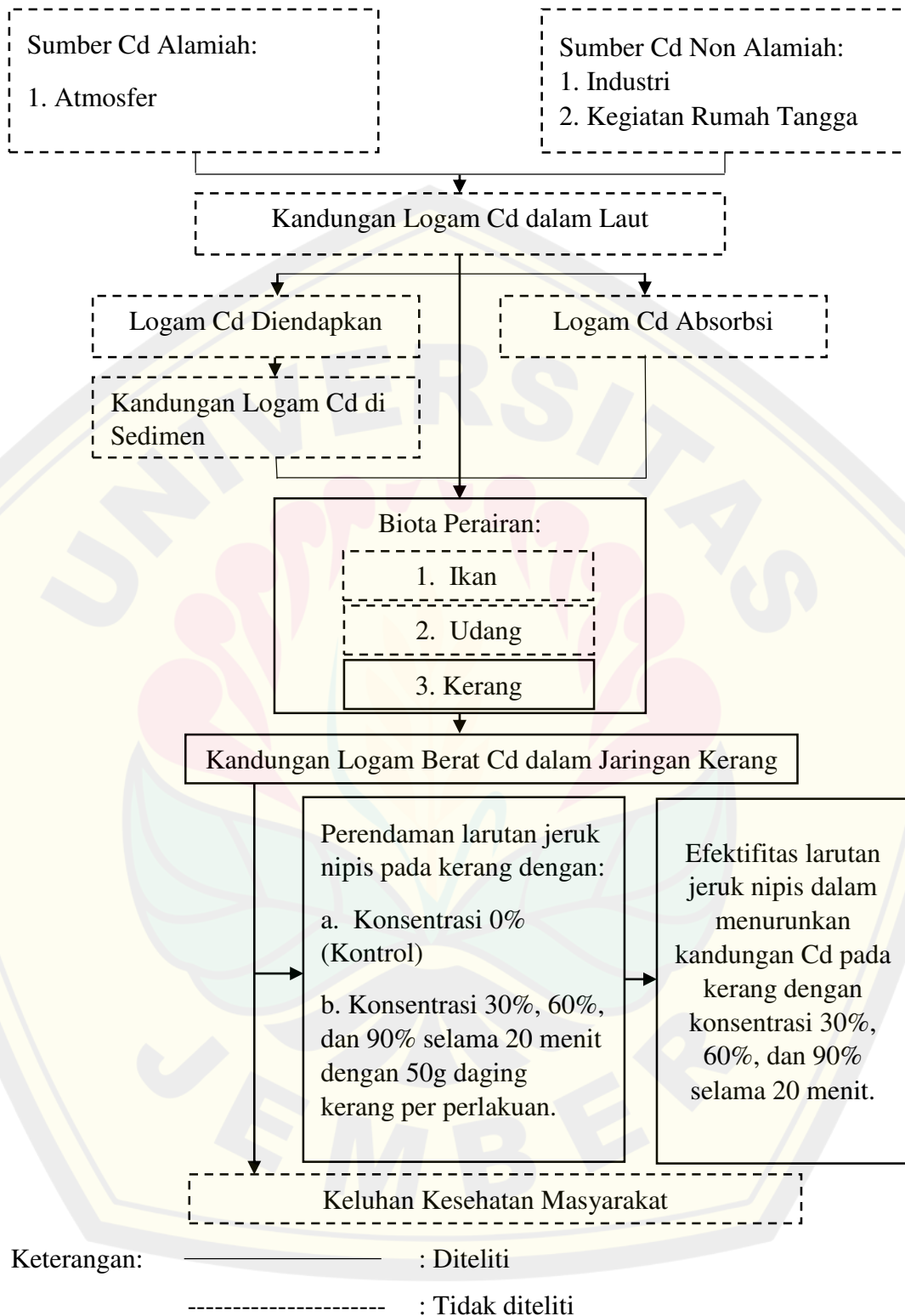
**2.6 Kerangka Teori**



Gambar 2.3 Kerangka Teori  
 Sumber: Alloway (1997), Adhani (2017), Winarno (2006).



2.7 Kerangka Konsep



Gambar 2.4 Kerangka Konsep

#### Keterangan Kerangka Konsep:

Logam berat masuk ke dalam lingkungan berasal dari dua sumber yaitu sumber alamiah serta sumber non alamiah. Salah satu logam berat yang dihasilkan dari sumber tersebut adalah logam berat kadmium (Cd). Logam berat Cd yang berada di laut akan mengalami beberapa proses yaitu pengendapan yang akan membentuk sedimen, serta absorpsi oleh organisme-organisme yang terdapat di laut. Biota perairan seperti kerang yang alamiahnya mencari makan di dasar perairan berisiko sangat besar akan terjadinya kontaminasi logam berat tersebut. Logam berat akan terakumulasi ke dalam jaringan tubuh kerang. Kerang merupakan bahan makanan dari laut yang mengandung zat gizi tinggi yang dibutuhkan oleh tubuh. Apabila kerang mengandung logam berat yang telah melebihi ambang batas yang telah ditetapkan, diperlukannya pengolahan untuk penghilangan logam berat agar masyarakat yang mengkonsumsi terus menerus dalam jangka panjang tidak terdapat keluhan kesehatan.

Pengolahan yang dilakukan untuk menghilangkan logam berat yaitu perendaman kerang pada larutan jeruk nipis dengan variasi konsentrasi yaitu 30%, 60%, dan 90%. Kerang kepah yang berasal dari Perairan Pantai Tratas Muncar Banyuwangi pada pengepul kerang Dusun Tratas dicuci untuk menghilangkan kotoran-kotoran seperti tanah yang menempel pada cangkang menggunakan air mengalir dengan disikat. Setelah bersih, kerang kepah dimasukkan ke dalam panci untuk direbus dengan tujuan membuka cangkang kerang. Daging kerang dipisahkan dengan cangkang yang telah terbuka, lalu diiris tipis-tipis serta membaginya menjadi 24 sampel perlakuan dengan masing-masing perlakuan ditimbang sebanyak 50 gr.

Konsentrasi 0% kelompok kontrol merupakan kelompok tanpa perlakuan. Konsentrasi 30% dilakukan perlakuan perendaman daging kerang kepah 50 gr menggunakan perasan jeruk nipis 30 ml ditambah dengan aquades 70 ml selama 20 menit dan ditiriskan selama 15 menit. Konsentrasi 60% dilakukan perlakuan perendaman daging kerang kepah 50 gr menggunakan perasan jeruk nipis volume 60 ml ditambah dengan aquades 40 ml selama 20 menit dan ditiriskan selama 15 menit. Konsentrasi 90% dilakukan perlakuan perendaman daging kerang kepah 50

gr menggunakan perasan jeruk nipis 90 ml ditambah dengan aquades 10 ml selama 20 menit dan ditiriskan selama 15 menit. Masing-masing kelompok perlakuan yaitu kelompok kontrol (0%), kelompok perlakuan 1 (30%), kelompok perlakuan 2 (60%), dan kelompok perlakuan 3 (90%) dilakukan replikasi perlakuan sebanyak 6 kali.

## 2.8 Hipotesis Penelitian

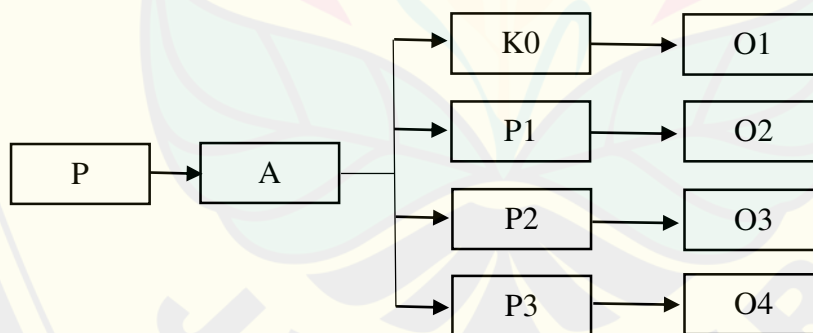
Hipotesis penelitian merupakan jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian (Sugiyono, 2017:63). Berdasarkan latar belakang, tinjauan pustaka, serta kerangka konseptual, maka hipotesis dari penelitian ini adalah:

- a. Terdapat penurunan kandungan logam berat Cd pada Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) setelah dilakukan perendaman larutan jeruk nipis dengan konsentrasi 30%, 60%, dan 90% selama 20 menit.

### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental yaitu penelitian dilakukan dengan tindakan percobaan yang memiliki tujuan untuk mengetahui efek atau pengaruh yang dapat terjadi akibat dari suatu percobaan. Ciri-ciri dari penelitian eksperimental adalah adanya percobaan dari sebuah perlakuan terhadap suatu variabel yang diharapkan terdapat perubahan terhadap variabel yang lain (Notoatmodjo, 2018). Penelitian ini menggunakan desain penelitian *True Experimental* dengan bentuk *Posttest-Only Control Design*. Ciri desain penelitian *True Experimental* yaitu sampel yang digunakan dalam eksperimen ataupun sebagai kelompok kontrol diambil dengan cara acak pada populasi tertentu (Sugiyono, 2017:75). Dalam bentuk *Posttest-Only Control Design*, dibagi 4 kelompok yaitu satu kelompok kontrol (K0) yaitu kelompok yang tidak diberi perlakuan dan tiga kelompok perlakuan (P1, P2, P3) yaitu kerang kepah yang diberi perlakuan perendaman dengan larutan jeruk nipis dengan konsentrasi 30%, 60%, dan 90% selama 20 menit dan penirisan selama 15 menit.



Gambar 3.1 Desain Penelitian

Keterangan:

- P : Populasi  
A : Acak  
K0 : Perlakuan tanpa penambahan larutan jeruk nipis  
P1 : Perlakuan dengan penambahan 30% larutan jeruk nipis  
P2 : Perlakuan dengan penambahan 60% larutan jeruk nipis  
P3 : Perlakuan dengan penambahan 90% larutan jeruk nipis  
O1,O2,O3,O4 : Observasi

### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

#### **3.2.1 Tempat Penelitian**

Pengambilan sampel Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) di pengepul kerang Dusun Tratas Muncar Banyuwangi. Lokasi uji coba dilakukan di rumah Peneliti Dusun Kebonsari Benculuk Cluring Banyuwangi. Pengujian sampel Cd pada Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) dilakukan di Laboratorium UPT. PMP2KP (UPT. Pengujian Mutu dan Pengembangan Produk Kelautan dan Perikanan) Banyuwangi.

#### **3.2.2 Waktu Penelitian**

Penelitian ini dimulai dengan studi pendahuluan, penyusunan proposal penelitian, kemudian penelitian dilaksanakan pada bulan September 2021 hingga penelitian selesai.

### **3.3 Objek Penelitian**

#### **3.3.1 Populasi Penelitian**

Populasi merupakan daerah/wilayah yang mencakup subyek/obyek yang memiliki ciri dan kualitas tertentu serta telah ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari serta disimpulkan (Sugiyono, 2017:80). Populasi pada penelitian ini adalah seluruh kerang kepah (*Polymesoda erosa*) dari Perairan Pantai Tratas yang

terdapat di pengepul kerang Dusun Tratas Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi.

### 3.3.2 Sampel Penelitian

Sampel merupakan bagian dari jumlah serta ciri/sifat yang dimiliki oleh populasi (Sugiyono, 2017:81). Sampel pada penelitian ini adalah kerang kepah diperoleh dari pengepul kerang Dusun Tratas sebanyak 24 sampel yang dibagi menjadi 4 kelompok yaitu kelompok kontrol (K0) dan tiga kelompok perlakuan (P1, P2, P3) dengan 50 gram pada masing-masing perlakuan sehingga total daging kerang yang dibutuhkan sebanyak 1200 gram dengan 100 gram sebagai cadangan. 50 gram daging kerang sama dengan sekitar 18 kerang kepah.

### 3.3.3 Replikasi

Penentuan jumlah replikasi dalam penelitian ini didapatkan dengan menghitung rumus RAL (Rancangan Acak Lengkap) sebagai berikut:

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

$$(4-1)(r-1) \geq 15$$

$$3r-3 \geq 15$$

$$3r \geq 18$$

$$r \geq 6$$

Keterangan:

t : perlakuan/*treatment* (yaitu 4)

r : pengulangan/replikasi

15 : faktor nilai derajat kesehatan

Maka total replikasi diperoleh dengan rumus:

$$\text{Total replikasi} = r \times t$$

$$= 6 \times 4$$

$$= 24 \text{ (jadi total replikasi adalah 24 perlakuan)}$$

Jadi jumlah sampel pada penelitian ini sebanyak 24 sampel. Berikutnya dibentuk table dengan rumus  $r \times t$  untuk menentukan RAL:

Tabel 3.1 Replikasi Perlakuan

K0	P1	P2	P3
(0%)	(30%)	(60%)	(90%)
Jeruk Nipis	Jeruk Nipis	Jeruk Nipis	Jeruk Nipis
K0.1	P1.1	P2.1	P3.1
K0.2	P1.2	P2.2	P3.2
K0.3	P1.3	P2.3	P3.3
K0.4	P1.4	P2.4	P3.4
K0.5	P1.5	P2.5	P3.5
K0.6	P1.6	P2.6	P3.6

### 3.3.4 Teknik Sampling

Teknik sampling merupakan Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian. Pada penelitian ini menggunakan teknik sampel *Simple Random Sampling*, yaitu pengambilan sampel secara acak dari populasi tanpa mempertimbangkan strata yang ada pada populasi tersebut (Sugiyono, 2017:82). Sampel kerang kepah diambil secara random pada satu pengepul kerang Dusun Tratas Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi.

Sampel kerang yang telah diambil pada pengepul kerang dijadikan satu dan dipanaskan untuk proses pembukaan cangkang. Setelah cangkang terbuka, daging kerang dipisahkan menggunakan sendok dan dibilas. Proses selanjutnya adalah daging kerang diiris tipis-tipis dan dijadikan satu. Setelah itu, sampel kerang yang

telah diiris tipis-tipis dibagi menjadi 24 sampel ke dalam wadah cup. 6 sampel pertama diambil secara acak untuk dijadikan sebagai kelompok kontrol dan diberi label. 6 sampel kedua diambil secara acak lagi untuk dijadikan sebagai kelompok perlakuan 1 dan diberi label. 6 sampel ketiga selanjutnya diambil secara acak lagi untuk dijadikan sebagai kelompok perlakuan 2 dan diberi label. Serta 6 sampel terakhir dijadikan sebagai kelompok perlakuan 3 dan diberi label. Setelah masing-masing sampel telah dikelompokkan dan diberi label, dilakukan perendaman menggunakan larutan jeruk nipis sesuai konsentrasi masing-masing yaitu kelompok kontrol adalah kelompok tanpa perlakuan (0%), kelompok perlakuan 1 adalah kelompok perendaman larutan jeruk nipis dengan konsentrasi 30%, kelompok perlakuan 2 adalah kelompok perendaman larutan jeruk nipis dengan konsentrasi 60%, serta kelompok perlakuan 3 adalah kelompok perendaman larutan jeruk nipis dengan konsentrasi 90%.

### **3.4 Variabel dan Definisi Operasional**

#### **3.4.1 Variabel Penelitian**

1. Variabel bebas adalah variabel yang dapat mempengaruhi atau sebagai alasan berubahnya atau terjadinya variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah perbedaan konsentrasi perendaman larutan jeruk nipis 30%, 60%, dan 90%.
2. Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau dijadikan alasan akan adanya variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah penurunan kandungan logam berat Cd pada daging Kerang Kepah.

#### **3.4.2 Definisi Operasional**

Definisi operasional penelitian bertujuan agar tidak menimbulkan pengertian ganda. Definisi operasional pada penelitian ini adalah:



Tabel 3.2 Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi Operasional	Teknik Pengambilan Data	Skala Data	Kriteria Penilaian
1	Kandungan Cd pada Kerang Kepah ( <i>Polymesoda erosa</i> )	Jumlah kandungan Cd pada kerang yang diambil dari pengepul kerang di Tratas	Uji Laboratorium	Ratio	Sesuai hasil pengukuran
2	Konsentrasi perendaman jeruk nipis	Kandungan asam sitrat pada jeruk nipis yang digunakan dalam perlakuan perendaman kerang kepah dengan variasi konsentrasi yang berbeda.	Observasi	Ratio	- Konsentrasi 30% - Konsentrasi 60% - Konsentrasi 90%
3	Kandungan Cd pada Kerang Kepah ( <i>Polymesoda erosa</i> ) setelah perlakuan	Jumlah kandungan Cd pada kerang setelah perendaman jeruk nipis dengan konsentrasi 30%, 60%, 90%.	Uji Laboratorium menggunakan ICP-MS	Ratio	- Sesuai hasil pengukuran

### 3.5 Data dan Sumber Data

#### 3.5.1 Data Primer

Data primer adalah data yang didapatkan dari sumber utama melalui angket, wawancara, jejak pendapat, dan sebagainya (Notoatmodjo, 2018). Data primer pada penelitian ini diperoleh langsung dari hasil penelitian yaitu hasil uji laboratorium

kandungan Cd pada kerang kepah (*Polymesoda erosa*) di UPT. PMP2KP Banyuwangi.

### 3.5.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapatkan melalui kegiatan membaca, mempelajari, serta memahami melalui media yang berasal dari buku, literatur, dan dokumen perusahaan (Sugiyono, 2017:137). Data sekunder pada penelitian ini diperoleh dari buku dan jurnal tentang logam berat dan jeruk nipis, gambar dan SOP Instruksi Kerja Metode laboratorium UPT. PMP2KP Banyuwangi yang mendukung penelitian.

## 3.6 Alat dan Bahan

### 3.6.1 Alat Penelitian

#### a. Perlakuan Sampel

Alat yang digunakan dalam perendaman sampel adalah

#### 1) Timbangan analitik



Sumber : Data primer

Gambar 3.2 Timbangan analitik

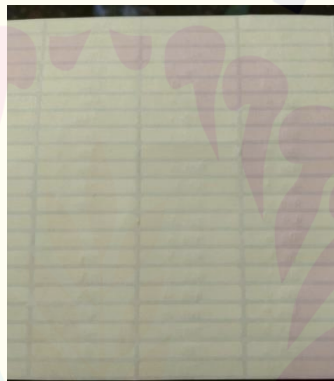
#### 2) Wadah cup plastic 100 mL



Sumber : Data primer

Gambar 3.3 Wadah Cup Plastik

3) Kertas label



Sumber : Data primer

Gambar 3.4 Kertas Label

4) Beaker Glass 100 mL



Sumber : Data primer

Gambar 3.5 *Beaker Glass*

- 5) Wadah penyaring



Sumber : Data primer

Gambar 3.6 Wadah penyaring

- 6) Pisau



Sumber : Data primer

Gambar 3.7 Pisau

- 7) Sendok



Sumber : Data primer

Gambar 3.8 Sendok

- 8) *Handphone* untuk timer



Sumber : Data primer

Gambar 3.9 Handpone sebagai *timer*

- b. Pengujian Sampel

Alat yang digunakan dalam pengujian sampel adalah

- 1) Blender



Sumber : Data primer

Gambar 3.10 Blender

- 2) ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*)



Sumber : Data sekunder

Gambar 3.11 ICP-MS

### 3.6.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

- a. Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*)



Sumber : Data primer

Gambar 3.12 Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*)

b. Jeruk nipis



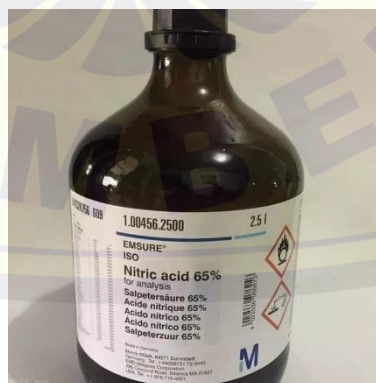
Sumber : Data primer  
Gambar 3.13 Jeruk Nipis

c. Aquades



Sumber : Data primer  
Gambar 3.14 Aquades

d. Asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ )



Sumber : Data sekunder

Gambar 3.15 Asam nitrat (HNO<sub>3</sub>)

- e. Air Deonisasi (*Ultra Pure Water*)



Sumber : Data sekunder

Gambar 3.16 Air Deonisasi (*Ultra Pure Water*)

### 3.7 Prosedur Kerja

#### 3.7.1 Pembuatan Larutan Jeruk Nipis dengan Variasi Konsentrasi 30%, 60%, 90%

- Mencuci jeruk nipis dengan air mengalir hingga bersih (Lampiran D gambar 1).
- Memotong jeruk nipis menjadi beberapa bagian dan memerasnya untuk mendapatkan larutan jeruk nipis dan disaring (Lampiran D gambar 2).
- Konsentrasi 30% perasan jeruk nipis 30 ml ( 1 ½ buah jeruk nipis dengan berat per 1 jeruk nipis sedang sekitar 50 gram) ditambah dengan aquades 70 ml.
- Konsentrasi 60% perasan jeruk nipis digunakan perasan jeruk nipis volume 60 ml ( 3 buah jeruk nipis dengan berat per 1 jeruk nipis sedang sekitar 50 gram) ditambah dengan aquades 40 ml.
- Konsentrasi 90% perasan jeruk nipis digunakan perasaan jeruk nipis 90 ml ( 4 ½ buah jeruk nipis dengan berat per 1 jeruk nipis sedang sekitar 50 gram) ditambah dengan aquades 10 ml.



### 3.7.2 Perendaman Sampel Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*)

- a. Mencuci sampel kerang kepah yang diambil dari lokasi pengamatan menggunakan air mengalir serta disikat untuk menghilangkan kotoran yang melekat pada cangkang bagian luar (Lampiran D gambar 3).
- b. Tahap membuka cangkang kerang untuk diambil isinya:
  - 1) Memasukkan kerang ke dalam panci yang telah diberi air (Lampiran D gambar 4)
  - 2) Meletakkan panci di atas kompor, kemudian menyalakan api (Lampiran D gambar 5)
  - 3) Merebus kerang sampai air mendidih hingga cangkang terbuka (Lampiran D gambar 6)
  - 4) Mematikan kompor, kemudian ditiriskan menggunakan wadah penyaring (Lampiran D gambar 7)
  - 5) Memisahkan daging kerang dengan cangkang menggunakan sendok, kemudian dibilas dengan air mengalir kembali (Lampiran D gambar 8)
- c. Daging kerang diiris tipis-tipis setebal 0,2 cm (Lampiran D gambar 9)
- d. Membagi kerang menjadi 24 bagian (Lampiran D gambar 11)
- e. Perendaman menggunakan larutan jeruk nipis:
  - 1) Bagian pertama sebagai kontrol, yaitu diambil sebanyak 50 gr untuk Cd dan ditiriskan selama 15 menit
  - 2) Bagian kedua diambil sebanyak 50 gr kemudian direndam di dalam 30% larutan jeruk nipis selama 20 menit, setelah itu sampel diangkat serta ditiriskan selama 15 menit (Lampiran D gambar 12 dan 15).
  - 3) Bagian ketiga diambil sebanyak 50 gr kemudian direndam di dalam 60% larutan jeruk nipis selama 20 menit, setelah itu sampel diangkat serta ditiriskan selama 15 menit (Lampiran D gambar 13 dan 16).
  - 4) Bagian keempat diambil sebanyak 50 gr kemudian direndam di dalam 90% larutan jeruk nipis selama 20 menit, setelah itu ditiriskan selama 15 menit (Lampiran D gambar 14 dan 17).

- f. Perendaman dilakukan dengan 50 gr daging kerang dan 100 ml larutan jeruk nipis dengan variasi konsentrasi 30%, 60%, 90% serta memastikan daging kerang terendam sempurna.

### 3.7.3 Proses Destruksi Sampel

Sampel kerang kepah yang digunakan sebagai kontrol serta sampel yang diberikan perlakuan yaitu direndam dalam larutan jeruk nipis dengan variasi konsentrasi, yang telah ditiriskan kemudian dilakukan destruksi. Seperti pada lampiran E dan F tentang SOP prosedur pengujian dan pengukuran sampel kerang. Sampel yang dilakukan destruksi ditimbang 0.5 gr yang sudah homogen secara duplo ke dalam vessel. Ditambahkan sebanyak 5 ml Asam Nitrat Ultrapure (HNO<sub>3</sub>) 60% dan didiamkan selama 10-15 menit untuk proses pre-digest dan menghilangkan gelembung-gelembung gas sebagai akibat reaksi antara contoh dengan reagen pereaksi. Ditambahkan 5 ml Air Deonisasi (*Ultra Pure Water*) dan didiamkan selama 10-15 menit untuk proses pre-digest dan menghilangkan gelembung-gelembung gas sebagai akibat reaksi antara contoh dengan reagen pereaksi. Proses destruksi dilakukan dengan menggunakan *microwave digester* pada suhu 200<sup>0</sup>C selama 50 menit. Setelah proses ekstraksi selesai, dikeluarkan vessel dari *microwave* kemudian ditunggu selama 10-15 menit. Memindahkan sampel yang sudah terekstraksi ke dalam labu ukur PP 50 ml. kemudian menepatkan air deonisasi (*Ultra Pure Water*) hingga batas labu ukur PP. Mengocok sampel hingga homogen dan memindahkan sampel ke dalam wadah atau tabung reaksi PP dengan volume 50 ml. Larutan hasil destruksi selanjutnya diukur menggunakan ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*). Dengan menggunakan standar labu ukur 100 mL, konsentrasi 90% perasan jeruk nipis digunakan perasaan jeruk nipis 90 ml ditambah aquades 10 ml, konsentrasi 60% perasan jeruk nipis digunakan perasan jeruk nipis volume 60 ml ditambah aquades 40 ml, konsentrasi 30% perasan jeruk nipis 30 ml ditambah aquades 70 ml.

### 3.7.4 Prosedur Kerja ICP-MS

Prosedur kerja ICP-MS adalah

a. Preparasi sampel

Beberapa sampel membutuhkan langkah preparasi/persiapan khusus diantaranya penambahan asam, pemanasan, serta destruksi dengan *microwave*.

b. Nebulasi

Cairan diubah menjadi aerosol.

c. Desolvasi/Volatisasi

Pelarut dihilangkan sehingga akan terbentuk aerosol kering.

d. Atomisasi

Ikatan gas putus, dan hanya ada atom. Pada tahap ini, suhu plasma dan suhu sangat penting.

e. Eksitasi/Emisi

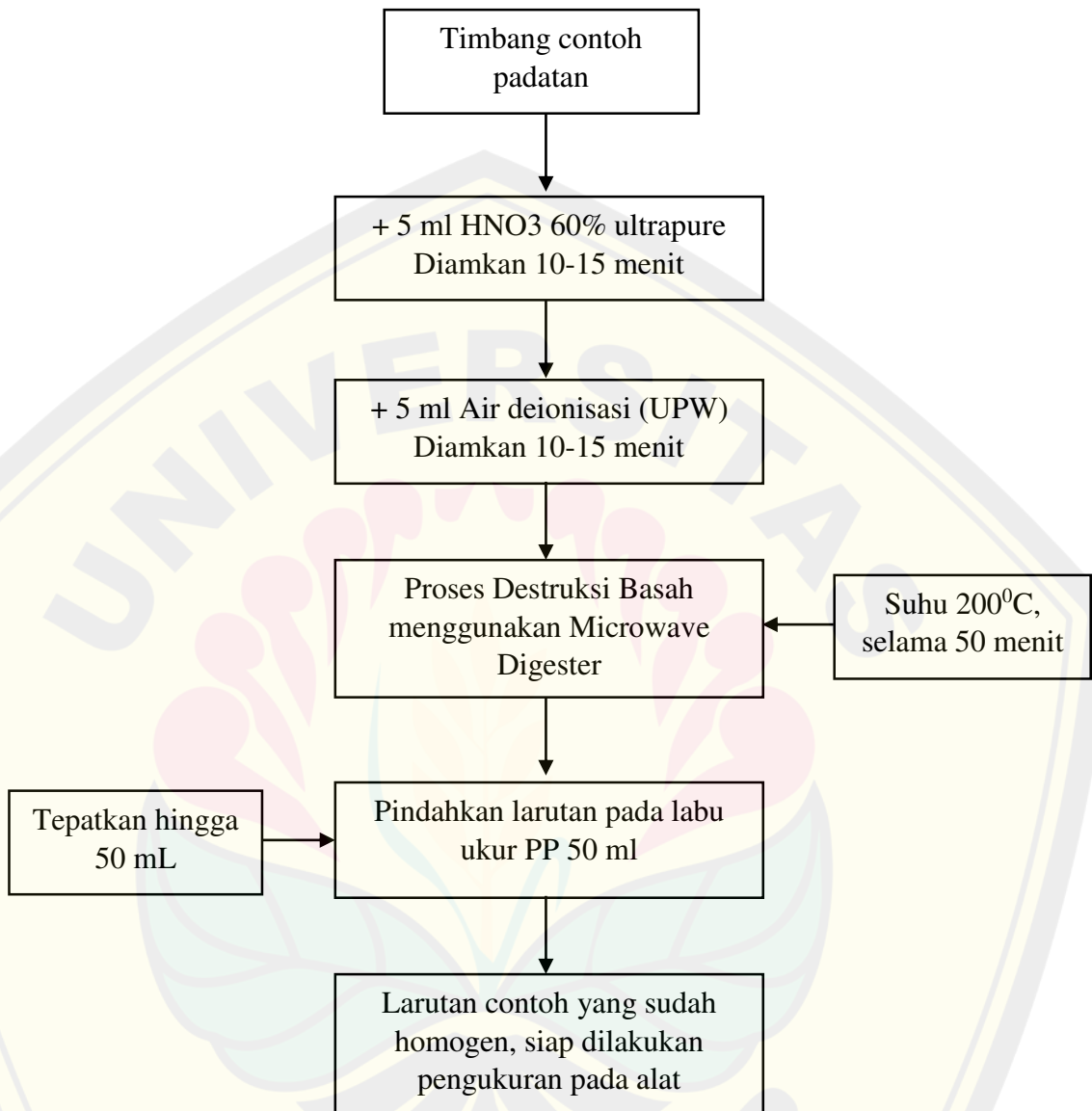
Atom memperoleh energi dari tumbukan dan memancarkan cahaya dari panjang gelombang yang khas.

f. Deteksi/Pemisahan

Grating mendispersikan cahaya yang dapat diukur secara kuantitatif.

Perangkat ICP-MS adalah gabungan dari dua perangkat yaitu alat eksitasi ICP dan MS-quadropole sebagai detektor. Prinsip pengoperasian peralatan ICP-MS yaitu sampel dimasukkan ke dalam suatu pusat tabung plasma argon yang mengkabut secara cepat tersolvasi dan teruapkan. Proses disosiasi dan ionisasi terjadi saat melewati inti plasma. Ion diekstraksi dari tabung pusat plasma ke dalam pompa vakum antarfase, lalu ditransmisikan ke dalam spectrometer massa. Di dalam spectrometer dan massa ion-ion terpisahkan berdasarkan pada massa mereka terhadap rasio muatan. Di dalam instrument, cairan dikonversikan menjadi aerosol melalui proses yang dikenal sebagai nebulasi. Kemudian sampel aerosol ini diangkut ke dalam plasma dan mengalami disolvasi, vaporisasi, atomisasi, dan eksitasi atau ionisasi oleh plasma. Atom dan ion yang tereksitasi akan memancarkan radiasi khas mereka (Cahaya, 2017:24).

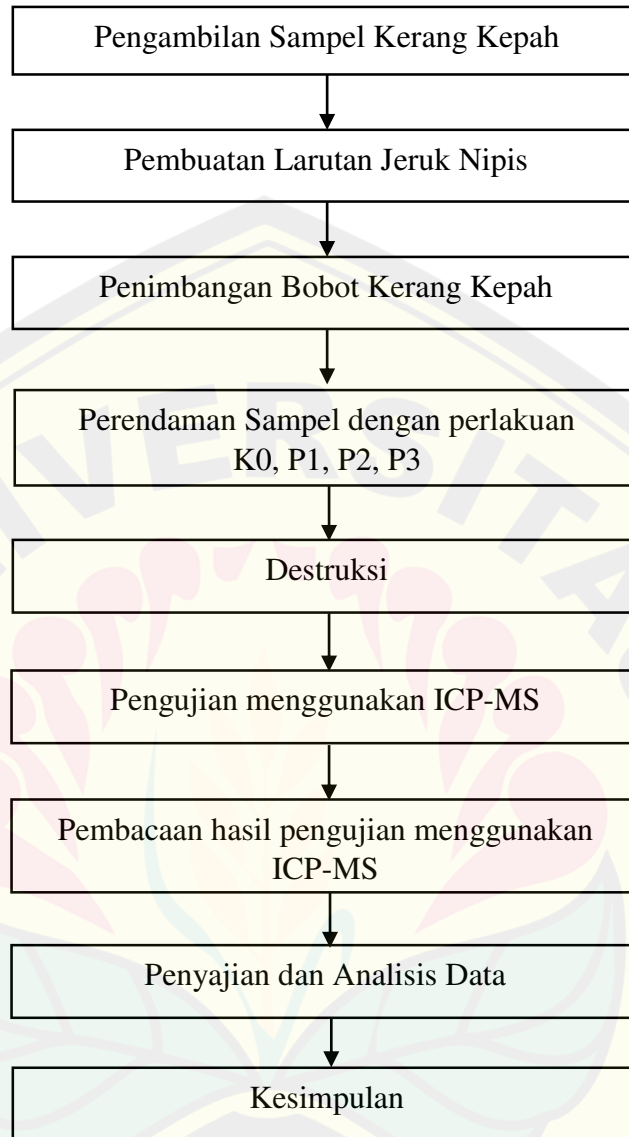
Berikut prosedur pengujian sebelum dilakukan pengukuran pada alat ICP-MS:



Sumber : Lampiran Instruksi Kerja Metode UPT. PMP2KP Banyuwangi

Gambar 3.17 Prosedur Pengujian ICP-MS

## 3.7.5 Prosedur Kerja Penelitian



Gambar 3.18 Prosedur Kerja Penelitian

### 3.8 Metode Pengukuran Data

Metode pengukuran yang digunakan untuk menghitung dan melihat penurunan kandungan logam berat Cd pada kerang kepah (*Polymesoda erosa*) antara sebelum perlakuan (Kelompok Kontrol) dengan setelah perlakuan (Perlakuan 1, Perlakuan 2, dan Perlakuan 3) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Chaerunnisa dan Supardi, 2021:123) :

$$P(x) = \frac{\bar{x}k - \bar{x}p}{\bar{x}k} \times 100\%$$

Keterangan :

P = tingkat penurunan kandungan logam berat Cd (%)

$\bar{x}k$  = rata-rata kandungan timbal sebelum perlakuan atau kelompok kontrol (ppm)

$\bar{x}p$  = rata-rata kandungan timbal setelah perlakuan atau kelompok perlakuan (ppm)

### 3.9 Teknik Penyajian dan Analisis Data

#### 3.9.1 Teknik Penyajian Data

Penyajian data dilakukan untuk menganalisis masalah agar mudah untuk dipahami. Data dapat disajikan atau dijabarkan dalam bentuk tabel, grafik, serta narasi, (Iskandar et al., 2021:43). Pada penelitian ini, penyajian data berupa tabel, grafik, serta narasi.

#### 3.9.2 Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dibedakan menjadi tiga, yaitu sebagai berikut:

##### a. Analisis Univariat

Analisis univariat (analisis deskriptif) adalah statistik yang digunakan untuk menggambarkan atau mendeskripsikan data yang dikumpulkan serta menganalisis data tanpa menarik kesimpulan yang berlaku secara umum atau generalisasi (Sugiyono, 2017:147). Analisis deskriptif pada penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan atau mendeskripsikan hasil uji kandungan logam berat Cd pada

kerang kepah di di UPT. PMP2KP (UPT. Pengujian Mutu dan Pengembangan Produk Kelautan dan Perikanan) Banyuwangi.

b. Analisis Bivariat

Analisis bivariat merupakan analisis yang dilakukan pada dua variable yang diduga berhubungan atau berkorelasi (Notoatmodjo, 2018:183). Analisis bivariat pada penelitian ini adalah untuk melihat hasil uji kandungan logam berat Cd pada kerang kepah setelah diberi perlakuan perendaman larutan jeruk nipis 30%, 60%, dan 90%, serta dilakukan untuk melihat efektivitas jeruk nipis dalam menurunkan kandungan logam berat Cd pada kerang kepah dengan konsentrasi 30%, 60%, dan 90%. Analisis bivariat menggunakan analisis One Way ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Tukey jika ada pengaruh rata-rata sampel. Hipotesis penelitian sebagai berikut:

H<sub>0</sub> = tidak terdapat perbedaan rata-rata

H<sub>1</sub> = terdapat perbedaan rata-rata

Dengan kriteria :

- 1) Apabila nilai probabilitas atau signifikansi  $>0,05$ , maka H<sub>0</sub> diterima atau tidak terdapat perbedaan rata hasil uji kandungan logam berat Cd pada kerang kepah setelah dilakukan perendaman menggunakan larutan jeruk nipis 30%, 60%, dan 90%.
- 2) Apabila nilai probabilitas atau signifikansi  $<0,05$ , maka H<sub>0</sub> ditolak atau terdapat perbedaan rata-rata hasil uji kandungan logam berat Cd pada kerang kepah setelah dilakukan perendaman menggunakan larutan jeruk nipis 30%, 60%, dan 90%.

Uji statistik One Way ANOVA dapat dilakukan apabila memenuhi asumsi-asumsi yang harus dipenuhi dalam pengujian ANOVA diantaranya data harus berdistribusi normal, varians atau populasi homogen, serta antar sampel tidak berhubungan. Apabila asumsi-asumsi tersebut tidak terpenuhi maka uji diganti menjadi statistik non parametrik. Uji statistik non parametrik sebagai alternatif

pengganti dari uji ANOVA adalah uji Kruskal-Wallis dan dilanjutkan dengan Uji Mann-Whitney apabila terdapat pengaruh rata-rata sampel.

Dasar pengambilan keputusan uji Kruskal-Wallis adalah sebagai berikut:

H<sub>0</sub> = tidak terdapat perbedaan antara sebelum dan sesudah perlakuan

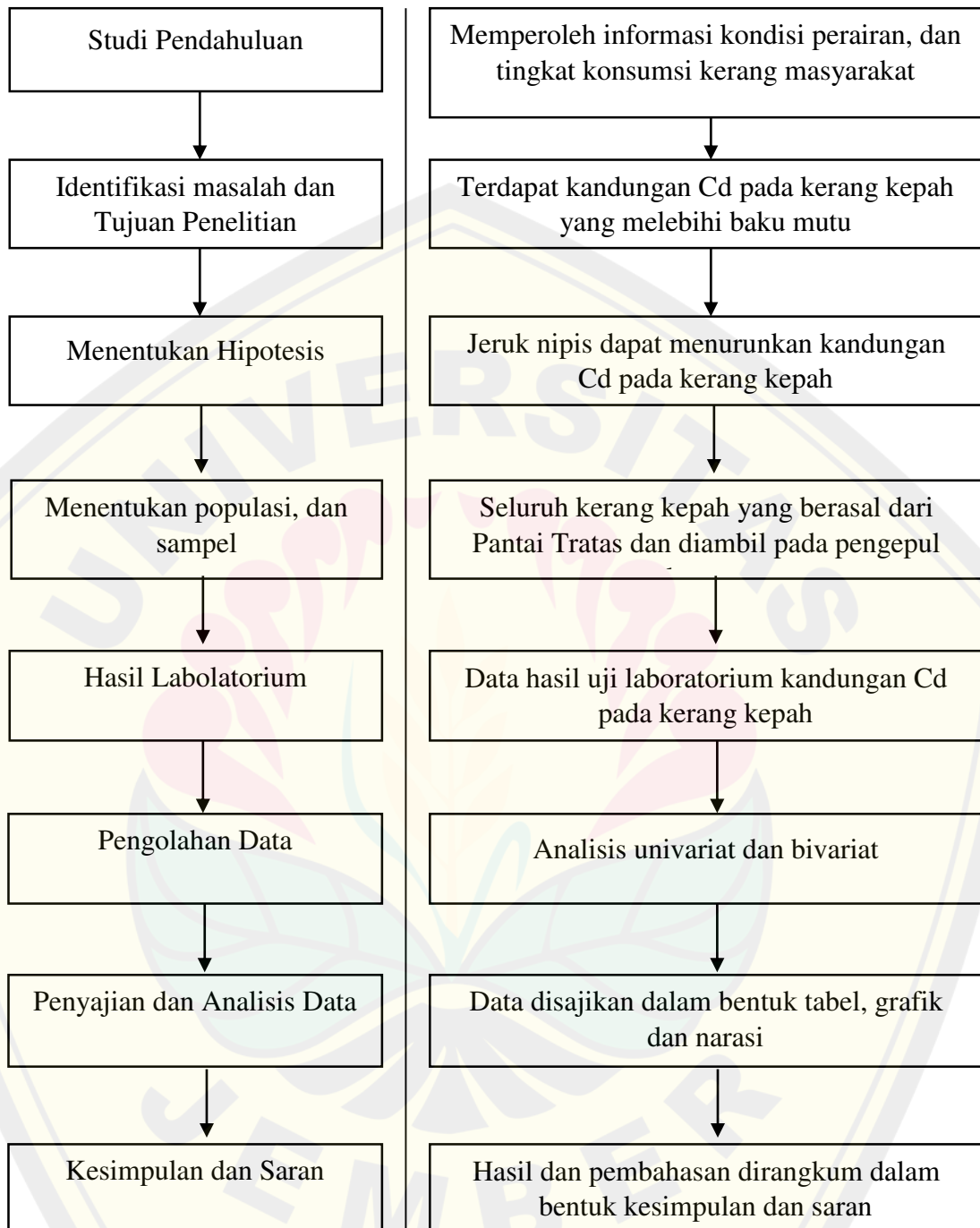
H<sub>1</sub> = terdapat perbedaan antara sebelum dan sesudah perlakuan

Dengan kriteria:

- 1) Jika probabilitas atau *Asymp. Sig.* > 0,05 maka H<sub>0</sub> diterima atau tidak terdapat perbedaan rata hasil uji kandungan logam berat Cd pada kerang kepah setelah dilakukan perendaman menggunakan larutan jeruk nipis 30%, 60%, dan 90%.
- 2) Jika probabilitas atau *Asymp. Sig.* < 0,05 maka H<sub>0</sub> ditolak atau terdapat perbedaan rata-rata hasil uji kandungan logam berat Cd pada kerang kepah setelah dilakukan perendaman menggunakan larutan jeruk nipis 30%, 60%, dan 90%.



### 3.10 Alur Penelitian



Gambar 3.19 Alur Penelitian

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Penelitian

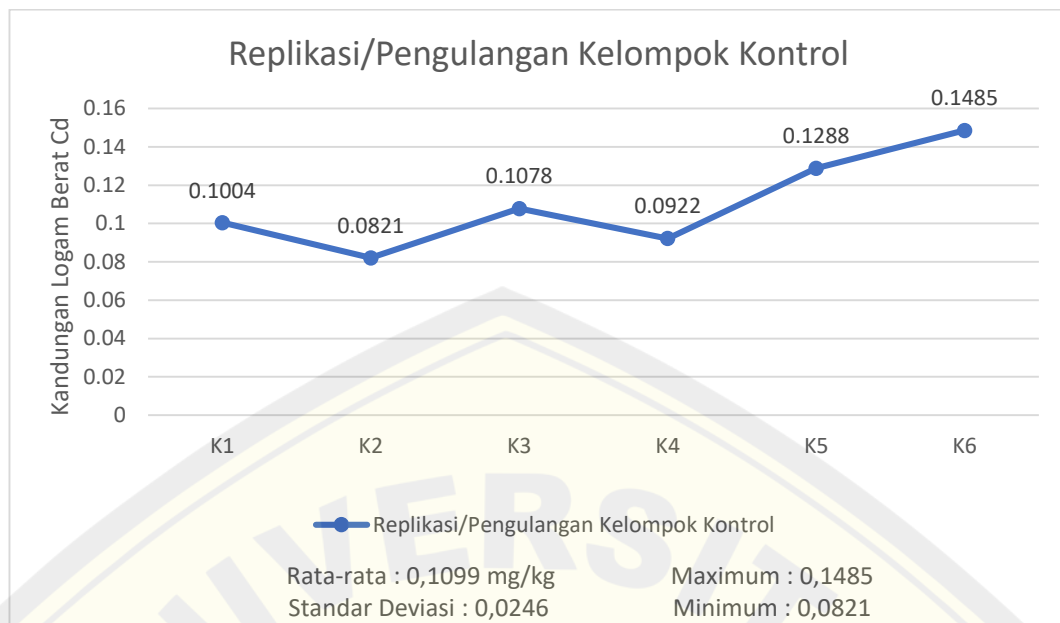
#### 4.1.1 Kandungan Logam Berat Cd pada Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) Sebelum Perlakuan Perendaman Jeruk Nipis

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh data tentang kandungan logam berat Cd pada kerang kepah (*Polymesoda erosa*) sebelum diberikan perlakuan perendaman menggunakan larutan jeruk nipis. Pengukuran kandungan logam berat Cd pada kerang kepah dilakukan di Laboratorium UPT. PMP2KP Banyuwangi menggunakan ICP-MS. Hasil pengukuran kandungan logam berat Cd pada kerang kepah sebelum diberikan perlakuan perendaman menggunakan larutan jeruk nipis, sebagai berikut:

Tabel 4.1 Kandungan Cd Pada Kerang Kepah Sebelum Perlakuan

Perlakuan	Kandungan Cd pada Kerang Kepah						Rata-rata
	Pengulangan						
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	
Kontrol (0%)	0,1004	0,0821	0,1078	0,0922	0,1288	0,1485	0,1099

Berdasarkan tabel 4.1, hasil pemeriksaan kandungan logam berat Cd pada Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) yang diambil dari perairan Pantai Tratas pada satu pengepul kerang Dusun Tratas sebelum diberi perlakuan yaitu kelompok kontrol (0%) dengan enam kali pengulangan (K1, K2, K3, K4, K5, dan K6) menunjukkan hasil rata-rata sebesar 0,1099 mg/kg atau 0,11 mg/kg.



Gambar 4.1 Replikasi/Pengulangan Kandungan Cd Pada Kelompok Kontrol

Berdasarkan Grafik 4.1, grafik hasil pemeriksaan uji laboratorium kandungan logam berat Cd kerang kepah pada kelompok kontrol menunjukkan rata-rata kandungan logam berat Cd sebesar 0,1099 mg/kg dengan nilai standar deviasi sebesar 0,0246. Dapat diketahui hasil pemeriksaan uji kandungan logam berat Cd pada kerang kepah dengan kandungan tertinggi sebesar 0,1485 mg/kg dan hasil kandungan logam berat Cd terendah sebesar 0,0821 mg/kg.

Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa kandungan logam berat Cd tinggi jika dibandingkan dengan nilai ambang batas kandungan logam berat Cd pada produk perikanan termasuk kerang dalam Peraturan Kepala Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) Nomor 5 Tahun 2018 tentang Batas Maksimum Cemar Logam Berat dalam Pangan Olahan yaitu dengan nilai ambang batas sebesar 0,1 mg/kg. Sehingga hasil penelitian tersebut yaitu 0,11 mg/kg telah melewati ambang batas maksimum yang diizinkan. Hasil pemeriksaan kandungan logam berat Cd pada kerang kepah sebelum diberi perlakuan atau kelompok kontrol ini digunakan sebagai tolak ukur kandungan logam berat Cd sebelum dilakukan perlakuan perendaman kerang kepah menggunakan larutan jeruk nipis.

4.1.2 Gambaran Kandungan Logam Berat Cd pada Kerang Kepah (*Polymesoda Erosa*) yang Diberi Perlakuan Perendaman Jeruk Nipis dengan Konsentrasi 30%, 60%, dan 90% Selama 20 Menit.

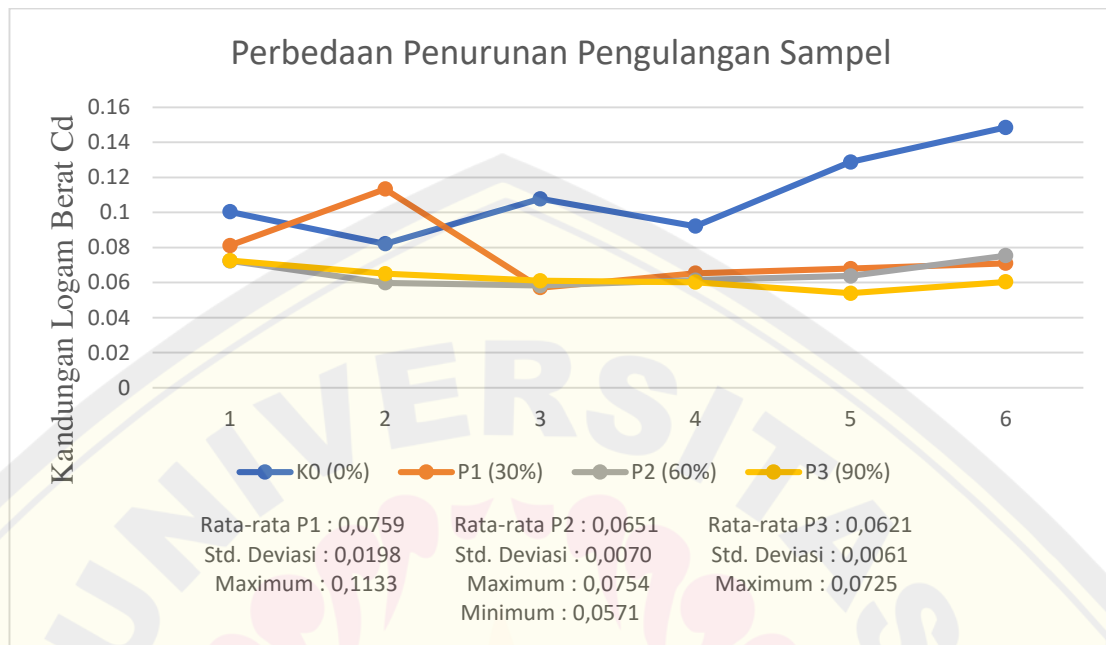
Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh data tentang kandungan logam berat Cd pada kerang kepah (*Polymesoda erosa*) setelah dilakukan perlakuan perendaman menggunakan larutan jeruk nipis dengan variasi konsentrasi 30%, 60%, dan 90% selama 20 menit.

Tabel 4.2 Kandungan Cd Pada Kerang Kepah Setelah Perlakuan

Perlakuan	Kandungan Cd pada Kerang Kepah						Rata-rata	Uji Kruskal-Wallis Asymp. Sig.
	Pengulangan							
	1	2	3	4	5	6		
Kontrol (0%)	0,1004	0,0821	0,1078	0,0922	0,1288	0,1485	0,1099	0,005
Perlakuan 1 (30%)	0,0811	0,1133	0,0571	0,0653	0,0680	0,0710	0,0759	
Perlakuan 2 (60%)	0,0723	0,0598	0,0583	0,0614	0,0638	0,0754	0,0651	
Perlakuan 3 (90%)	0,0725	0,0650	0,0610	0,0602	0,0539	0,0604	0,0621	

Berdasarkan tabel 4.2, terlihat bahwa kandungan logam berat Cd pada kerang kepah setelah dilakukan perlakuan perendaman menggunakan larutan jeruk nipis dan pengulangan menunjukkan hasil yang berbeda. Kelompok kontrol (0%) atau kelompok sampel tanpa perlakuan didapatkan hasil rata-rata pengulangan sebesar 0,1099 mg/kg. Pada perlakuan 1 (30%) selama 20 menit, didapatkan hasil rata-rata pengulangan sebesar 0,0759 mg/kg. Pada perlakuan 2 (60%) selama 20 menit, didapatkan hasil rata-rata pengulangan sebesar 0,0651 mg/kg. Serta pada perlakuan 3 (90%) selama 20 menit, didapatkan hasil rata-rata pengulangan sebesar 0,0621 mg/kg. Masing-masing perlakuan setelah perendaman dilakukan penirisan selama 15 menit dan dilanjutkan dengan mengirimkan sampel kerang ke Laboratorium

UPT.PMP2KP Banyuwangi dengan sekitar 50 menit perjalanan untuk melakukan pengujian kandungan logam berat Cd pada kerang kepah.



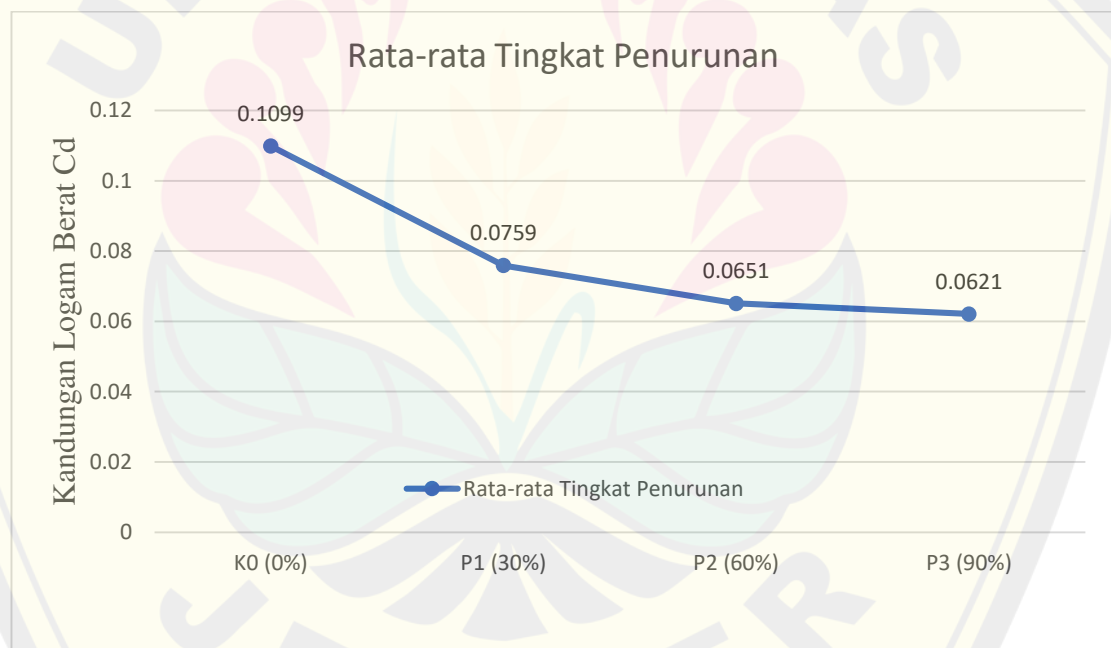
Gambar 4.2 Tingkat Penurunan Kandungan Logam Berat Cd pada Replikasi Sampel

Grafik 4.2 juga menunjukkan perbedaan hasil replikasi sampel terkait kandungan logam berat Cd pada kerang kepah antara kelompok kontrol (0%) dengan tiga kelompok perlakuan (30%, 60%, dan 90%). Pada perlakuan 1 memiliki rata-rata kandungan logam berat Cd sebesar 0,0759 mg/kg dengan nilai standar deviasi sebesar 0,0198 dan dapat ditahui hasil pemeriksaan kandungan Cd kelompok perlakuan 1 dengan kandungan tertinggi sebesar 0,1133 mg/kg dan kandungan terendah sebesar 0,0571 mg/kg. Pada perlakuan 2 memiliki rata-rata kandungan logam berat Cd sebesar 0,0651 mg/kg dengan nilai standar deviasi sebesar 0,0070 dan dapat ditahui hasil pemeriksaan kandungan Cd kelompok perlakuan 2 dengan kandungan tertinggi sebesar 0,0754 mg/kg dan kandungan terendah sebesar 0,0583 mg/kg. Pada perlakuan 3 memiliki rata-rata kandungan logam berat Cd sebesar 0,0621 mg/kg dengan nilai standar deviasi sebesar 0,0061 dan dapat ditahui hasil pemeriksaan kandungan Cd kelompok perlakuan 1 dengan kandungan tertinggi sebesar 0,0725 mg/kg dan kandungan terendah sebesar 0,0539 mg/kg. Grafik replikasi kelompok perlakuan menunjukkan hasil kandungan logam

berat Cd yang lebih rendah daripada kandungan logam berat Cd pada kelompok kontrol. Meskipun pada grafik menunjukkan terdapat satu replikasi pada kelompok perlakuan 1 yang tinggi, tetapi rata-rata menunjukkan kandungan logam berat Cd pada perlakuan 1 lebih rendah daripada pada kelompok kontrol.

#### 4.1.3 Analisis Kandungan Logam Berat Cd Pada Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) Setelah Diberi Perlakuan Perendaman Jeruk Nipis Dengan Konsentrasi 30%, 60%, dan 90% selama 20 menit.

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh data nilai rata-rata hasil pengukuran kandungan logam berat Cd pada kerang kepah (*Polymesoda erosa*) setelah dilakukan perlakuan perendaman menggunakan larutan jeruk nipis dengan variasi konsentrasi 30%, 60%, dan 90% selama 20 menit.



Gambar 4.3 Rata-rata Penurunan Kelompok Perlakuan

Berdasarkan grafik 4.3, hasil rata-rata pengurangan kelompok perlakuan mengalami penurunan kandungan logam berat Cd pada kerang kepah antara sebelum dan sesudah perlakuan perendaman menggunakan larutan jeruk nipis yang dapat dilihat dari grafik yang menurun. Pada perlakuan 1 (30%) didapatkan hasil rata-rata penurunan sebesar 0,0759 mg/kg. Pada perlakuan 2 (60%) didapatkan

hasil rata-rata penurunan sebesar 0,0651 mg/kg. Serta pada perlakuan 3 (90%) didapatkan hasil rata-rata penurunan sebesar 0,0621 mg/kg.

Selain itu, dilakukan uji statistik untuk mengetahui perbedaan rata-rata antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan. Uji perbedaan rata-rata lebih dari dua kelompok data menggunakan Uji ANOVA. Asumsi-asumsi yang harus dipenuhi dalam pengujian ANOVA adalah data harus berdistribusi normal, variansi atau populasi homogen, serta antar sampel tidak berhubungan. Apabila asumsi-asumsi tersebut tidak terpenuhi maka uji diganti menjadi statistik non parametrik. Uji statistik non parametrik sebagai alternatif pengganti dari uji ANOVA adalah uji Kruskal-Wallis.

Tabel 4.3 Uji Normalitas Data

Kelompok	<i>Sig.</i>	Keterangan
Kontrol (0%)	0,737	Normal
Perlakuan 1 (30%)	0,138	Normal
Perlakuan 2 (60%)	0,245	Normal
Perlakuan 3 (90%)	0,596	Normal

Berdasarkan tabel 4.3 hasil dari uji normalitas pada 4 kelompok sampel didapatkan hasil bahwa pada kelompok kontrol (0%), perlakuan 1 (30%), perlakuan 2 (60%), dan perlakuan 3 (90%) berdistribusi normal. Data dikatakan berdistribusi normal apabila *Sig.* menunjukkan nilai  $> 0,05$ , sedangkan data dikatakan tidak berdistribusi normal apabila *Sig.* menunjukkan nilai  $< 0,05$ .

Tabel 4.4 Uji Homogenitas

Levene Statistic	df1	df2	<i>Sig.</i>	Keterangan
3,388	3	20	0,038	Tidak Homogen

Berdasarkan tabel 4.4 hasil dari uji homogenitas pada 4 kelompok sampel didapatkan hasil yang menunjukkan nilai *Sig.* 0,038 yang artinya data tersebut bersifat tidak homogen. Data dikatakan homogen apabila nilai *Sig.*  $> 0,05$ , sedangkan data dikatakan tidak homogen apabila nilai *Sig.*  $< 0,05$ . Sehingga data penelitian ini menggunakan uji statistik Kruskal-Wallis sebagai alternatif pengganti uji ANOVA.

Dasar pengambilan keputusan uji Kruskal-Wallis adalah sebagai berikut:

H<sub>0</sub> = tidak terdapat perbedaan antara sebelum dan sesudah perlakuan

H<sub>1</sub> = terdapat perbedaan antara sebelum dan sesudah perlakuan

Dengan kriteria:

Jika probabilitas atau *Asymp. Sig.* > 0,05 maka H<sub>0</sub> diterima

Jika probabilitas atau *Asymp. Sig.* < 0,05 maka H<sub>0</sub> ditolak

Berdasarkan hasil uji Kruskal-Wallis dapat dilihat pada tabel 4.2, didapatkan nilai *Asymp. Sig.* sebesar 0,005 yang artinya H<sub>0</sub> ditolak atau terdapat perbedaan kandungan logam berat Cd pada kerang kepah antara sebelum dan sesudah perlakuan perendaman menggunakan larutan jeruk nipis.

#### 4.1.4 Efektivitas Larutan Jeruk Nipis dalam Menurunkan Kandungan Logam Berat Cd pada Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) dengan Konsentrasi 30%, 60%, dan 90% Selama 20 Menit.

Penelitian yang telah dilakukan terkait pengaruh perendaman kerang kepah menggunakan larutan jeruk nipis terhadap kandungan logam berat Cd dengan konsentrasi yang berbeda yaitu 30%, 60%, dan 90% selama 20 menit dengan masing-masing pengulangan sebanyak enam kali diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.5 Efektivitas Larutan Jeruk Nipis Dalam Menurunkan Kandungan Logam Berat Cd Pada Kerang Kepah

Konsentrasi	Rata-rata Kandungan Cd (mg/kg)		Penurunan (%)	Uji Mann-Whitney <i>Asymp. Sig.</i>
	Sebelum	Sesudah		
Perlakuan 1 (30%)	0,1099	0,0759	30,93	0,025
Perlakuan 2 (60%)	0,1099	0,0651	40,76	0,004
Perlakuan 3 (90%)	0,1099	0,0621	43,49	0,004

Berdasarkan tabel 4.5, terlihat bahwa kandungan logam berat Cd pada kerang kepah antara sebelum dan setelah dilakukan perlakuan perendaman



menggunakan larutan jeruk nipis dan pengulangan menunjukkan hasil yang menurun. Rumus untuk mengetahui persentase penurunan sebagai berikut:

$$P(x) = \frac{\bar{x}k - \bar{x}p}{\bar{x}k} \times 100\%$$

Keterangan :

P = tingkat penurunan kandungan logam berat Cd (%)

$\bar{x}k$  = rata-rata kandungan timbal sebelum perlakuan atau kelompok kontrol

$\bar{x}p$  = rata-rata kandungan timbal setelah perlakuan atau kelompok perlakuan

a. Perlakuan 1 (30%)

Pada perlakuan 1 (30%) dilakukan perendaman kerang kepah menggunakan larutan jeruk nipis dengan konsentrasi 30% yaitu 30 ml perasan jeruk nipis ditambahkan 70 ml aquades.

$$\begin{aligned} P(P1) &= \frac{\bar{x}k - \bar{x}p}{\bar{x}k} \times 100\% \\ &= \frac{0,1099 - 0,0759}{0,1099} \times 100\% \\ &= 30,93\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, didapatkan hasil persentase penurunan kandungan logam berat Cd pada kerang kepah antara kelompok kontrol (0%) dengan perlakuan 1 (30%) sebesar 30,93%.

b. Perlakuan 2 (60%)

Pada perlakuan 2 (60%) dilakukan perendaman kerang kepah menggunakan larutan jeruk nipis dengan konsentrasi 60% yaitu 60 ml perasan jeruk nipis ditambahkan 40 ml aquades.

$$\begin{aligned} P(P2) &= \frac{\bar{x}k - \bar{x}p}{\bar{x}k} \times 100\% \\ &= \frac{0,1099 - 0,0651}{0,1099} \times 100\% \\ &= 40,76\% \end{aligned}$$

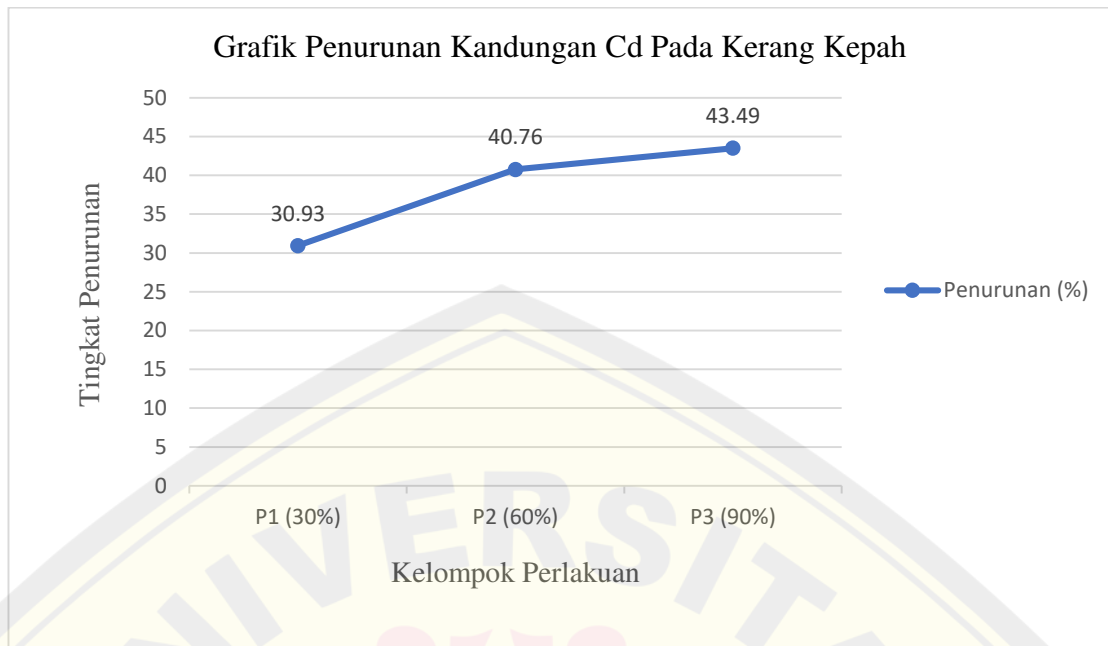
Berdasarkan hasil perhitungan di atas, didapatkan hasil persentase penurunan kandungan logam berat Cd pada kerang kepah antara kelompok kontrol (0%) dengan perlakuan 2 (60%) sebesar 40,76%.

c. Perlakuan 3 (90%)

Pada perlakuan 3 (90%) dilakukan perendaman kerang kepah menggunakan larutan jeruk nipis dengan konsentrasi 90% yaitu 90 ml perasan jeruk nipis ditambahkan 10 ml aquades.

$$\begin{aligned} P(P3) &= \frac{\bar{x}_k - \bar{x}_p}{\bar{x}_k} \times 100\% \\ &= \frac{0,1099 - 0,0621}{0,1099} \times 100\% \\ &= 43,49\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, didapatkan hasil persentase penurunan kandungan logam berat Cd pada kerang kepah antara kelompok kontrol (0%) dengan perlakuan 3 (90%) sebesar 43,49%.



**Gambar 4.4 Grafik Penurunan Kandungan Cd Pada Kerang Kepah Setelah Perlakuan**

Berdasarkan hasil tabel 4.5, grafik 4.4 dan perhitungan, persentase penurunan kandungan logam berat Cd pada kerang kepah paling besar adalah pada perlakuan 3 (90%) yaitu dengan rata-rata 0,0621 mg/kg dan mengalami penurunan sebesar 43,49%. Dari hasil tabel pemeriksaan kandungan logam berat Cd di atas dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi larutan jeruk nipis yang digunakan dalam perlakuan perendaman kerang kepah maka penurunan kandungan logam berat Cd juga semakin besar atau setiap penambahan konsentrasi larutan jeruk nipis menunjukkan hasil kandungan logam berat Cd semakin rendah. Oleh karena itu, berdasarkan hasil penelitian di atas konsentrasi paling efektif dalam menurunkan kandungan logam berat Cd pada kerang kepah yang diambil pada perairan Pantai Tratas Muncar di satu tempat pengepul kerang Dusun Tratas yaitu pada konsentrasi 90% selama 20 menit dengan rata-rata 0,0621 mg/kg dan penurunan sebesar 43,49%.

Selain itu, dilakukan uji statistik lanjutan untuk mengetahui perbedaan rata-rata antara kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan tersebut signifikan atau tidak. Untuk melihat signifikansi perbedaan rata-rata kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan menggunakan uji Mann-Whitney. Uji Mann-Whitney

digunakan untuk menguji dua sampel bebas atau keduanya tidak berhubungan, serta tidak diperlukan data penelitian yang berdistribusi normal dan homogen.

Dasar pengambilan keputusan uji Mann-Whitney adalah sebagai berikut:

H<sub>0</sub> = rata-rata kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan tidak berbeda secara signifikan

H<sub>1</sub> = rata-rata kelompok kontrol dengan kelompok perlakuan berbeda secara signifikan

Dengan kriteria:

Jika probabilitas atau *Asymp. Sig.* > 0,05 maka H<sub>0</sub> diterima

Jika probabilitas atau *Asymp. Sig.* < 0,05 maka H<sub>0</sub> ditolak

Berdasarkan hasil uji Mann-Whitney yang dapat dilihat pada tabel 4.5, pada kelompok kontrol (0%) dengan kelompok perlakuan 1 (30%) didapatkan nilai *Asymp. Sig.* sebesar 0,025. Pada kelompok kontrol (0%) dengan perlakuan 2 (60%) didapatkan nilai *Asymp. Sig.* sebesar 0,004. Serta pada kelompok kontrol (0%) dengan perlakuan 3 (90%) didapatkan nilai *Asymp. Sig.* sebesar 0,004. Dari ketiga hasil uji Mann-Whitney tersebut nilai *Asymp. Sig.* < 0,05 yang artinya H<sub>0</sub> ditolak atau nilai rata-rata kandungan logam berat Cd pada kerang kepah antara sebelum dan sesudah perlakuan perendaman menggunakan larutan jeruk nipis mengalami perbedaan yang signifikan.

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi yang digunakan dalam perlakuan maka semakin efektif penurunan kandungan logam berat Cd yang terjadi.

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Kandungan Logam Berat Cd pada Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) Sebelum Perlakuan Perendaman Jeruk Nipis

Pemeriksaan kandungan logam berat Cd pada kerang kepah (*Polymesoda erosa*) dilakukan menggunakan ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry*) di Laboratorium UPT. PMP2KP Banyuwangi. Berdasarkan hasil pemeriksaan kandungan logam berat Cd pada sampel kerang kepah (*Polymesoda erosa*) yang berasal dari Perairan Pantai Tratas pada tempat pengepul kerang Dusun

Tratas, kerang kepah tersebut telah tercemar logam berat Cd seperti yang terdapat pada lampiran G hasil laboratorium.

Kandungan logam berat Cd pada kerang kepah (*Polymesoda erosa*) seperti yang tertera pada tabel 4.1 sebesar 0,1099 mg/kg. Berdasarkan Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Nomor 5 Tahun 2018 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan Olahan, batas maksimum logam berat Cd pada Ikan dan produk perikanan adalah 0,1 mg/kg. maka kandungan logam berat Cd pada kerang kepah tersebut telah melebihi batas maksimum yang dianjurkan sehingga tidak aman untuk dikonsumsi oleh masyarakat.

Kandungan logam berat Cd pada kerang kepah dapat disebabkan karena perairan Pantai Tratas sebagai habitat kerang kepah telah tercemar. Berdasarkan wawancara dengan masyarakat, masyarakat dusun Tratas mengonsumsi kerang dengan cara direbus terlebih dahulu untuk memisahkan daging dengan cangkang tanpa dilakukan pengolahan untuk pengurangan logam berat sehingga tidak aman untuk dikonsumsi terus menerus. Sumber Cd yang menyebabkan pencemaran berasal dari beberapa sumber, diantaranya pembuangan limbah industri, kegiatan pertanian seperti penggunaan pestisida dan pupuk kimia dengan cara berlebihan dan terus menerus, dan pembuangan limbah rumah tangga di sungai (Sutrisno dan Kuntiyastuti, 2015:83-84) seperti pada lampiran C gambar 1, 2 dan 3 bahwa terlihat Pantai Tratas telah tercemar dengan kondisi air yang menghitam serta bau menyengat, kumpulan sampah masyarakat, serta limbah industri dari Sungai Tratas yang bermuara pada Pantai Tratas.

Berdasarkan hasil observasi, terdapat pabrik-pabrik besar di yang terletak sekitar perairan Pantai Tratas diantaranya Pabrik Asia dan Pabrik Pasivic Harvest yang keduanya merupakan pabrik pengalengan ikan berskala besar. Pabrik Pasivic terletak tepat di sebelah Sungai Tratas yang merupakan sungai yang bermuara di Pantai Tratas seperti pada Lampiran C gambar 3. Sementara Pabrik Asia terletak sedikit lebih jauh dari Sungai Tratas. Menurut Zuhro (2015:1), adanya industri pengalengan ikan di Kecamatan Muncar juga membuat lingkungan semakin terancam oleh pencemaran limbah yang dibuang ke pantai berupa logam berat yang digunakan sebagai bahan baku untuk penyoderan kaleng serta pewarnaan

menggunakan cat. Selain itu, aktivitas masyarakat seperti pembuangan limbah rumah tangga di perairan terutama aktivitas perikanan yang berpotensi menyumbangkan polusi logam berat dimana masyarakat Dusun Tratas sebagian besar berprofesi sebagai nelayan. Selain itu, juga terdapat aktivitas masyarakat sekitar pantai yang membuang sampah di badan air yang terlihat dari adanya kumpulan sampah di pesisir pantai seperti pada lampiran C gambar 1 dan 2.

Pantai Tratas merupakan tempat bermuaranya Kali Tratas. Kali Tratas merupakan salah satu sungai di kawasan Muncar yang telah tercemar oleh limbah industri perikanan yang terlihat dari keadaan pantai yang tampak hitam dan kotor seperti lampiran C gambar 1. Beberapa industri pengolahan ikan di sekitar pantai belum memaksimalkan penggunaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) akibat besarnya dana dan lahan yang terbatas untuk pembuatan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang memenuhi syarat, sehingga air limbah rata-rata dialirkan lewat pipa ke muara sungai dalam kondisi yang masih keruh dan bau. Limbah sisa hasil produksi seringkali dibuang begitu saja di badan perairan dan tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Limbah industri yang bersumber dari pemukiman penduduk maupun pabrik yang disalurkan ke sungai akan berakhir ke laut. Limbah yang mengandung logam berat khususnya Cd yang masuk ke dalam perairan akan mengalami pengendapan dan membentuk sedimen. Menurut Budiastuti *et al.*, (2016:120), kandungan logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan logam berat pada perairan. Tingginya kandungan logam berat Cd pada sedimen akan menyebabkan biota air terkena cemaran Cd seperti kerang kepah (*Polymesoda erosa*), dimana kerang kepah tersebut hidup di dasar perairan dan apabila dikonsumsi dapat berbahaya bagi kesehatan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hasanah (2018), terdapat kandungan logam berat Cd pada sedimen laut perairan Pantai Tratas yang diambil di tiga titik lokasi. Pada lokasi 1 kandungan logam berat Cd saat pasang sebesar 0,034 mg/kg dan saat surut 0,058 mg/kg. Pada lokasi 2 saat pasang sebesar 0,025 mg/kg dan saat surut sebesar 0,054 mg/kg. pada lokasi 3 saat pasang sebesar 0,053 mg/kg dan saat surut sebesar 0,125 mg/kg. Logam berat yang terdapat pada perairan

akan mengalami beberapa proses salah satunya adalah pengendapan dalam sedimen. Habitat kerang yang menetap di dasar perairan dengan membenamkan diri dalam substrat berlumpur sehingga peluang untuk terkontaminasi logam berat Cd besar.

Logam berat Cd memiliki potensi besar merusak dan mempengaruhi kualitas lingkungan dan pencemaran lingkungan melalui rantai makanan. Konsentrasi logam berat Cd dalam makanan merupakan akumulasi logam berat yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia. Cd dalam jumlah sedikit bersifat racun bagi tubuh karena manusia sebenarnya tidak membutuhkan Cd dalam proses metabolismenya (Adhani dan Husaini, 2017:120). Pada manusia memiliki efek akut yang dapat merusak sistem pencernaan, system pernapasan, bahkan dapat menyebabkan kematian, serta memiliki efek kronis berupa karsinogenik (Nurhayati dan Navianti, 2017:52).

#### 4.2.2 Gambaran Kandungan Logam Berat Cd pada Kerang Kepah (*Polymesoda Erosa*) yang Diberi Perlakuan Perendaman Jeruk Nipis dengan Konsentrasi 30%, 60%, dan 90% Selama 20 Menit.

Kandungan logam berat Cd pada kerang kepah (*Polymesoda erosa*) seperti yang terdapat pada tabel 4.2 menunjukkan perbedaan rata-rata antara sebelum perlakuan dengan setelah perlakuan perendaman menggunakan larutan jeruk nipis. Rata-rata kandungan logam berat pada penambahan larutan jeruk nipis selama 20 menit dengan konsentrasi 0% (kontrol) sebesar 0,1099 mg/kg, 30% (perlakuan 1) sebesar 0,0759 mg/kg, 60% (perlakuan 2) sebesar 0,0651 mg/kg, dan 90% (perlakuan 3) sebesar 0,0621 mg/kg. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa kandungan logam berat Cd pada kerang kepah mengalami penurunan setelah diberi perlakuan perendaman menggunakan larutan jeruk nipis dengan berbagai konsentrasi.

Pada kelompok kontrol (0%) atau kelompok tanpa perlakuan, dilakukan replikasi atau pengulangan sebanyak enam kali. Pada kelompok perlakuan 1 (30%) dilakukan perendaman daging kerang kepah masing-masing sebanyak 50 gr dengan air perasan jeruk nipis sebanyak 30ml dan aquades sebanyak 70ml selama 20 menit

seperti lampiran D gambar 12, kemudian ditiriskan selama 15 menit seperti lampiran D gambar 15 dan dilakukan replikasi sebanyak enam kali. Pada kelompok perlakuan 2 (60%) dilakukan perendaman daging kerang kepah masing-masing sebanyak 50 gr dengan air perasan jeruk nipis sebanyak 60ml dan aquades sebanyak 40ml selama 20 menit seperti lampiran D gambar 13, kemudian ditiriskan selama 15 menit seperti lampiran D gambar 16 dan dilakukan replikasi sebanyak enam kali. Serta pada kelompok perlakuan 3 (90%) dilakukan perendaman daging kerang kepah masing-masing sebanyak 50 gr dengan air perasan jeruk nipis sebanyak 90ml dan aquades sebanyak 10ml selama 20 menit seperti lampiran D gambar 14, kemudian ditiriskan selama 15 menit seperti lampiran D gambar 17 dan juga dilakukan replikasi sebanyak enam kali. Kemudian setelah 24 sampel selesai dilakukan perendaman seperti lampiran D gambar 18, maka dilanjutkan dengan mengirimkan sampel kerang untuk uji kandungan logam berat Cd di Laboratorium UPT.PMP2KP Banyuwangi dengan sekitar 50 menit perjalanan.

#### 4.2.3 Analisis Kandungan Logam Berat Cd Pada Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) Setelah Diberi Perlakuan Perendaman Jeruk Nipis Dengan Konsentrasi 30%, 60%, dan 90% Selama 20 menit.

Kandungan logam berat Cd pada kerang kepah (*Polymesoda erosa*) seperti yang terdapat pada grafik 4.3 menunjukkan penurunan dilihat dari nilai rata-rata antara sebelum perlakuan dengan setelah perlakuan perendaman menggunakan larutan jeruk nipis. Penurunan kandungan logam berat Cd pada kerang kepah setelah perlakuan terjadi dikarenakan pada larutan jeruk nipis mengandung bahan sekuestran (zat pengikat logam) yaitu asam sitrat. Asam sitrat memiliki rumus kimia  $\text{CH}_2\text{COOH}-\text{COHCOOH}-\text{CH}_2\text{COOH}$ . Struktur asam ini tercermin pada nama IUPAC na, asam 2-hidroksil-1,2,3-trikarboksilat, dengan massa molar 192,12. Keasaman asam sitrat didapatkan dari tiga gugus hidroksil COOH yang melepas proton dalam larutan (Bariarik, 2017:15). Gugus fungsional -OH dan COOH pada asam sitrat akan mengikat logam sehingga dapat menghilangkan ion logam yang terakumulasi pada kerang kepah sebagai kompleks sitrat (Sari et al., 2014:6). Pengikat logam dapat mengikat logam dalam bentuk ikatan kompleks. Ion logam



dapat dipisahkan dari ikatan kompleksnya dengan hidrolisis maupun degradasi ion logam bebas yang mudah bereaksi dan pengikat logam akan mengikat ion logam. Molekul atau ion dengan pasangan electron bebas dapat mengkoordinasi atau membentuk kompleks dengan ion logam. Senyawa-senyawa yang mempunyai dua atau lebih gugusan fungsional seperti -OH, -SH, -COOH, -PO<sub>3</sub>H<sub>2</sub>, -C=O, -NR<sub>2</sub>, -S dan -O dapat mengkhelat logam dalam lingkungan yang sesuai. Pengikat logam yang paling sering digunakan dalam bahan makanan adalah asam sitrat dan turunannya (Indasah, 2012:42). Asam sitrat bertindak sebagai pengikat, agen pengkelat, dengan mengikat logam untuk membentuk senyawa kompleks dan menghilangkan kontaminan logam dari bahan makanan. Selain itu, asam sitrat juga merupakan pelarut organik yang bersifat polar (Bariatik, 2017:14-15).

Kandungan logam berat Cd pada kelompok perlakuan menunjukkan bahwa pemberian perlakuan dengan perendaman menggunakan larutan jeruk nipis dengan konsentrasi yang berbeda dapat menurunkan kandungan logam berat Cd pada kerang kepah dengan tingkat atau hasil yang berbeda pula. Penurunan kandungan logam berat Cd terjadi karena larutan asam dapat merusak ikatan kompleks logam protein. Hampir semua ion logam dalam organisme hidup terikat dengan protein. Terjadinya reaksi antara pengikat logam yaitu larutan jeruk nipis dengan ion logam akan menyebabkan ion logam tersebut kehilangan ionitasnya atau sifat ionnya serta dapat mengakibatkan logam berat Cd kehilangan sebagian besar toksisitasnya (Wandya, 2018:31-32).

#### 4.2.4 Efektifitas Larutan Jeruk Nipis dalam Menurunkan Kandungan Logam Berat pada Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) dengan Konsentrasi 30%, 60%, dan 90% Selama 20 Menit.

Efektifitas larutan jeruk nipis 30% (perlakuan 1), 60% (perlakuan 2), dan 90% (perlakuan 3) dinilai dari kemampuan dalam menurunkan kandungan logam berat Cd pada daging kerang kepah (*Polymesoda erosa*). Pada penelitian ini, jeruk nipis terbukti berhasil untuk menurunkan kandungan logam berat Cd pada daging kerang kepah.

Rata-rata penurunan serta persentase kandungan logam berat pada penambahan larutan jeruk nipis seperti yang tertera pada tabel 4.4 dengan konsentrasi 30% (perlakuan 1), 60% (perlakuan 2), dan 90% (perlakuan 3) selama 20 menit secara berturut-turut yaitu 0,0759 mg/kg mengalami penurunan 30,93%, 0,0651 mg/kg mengalami penurunan 40,76%, dan 0,0621 mg/kg mengalami penurunan 43,49%. Konsentrasi larutan jeruk nipis yang paling efektif dalam menurunkan kandungan logam berat Cd pada kerang kepah adalah konsentrasi 90% (perlakuan 3). Pada konsentrasi 90% (perlakuan 3) dapat menurunkan kandungan logam berat Cd pada daging kerang kepah dari konsentrasi 0% (kontrol) sebesar 0,1099 mg/kg menjadi 0,0621 mg/kg atau mengalami penurunan sebesar 43,49%. Berdasarkan hasil pemeriksaan kandungan logam berat Cd di atas dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan jeruk nipis yang digunakan dalam perlakuan perendaman kerang kepah maka penurunan kandungan logam berat Cd semakin besar atau setiap penambahan konsentrasi larutan jeruk nipis menunjukkan hasil kandungan logam berat Cd semakin rendah. Semakin tinggi konsentrasi larutan, semakin cepat larutan tersebut untuk bereaksi dengan senyawa lain (Herawati dan Soedaryo, 2017:34).

Hal penelitian tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Nurvita, et al. (2015) tentang pengaruh variasi konsentrasi air jeruk nipis dalam menurunkan kadar kadmium (Cd) pada kerang darah. Hasil penelitian tersebut menghasilkan penurunan kadar Cd dengan variasi konsentrasi P1 (30%), P2 (40%), P3 (50%), P4 (60%), dan P5 (70%) berturut-turut adalah 39,72%, 43,22%, 48,33%, 54,15%, dan 59,80%. Hal tersebut dapat menjelaskan bahwa semakin besar konsentrasi yang digunakan maka semakin besar pula penurunan yang terjadi. Selain itu juga pada penelitian yang dilakukan oleh Purba, et al. (2016), tentang daya reduksi larutan jeruk nipis terhadap logam berat pada kerang kepah. Hasil penelitian menghasilkan penurunan kandungan logam berat Pb pada kerang kepah dengan variasi konsentrasi C<sub>15</sub> (15%), C<sub>25</sub> (25%), dan C<sub>35</sub> (35%) selama 20 menit berturut-turut adalah 27,48%, 30,25%, dan 36,45%. Hasil penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan jeruk nipis yang digunakan dalam perendaman maka, penurunan yang terjadi juga semakin besar.

Selain itu, berdasarkan tabel 4.4 hasil uji Mann-Whitney, pada kelompok K0 (0%) dengan P1 (30%), K0 (0%) dengan P2 (60%), dan K0 (0%) dengan P3 (90%) berturut-turut didapatkan nilai *Asymp. Sig.* sebesar 0,025, 0,004, dan 0,004. Dari ketiga hasil uji Mann-Whitney tersebut memiliki nilai *Asymp. Sig.* <0,05 yang artinya nilai rata-rata kandungan logam berat Cd pada kerang kepah antara sebelum dan sesudah perlakuan perendaman menggunakan larutan jeruk nipis mengalami perbedaan yang signifikan. Berdasarkan hasil uji tersebut konsentrasi perlakuan yang paling signifikan atau yang paling efektif dalam menurunkan kandungan logam berat Cd pada daging kerang kepah adalah konsentrasi P2 (60%) dan P3 (90%) yaitu sebesar 0,004, hal ini dikarenakan kedua perlakuan tersebut memiliki hasil penurunan yang kecil perbedaannya.

Penurunan kandungan logam berat Cd pada perlakuan dengan konsentrasi 30%, 60%, dan 90% terjadi karena pada larutan jeruk nipis mengandung bahan sekuestran yaitu asam sitrat. Asam sitrat memiliki fungsi yaitu dapat menghilangkan sifat ion logam sehingga dapat mengurangi daya toksisitas logam tersebut (Sinaga et al., 2015:2). Asam sitrat memiliki rumus kimia  $\text{CH}_2\text{COOH}-\text{COHCOOH}-\text{CH}_2\text{COOH}$  ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ) (Wandya, 2018:53). Gugus hidroksil (-OH) merupakan bagian asam sitrat yang dapat mengikat logam yang merupakan gugus yang dimiliki asam askorbat. Proses pengikatan logam dimulai dengan tiga gugus karboksil (COOH) yang dapat melepaskan proton di dalam larutan. Jika hal tersebut terjadi, maka ion yang dihasilkan menjadi ion sitrat. Ion sitrat dapat bereaksi dengan ion-ion logam sehingga membentuk garam sitrat (Ondu et al., 2019:3). Dengan demikian senyawa ini dapat membantu mengurangi kadar logam berat seperti Cd pada kerang kepah.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan reaksi adalah konsentrasi. Hal tersebut berarti semakin tinggi konsentrasi larutan jeruk nipis yang digunakan dalam perlakuan perendaman daging kerang kepah maka semakin banyak logam-logam berat Cd yang bereaksi dengan asam sitrat. Sehingga hasil yang diperoleh adalah semakin besar penurunan kandungan logam berat Cd pada daging kerang kepah (Hudaya, 2010:80).

## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- a. Rata-rata kandungan logam berat Cd pada kerang kepah (*Polymesoda erosa*) tanpa perlakuan perendaman atau kelompok kontrol (0%) dengan enam kali pengulangan sebesar 0,1099 mg/kg, yang mana hasil rata-rata tersebut telah melebihi ambang batas maksimum yang diizinkan menurut Peraturan Kepala Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) Nomor 5 Tahun 2018 yaitu sebesar 0,1 mg/kg.
- b. Kandungan logam berat Cd pada kerang kepah setelah dilakukan perlakuan perendaman selama 20 menit dan pengulangan menunjukkan hasil yang berbeda.
- c. Kandungan Cd mengalami penurunan antara sebelum dilakukan perlakuan perendaman jeruk nipis (kelompok kontrol) dengan setelah perlakuan perendaman jeruk nipis (kelompok perlakuan) dengan konsentrasi 30%, 60%, 90%.
- d. Penurunan kandungan logam berat Cd pada kerang kepah (*Polymesoda erosa*) dalam waktu 20 menit. Konsentrasi paling efektif dalam menurunkan kandungan logam berat Cd pada konsentrasi 90% (P3) yaitu 43,49% dengan rata-rata 0,0621 mg/kg, sehingga disimpulkan semakin besar konsentrasi yang digunakan maka semakin efektif menurunkan kandungan logam berat Cd.

### 5.2 Saran

- a. Bagi Dinas Lingkungan Hidup

Perlu dilakukan pemantauan dengan melakukan pengujian kandungan logam berat Cd dan logam berat lain secara berkala sekurang-kurangnya 2 kali dalam satu tahun atau 6 bulan sekali pada perairan Pantai Tratas untuk memonitoring tingkat pencemaran logam berat.

b. Bagi Masyarakat

- 1) Memanfaatkan jeruk nipis untuk merendam kerang sebelum dimasak, selain untuk menghilangkan bau amis juga dapat mengurangi kandungan logam berat Cd.
- 2) Mengonsumsi makanan yang didalamnya mengandung zinc yang tinggi seperti bayam, brokoli, jamur, dan lain-lain untuk mengurangi terjadinya keluhan-keluhan yang diakibatkan keracunan logam berat Cd.

c. Bagi Peneliti Selanjutnya

- 1) Perlu dilakukan penelitian selanjutnya terkait variasi lama perendaman perlakuan yang digunakan serta terkait kandungan logam berat lain pada kerang kepah atau jenis kerang lain yang berasal dari perairan Pantai Tratas.
- 2) Daya terima masyarakat pada kerang setelah dikarenakan kemungkinan perubahan rasa setelah perendaman menggunakan jeruk nipis.
- 3) Kemampuan jeruk nipis dalam menurunkan kandungan pengawet pada kerang kepah apabila telah dilakukan pengolahan yang kemungkinan diberikan pengawet sebelum didistribusikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, R. & Husaini, 2017. *Logam Berat Sekitar Manusia*. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press.
- Alloway, B. J. & Ayres, D. C., 1997. *Chemical Principles of Environmental Pollution*. London: Blackie Academic & Professional
- Azizah, R. et al., 2018. Kandungan Timbal Pada Air, Sedimen, dan Rumput Laut *Sargassum sp.* di Perairan Jepara Indonesia. *Jurnal Kelautan Tropis*, Vol. 21(2).
- Bariatik. 2017. Penetapan Kadar Timbal (Pb) Pada Ikan Bader (*Barbonymus gonionotus*) Dengan Perendaman Filtrat Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*). *Karya Tulis Ilmiah*.
- Barokah, G. R., Dwiwitno & Nugroho, I., 2019. Kontaminasi Logam Berat (Hg, Pb, dan Cd) dan Batas Aman Konsumsi Kerang Hijau (*Perna viridis*) dari Perairan Teluk Jakarta di Musim Penghujan. *JPB Kelautan dan Perikanan Volume 14 Nomor 2*, pp. 95-106.
- BPS Kabupaten Banyuwangi, 2019. *Kabupaten Banyuwangi Dalam Angka*. Banyuwangi: CV. Anugerah Setia Abadi.
- BPS Kabupaten Banyuwangi, 2020. *Kabupaten Banyuwangi Dalam Angka*. Banyuwangi: CV. Anugerah Setia Abadi.
- BPS Kabupaten Banyuwangi, 2021. *Kabupaten Banyuwangi Dalam Angka*. Banyuwangi: CV. Anugerah Setia Abadi.
- Budiastuti, P., Raharjo, M. & Dewanti, N. A. Y., 2016. Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal di Badan Sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, Volume Volume 4, Nomor 5, pp. 119-125.
- Cahaya, C., 2017. Penentuan Kandungan Logam Timbal (Pb) Pada Padi Dengan Metode *Inductively Coupled Plasma (ICP)* di Daerah Perbaungan Kabupaten Serdang Bedagai. *Skripsi*, pp. 22-27.

Cancer Chemoprevention Research Center, 2014. *Jeruk Nipis (Citrus aurantiifolia)*. [Online]  
Available at: [https://ccrc.farmasi.ugm.ac.id/?page\\_id=183](https://ccrc.farmasi.ugm.ac.id/?page_id=183)

Chaerunnisa, R. & Supardi, 2021. Persentase Penurunan Kadar Logam Berat Timbal pada Kerang Hijau (*Perna Viridis*) Pasca Proses Depurasi oleh Nelayan Teluk Jakarta. *Biological Science and Education Journal*, Vol. 1 No. 2, pp. 121-127.

Djaenab. 2019. Polusi Dalam Perspektif Al-Qur'an. *Jurnal Pendidikan dan Studi Islam*, Vol. 5 No. 2 , pp. 188.

Edina et al. 2017. Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Asam Jawa (*Tamarindus indica L*) dan Lama Waktu Perendaman Terhadap Penurunan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Kerang Darah (*Anadara granosa*). *Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau*. 1-11.

Fahrudin, 2018. *Pengelolaan Limbah Pertambangan Secara Biologis*. s.l.:CELEBES MEDIA PERKASA.

Halizah, P. N., 2018. Pemanfaatan Ekstrak Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia Swingle*) dalam Menurunkan Kadar Lemak Daging Sapi. *Karya Tulis Ilmiah*.

Hasanah, S. M., 2018. Kandungan Logam Berat Cd Pada Sedimen dan Kerang Kepah (*Polymesoda erosa*) Serta Keluhan Kesehatan Masyarakat Pesisir. *Skripsi*.

Herawati, D. & Soedaryo, 2017. Pengaruh Perendaman Kerang Darah (*Anadara granosa*) Dengan Perasan Jeruk Nipis Terhadap Kadar Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd). *Jurnal SainHealth*, Volume Vol. 1, No. 1, pp. 30-35.

Hudaya, R., 2010. Pengaruh Pemberian Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) Terhadap Kadar Kadmium (Cd) Pada Kerang (*Bivalvia*) Yang Berasal Dari Laut Belawan Tahun 2010. *SKRIPSI*.

Indasah, 2012. Dampak Penambahan *Chelating Agent* (Asam Asetat, Asam Sitrat, dan Jeruk Nipis) terhadap Kadar Fe, Zn, dan Protein Daging Kupang Beras (*Corbula faba*). pp. 36-48.

Iskandar, A., Muttaqin & Dewi, S. V., 2021. *Statistika Bidang Teknologi Informasi*. s.l.:Yayasan Kita Menulis.

Istarani, F. & Pandebesie, E., 2014. Studi Dampak Arsen (As) dan Kadmium (Cd) terhadap Penurunan Kualitas Lingkungan. *Jurnal Teknik Pomits Vol. 3, No. 1*, pp. 2337-3539.

Jumiati, 2017. Akumulasi Logam Timbal (Pb) pada Tiram *Crassostrea sp.* dan Hubungannya dengan Parameter Lingkungan Laut Di Perairan Kecamatan Barru, Kabupaten Barru. *SKRIPSI*.

Kurnia, A., 2014. *Khasiat Ajaib Jeruk Nipis*. Yogyakarta: ANDI OFFSET.

Mahardhika, R., Riyadi, P. H. & Fahmi, A. S., 2016. Pengaruh Lama Waktu Perendaman Kerang Hijau (*Perna viridis*) Menggunakan Buah Tomat (*Lycopersicon esculentum*) Terhadap Penurunan Kadar Logam Timbal (Pb). *Jurnal Peng. & Biotek*, Volume Vol. 5 No. 4, pp. 43-50.

Morton, B., 1976. The Biology and Functional Morphology of The Southeast Asian Mangrove Bivalve, *Polymesoda* (Geloina), *erosa* (Solander, 1786) (Bivalvia: Corbiculidae). *Department of Zoology, The University of Hongkong*, pp. 482-500.

Notoatmodjo, S., 2018. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.

Nurdiani, D., 2012. *Ekstrak Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia) Dapat Menurunkan Kandungan Logam (Pb dan Cd) Pada Ikan*. [Online] Available at: <http://vedca.siap.web.id/2012/03/14/ekstrak-jeruk-nipis-citrus-aurantifolia-dapat-menurunkan-kadar-logam-pb-dan-cd-pada-ikan-oleh-ir-dian-nurdiani-m-si-widyaiswara-pppstk-pertanian/> [Accessed 19 07 2021].

Nur, F. & Karneli, 2015. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Kerang Kima Sisik (*Tridacna Squamosa*) di Sekitar Pelabuhan Feri Bira. *Prosiding Seminar Nasional Mikrobiologi Kesehatan dan Lingkungan*, ISBN 978-602-72245-0-6.

Nurhayati & Navianti, D., 2017. Pengaruh Konsentrasi Perendaman Air Perasan Belimbing Wuluh (*Averrhoa blimbi*) Terhadap Penurunan Kadar Kadmium



Pada Ikan Laut yang Dijual di Pasar Tradisional Palembang Tahun 2015. *Jurnal Kesehatan Palembang, Volume 12 No.1.*

Ondu, A., Jayadipraja, A. E. & Sunarsih, 2019. Efektifitas *Citrus aurantifolia swingle* dan *Averrhoa bilimbi* dalam Menurunkan Konsentrasi Timbal pada Kerang Kalandue (*Polymesoda sp.*) dari Teluk Kendari. *Higiene Volume 5 Nomor 1.*

Permanawati, Y., Zuraida, R. & Ibrahim, A., 2013. Kandungan Logam Berat (Cu, Pb, Zn, Cd, dan Cr) dalam Air dan Sedimen di Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Geologi Kelautan, Volume 11, Nomor 1*, pp. 9-16.

Purba, D. N., Ilza, M. & Edison, 2016. Daya Reduksi Larutan Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Terhadap Logam Berat Pada Kerang Kepah (*Meretrix meretrix*). *JOM*, pp. 1-10.

Santosa, S. J., 2014. *Dekontaminasi Ion Logam dengan Biosorben Berbasis Asam Humat, Kitin dan Kitosan*. Yogyakarta: GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS.

Sari, K. A., Riyadi, P. H. & Anggo, A. D., 2014. Pengaruh Lama Perebusan dan Konsentrasi Larutan Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) Terhadap Kadar Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Kerang Darah (*Anadara granosa*). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan, Volume Volume 3, Nomor 2*, pp. 1-10.

Setiyono & Yudo, S., 2008. Potensi dari Pencemaran Limbah Cair Industri Pengolahan Ikan di Kecamatan Muncar, Kabupaten Banyuwangi. *JAI, Volume 4, No.1*, pp. 136-145.

Sinaga, D., Marsaulina, I. & Ashar, T., 2015. Perbandingan Kadar Kadmium (Cd) Pada Kerang Darah (*Anadara granosa*) dengan Perendaman Larutan Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) pada Berbagai Konsentrasi dan Lama Perendaman. *Program Pasca Sarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara* .

Siregar, T. H. 2009. Pengurangan Cemar Logam Berat Pada Perairan dan Produk Perikanan Dengan Metode Adsorpsi. *Squalen, Vol. 4 No. 1*, pp. 24-30.

Sugiyono, 2017. *Metode Penelitian*. Bandung: ALFABETA.

Suryaningsih, S., 2016. Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) Sebagai Sumber Energi Dalam Sel Galvani. *Jurnal Fisika dan Aplikasinya (JPFA)* Vol. 6, No. 1.

Sutrisno & Kuntiyastuti, H., 2015. Pengelolaan Cemaran Kadmium Pada Lahan Pertanian di Indonesia. *Buletin Palawija*, Volume Vol. 13 No. 1, pp. 83-91.

Utami, R., Rismawati, W. & Sapanli, K., 2018. Pemanfaatan Mangrove untuk Mengurangi Logam Berat di Perairan. *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia*, e-ISSN: 2621-7449, pp. 141-153.

Wandya, T. U., 2018. Efektifitas Larutan Jeruk Nipis Terhadap Penurunan Kadar Timbal (Pb) Pada Kerang Darah (*Anadara granova*) Tahun 2018. *SKRIPSI*.

Winarno. 2006. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia

Yani, A. 2021. *Pengaruh Logam Berat Terhadap Kesehatan*. [Online] Available at: <https://lampung.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/info-teknologi/pasca-panen/engaruh-logam-berat-terhadap-kesehatan> [Accessed 08 02 2022].

Yona, D. et al., 2018. Distribusi dan Status Kontaminasi Logam Berat pada Sedimen di Sepanjang Pantai Barat Perairan Selat Bali, Banyuwangi. *Torani*, Volume 1 (2), pp. 21-30.

Yudo, S., 2006. Kondisi Pencemaran Logam Berat di Perairan Sungai DKI Jakarta. *JAI*, Vol. 2, No. 1, pp. 1-15.

Yudo, S. & Setiyono, 2008. Dampak Pencemaran Lingkungan Akibat Limbah Industri Pengolahan Ikan di Muncar. *JAI*, Vol. 4, No. 1, pp. 69-81.

Zuhro, M. V., 2015. Pengaruh Perendaman Larutan Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia Swingle*) terhadap Penurunan Kandungan Timbal (Pb) Kerang Manis (*Macra grandis Gmelin*) Serta Aplikasi Sebagai Buku Pengayaan. *Skripsi*.

## LAMPIRAN

## A. Lembar Observasi Penelitian

<b>Lembar Observasi Kadar Cd Pada Kerang Kepah (<i>Polymesoda erosa</i>) (Studi di Pantai Tratas Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi)</b>						
Nama Observator						
Hari/Tanggal Observasi						
Waktu Observasi						
<b>Variabel</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>
Kadar Cd kerang kepah sebelum dilakukan perendaman larutan jeruk nipis						
Kadar Cd kerang kepah setelah dilakukan perendaman larutan jeruk nipis 30% selama 20 menit						
Kadar Cd kerang kepah setelah dilakukan perendaman larutan jeruk nipis 60% selama 20 menit						
Kadar Cd kerang kepah setelah dilakukan perendaman larutan jeruk nipis 90% selama 20 menit						

## B. Surat Keterangan Layak Etik

**KOMITE ETIK PENELITIAN KESEHATAN  
HEALTH RESEARCH ETHICS COMMITTEE  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT UNIVERSITAS JEMBER  
FACULTY OF PUBLIC HEALTH UNIVERSITY OF JEMBER**

**KETERANGAN LAYAK ETIK  
DESCRIPTION OF ETHICAL EXEMPTION  
"ETHICAL EXEMPTION"**

No. 105/KEPK/FKM-UNEJ/IX/2021

Protokol penelitian yang diusulkan oleh :  
*The research protocol proposed by*

**Peneliti utama** : KHURI WARDATUL JANNAH  
*Principal In Investigator*

**Nama Institusi** : Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Jember  
*Name of the Institution*

Dengan judul:  
*Title*

**"EFEKTIVITAS JERUK NIPIS DALAM MENURUNKAN KANDUNGAN LOGAM BERAT Cd  
PADA KERANG KEPAH (*Polymesoda erosa*) (Studi di Pantai Tratas Kecamatan Muncar  
Kabupaten Banyuwangi)"**

**"THE EFFECTIVENESS OF LIME IN REDUCING Cd HEAVY METAL CONTENT IN KEPAH CLAM  
(*Polymesoda erosa*) (Study at Tratas Beach, Muncar District, Banyuwangi Regency)"**

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah, 3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Risiko, 5) Bujukan/Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan 7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator setiap standar.

*Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Values, 2) Scientific Values, 3) Equitable Assessment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion/Exploitation, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016 CIOMS Guidelines. This is as indicated by the fulfillment of the indicators of each standard.*

Pernyataan Laik Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 07 September 2021 sampai dengan tanggal 07 September 2022.

*This declaration of ethics applies during the period September 07, 2021 until September 07, 2022.*



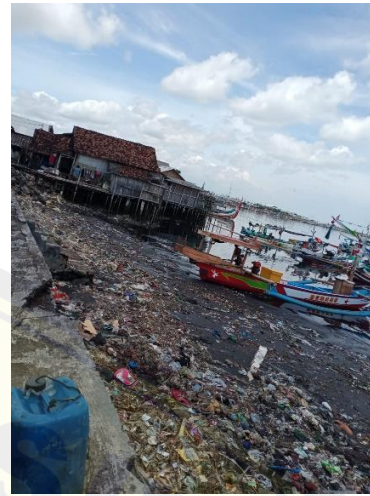
September 07, 2021  
Professor and Chairperson,

*Cantra Bumi, dr., M.Si.*

C. Lokasi Penelitian



Gambar 1. Pantai Tratas



Gambar 2. Pemukiman penduduk yang terletak di tepi Pantai Tratas



Gambar 3. Sungai Tratas yang tepat di sebelah Pabrik Pasifik

D. Dokumentasi Pelaksanaan Penelitian

1. Pembuatan Larutan Jeruk Nipis



Gambar 1. Proses pencucian jeruk nipis



Gambar 2. Proses pemotongan, diperas dan penyaringan jeruk nipis

2. Perendaman Kerang Kepah



Gambar 3. Proses pencucian Kerang Kepah



Gambar 4. Proses pemasukan kerang ke dalam panci untuk proses pemanasan



Gambar 5. Proses peletakan panci di atas kompor untuk proses pemanasan



Gambar 6. Proses pembukaan cangkang kerang dengan metode pemanasan



Gambar 7. Proses peniriskan kerang menggunakan wadah penyaring



Gambar 8. Proses pemisahan daging kerang



Gambar 9. Proses pengirisan daging kerang menjadi tipis-tipis



Gambar 10. Proses penimbangan daging kerang



Gambar 11. Proses pembagian daging kerang menjadi 24 bagian

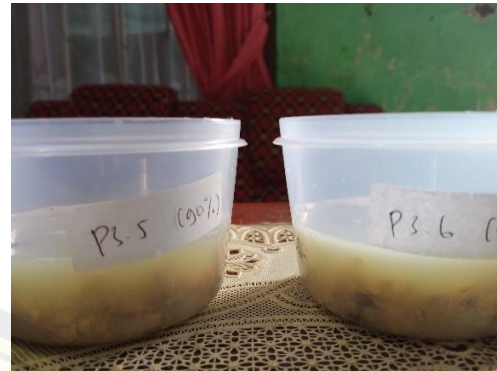


Gambar 12. Proses perendaman daging kerang konsentrasi 30% (P1)





Gambar 13. Proses perendaman daging kerang konsentrasi 60% (P2)



Gambar 14. Proses perendaman daging kerang konsentrasi 90% (P3)



Gambar 15. Proses penirisan daging kerang konsentrasi 30% (P1)



Gambar 16. Proses penirisan daging kerang konsentrasi 60% (P2)



Gambar 17. Proses penirisan daging kerang konsentrasi 90% (P3)

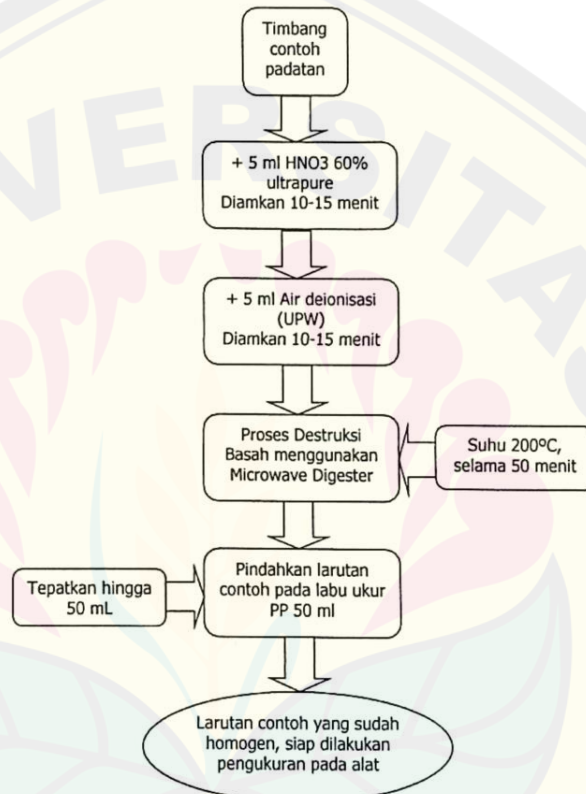


Gambar 18. Proses sampel di bawa ke Lab untuk diuji



## E. Prosedur Pengujian Sampel Kerang

	<b>INSTRUKSI KERJA METODE</b>	<b>UPT. PMP2KP BANYUWANGI</b>	
	<b>IKM. 3.14 PENENTUAN KADAR LOGAM BERAT MERCURY (Hg), CADMIUM (Cd), PLUMBUM (Pb), ARSEN (As) DAN STANUM (Sn) SECARA INDUCTIVELY COUPLED PLASMA MASS SPECTROMETRY (ICP-MS)</b>		
	Edisi : 1 / Revisi : 2	Tanggal berlaku : 09 Agustus 2021	Hal : 13 dari 14

**LAMPIRAN****1. Prosedur Pengujian Contoh Padatan****TIDAK TERKENDALI**

	<b>INSTRUKSI KERJA METODE</b>		<b>UPT. PMP2KP BANYUWANGI</b>
	<b>IKM. 3.14 PENENTUAN KADAR LOGAM BERAT MERCURY (Hg), CADMIUM (Cd), PLUMBUM (Pb), ARSEN (As) DAN STANUM (Sn) SECARA INDUCTIVELY COUPLED PLASMA MASS SPECTROMETRY (ICP-MS)</b>		
	Edisi : 1 / Revisi : 2	Tanggal berlaku : 09 Agustus 2021	Hal : 3 dari 14

- d. Asam Klorida (HCl 1+1)  
Tambahkan 1 bagian HCl ke dalam 1 bagian air bebas logam
- e. Larutan standard Merkuri 1000 mg/L
- f. Larutan standard Cadmium 1000 mg/L
- g. Larutan standard Plumbum 1000 mg/L
- h. Larutan standard Arsen 1000 mg/L
- i. Larutan Standar Stanum 1000 mg/L

## 6. PROSEDUR

### 6.1 Preparasi Contoh (Produk) Dengan Microwave Digester

- a. Timbang 0.5 g contoh produk mentah (raw) dan 0.15 g contoh produk olahan ikan dalam kemasan kaleng yang sudah homogen secara duplo ke dalam vessel.
- b. Tambahkan 5 ml Asam Nitrat Ultrapure (HNO<sub>3</sub>) 60%.
- c. Diamkan selama 10-15 menit untuk proses pre-digest dan menghilangkan gelembung – gelembung gas sebagai akibat reaksi antara contoh dengan reagen pereaksi.
- d. Tambahkan 5 ml Air Deionisasi (Ultra Pure Water).
- e. Diamkan selama 10-15 menit untuk proses pre-digest dan menghilangkan gelembung – gelembung gas sebagai akibat reaksi antara contoh dengan reagen pereaksi.
- f. Tutup vessel dengan pengunci vessel.
- g. Pasang vessel pada turntable yang sudah diberi sleeves untuk melapisi vessel. Jangan lupa beri kode contoh sesuai dengan contoh yang diuji.
- h. Masukkan ke dalam microwave digester.
- i. Lakukan proses ekstraksi pada suhu 200 °C kira – kira selama 50 menit sesuai dengan metode yang ada pada display alat yang terdiri dari Ramping selama 20 menit, Holding selama 15 menit dan Cooling selama 15 menit.
- j. Setelah proses ekstraksi selesai keluarkan vessel dari microwave kemudian tunggu 10 – 15 menit.
- k. Buka tutup vessel dan tuang contoh yang sudah terekstraksi ke dalam labu ukur PP 50 ml.
- l. Kemudian tepatkan dengan air deionisasi (ultra pure water) hingga tanda batas labu ukur PP.

**TIDAK TERKENDALI**

	<b>INSTRUKSI KERJA METODE</b>	<b>UPT. PMP2KP BANYUWANGI</b>
	<b>IKM. 3.14 PENENTUAN KADAR LOGAM BERAT MERCURY (Hg), CADMIUM (Cd), PLUMBUM (Pb), ARSEN (As) DAN STANUM (Sn) SECARA INDUCTIVELY COUPLED PLASMA MASS SPECTROMETRY (ICP-MS)</b>	
Edisi : 1 / Revisi : 2	Tanggal berlaku : 09 Agustus 2021	Hal : 4 dari 14

m. Kocok hingga homogen dan pindahkan larutan contoh kedalam wadah atau tabung reaksi PP dengan volume 50 ml.

### 6.2 Preparasi Contoh pada Matriks Air

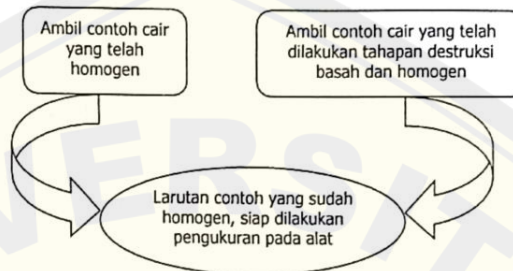
- 6.2.1 Untuk air proses standar air minum (PDAM), pengujian logam dapat langsung dilakukan pengukuran pada alat tanpa melalui tahapan destruksi contoh menggunakan alat digester/ekstraksi.
- 6.2.2 Untuk air limbah atau air sedimen, sebelum dilakukan pengukuran pada alat, terlebih dahulu dilakukan penyaringan hingga diperoleh matriks air yang jernih bebas dari partikel – partikel tanah atau lumpur.
- 6.2.3 Untuk contoh yang memerlukan destruksi asam
- 6.2.3.1 Untuk contoh yang mengandung matriks yang kompleks  
Pipet 100 mL contoh dengan pengawetan  $\text{HNO}_3$  yang telah dihomogenkan kedalam gelas piala 150 mL, tambahkan 3 mL  $\text{HNO}_3$  p.a dan batu didih, tutup dengan kaca arloji, panaskan diatas pemanas listrik sampai volumenya < 5 mL (pastikan contoh tidak sampai mendidih) dan pada bagian dasar gelas piala tidak ada bagian yang kering, dinginkan. Tambahkan lagi 5 mL  $\text{HNO}_3$  p.a, tutup dengan kaca arloji dan panaskan kembali diatas pemanas listrik dan naikkan suhunya, lanjutkan penambahan asam sampai destruksi sempurna atau larutan menjadi jernih atau penampakan tidak berubah pada penambahan asam dan pemanasan berikutnya. Dinginkan, tambah 10 mL HCl 1+1 dan 15 mL air bebas logam, panaskan kembali selama 15 menit untuk melarutkan endapan atau residu. Dinginkan, bilas dinding gelas piala dan kaca arloji dengan air bebas logam, saring dan pindahkan kedalam labu ukur 100 mL. Alternatif lain dengan centrifuge atau dibiarkan semalam, kemudian tepatkan sampai tanda tera.
- 6.2.3.2 Pipet 100 mL contoh dengan pengawetan  $\text{HNO}_3$  yang telah dihomogenkan kedalam gelas piala, tambahkan 2 mL  $\text{HNO}_3$  1+1 dan 10 mL HCl 1+1, tutup dengan kaca arloji, panaskan diatas pemanas listrik sampai volumenya 25 mL (pastikan contoh tidak sampai mendidih). Dinginkan, saring untuk menghilangkan zat yang tidak larut atau alternatif lain di

**TIDAK TERKENDALI**

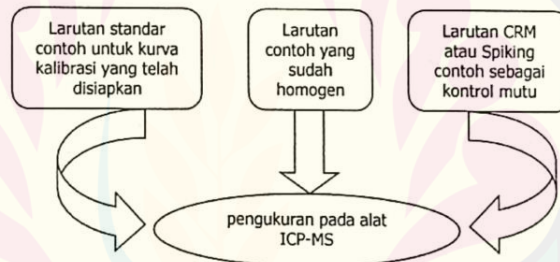
F. Prosedur Pengukuran Sampel Kerang Pada ICP-MS

	<b>INSTRUKSI KERJA METODE</b>	<b>UPT. PMP2KP BANYUWANGI</b>
	<b>IKM. 3.14 PENENTUAN KADAR LOGAM BERAT MERCURY (Hg), CADMIUM (Cd), PLUMBUM (Pb), ARSEN (As) DAN STANUM (Sn) SECARA INDUCTIVELY COUPLED PLASMA MASS SPECTROMETRY (ICP-MS)</b>	
Edisi : 1 / Revisi : 2	Tanggal berlaku : 09 Agustus 2021	Hal : 14 dari 14

**2. Prosedur Pengujian Contoh Larutan**



**3. Prosedur Pengukuran larutan contoh pada Alat ICPMS**



**TIDAK TERKENDALI**

G. Hasil Laboratorium

1. Hasil Laboratorium Kelompok Kontrol (0%)



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR  
 DINAS KELAUTAN DAN PERIKANAN  
 UPT.PENGUJIAN MUTU DAN PENGEMBANGAN  
 PRODUK KELAUTAN DAN PERIKANAN BANYUWANGI  
 Jl. Barong, Bakungan, Glagah, Telp. (0333) 417845 Fax. (0333) 417846  
 e-mail : lppmhbanyuwangi@yahoo.com  
 BANYUWANGI



LAPORAN HASIL ANALISA  
 Report of Analysis

523/R2109023821/120.7.2/2021

NO.001977

Menerangkan bahwa

*This is to certify that*

- 1 Nama Barang : Kerang Kepah (Polymesoda erosa) K0.1 (0%) K0.2 (0%) K0.3 (0%) K0.4 (0%) K0.5 (0%)  
 Commodity : K0.6 (0%)
- 2 Jumlah dan type kemasan : 6 (SIX) SAMPLE  
 Number and type packaging
- 3 Kode produksi :  
 Code of batch
- 4 Pemilik : Khuri Wardatul Jannah FKM UNEJ  
 Owner : Dsn. Kebonsari RT 04 RW 03
- 5 No. Bukti Penerimaan contoh : R2109023821/IX/2021  
 Number of sample received : diterima tanggal : 22-09-2021
- 6 Tanggal Pemeriksaan : SEPTEMBER 22, 2021  
 Date of examination
- 7 Hasil Pemeriksaan :  
 Result of examination

No.	Kode Code	Parameter Uji Testing Parameter	Hasil Pengujian Test Result	Batas Standar Limit of Standar	Satuan Unit	Metode Pengujian Test Methods
1.		Chemical Test Cadmium (Cd)	0,1004; 0,0821; 0,1078; 0,0922; 0,1288; 0,1485	MRL 1,0	mg/kg	IKM 3.14 (ICP-MS)

Banyuwangi, SEPTEMBER 30, 2021  
 Kepala UPT, PMP2KP Banyuwangi  
 Head of Laboratory



THE ANALYSIS REPORT ONLY VALID FOR THE ABOVE SAMPLE,  
 NOT EXPORT DOCUMENT  
 HASIL PENGUJIAN HANYA BERLAKU UNTUK CONTOH DIATAS,  
 BUKAN DOKUMEN EKSPOR

FR 17.5/Ed 1/Rev. 0

Tanggal berlaku : 09 Agustus 2021

## 2. Hasil Laboratorium Kelompok Perlakuan 1 (30%)



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR  
DINAS KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UPT.PENGUJIAN MUTU DAN PENGEMBANGAN  
PRODUK KELAUTAN DAN PERIKANAN BANYUWANGI  
Jl. Barong, Bakungan, Glagah, Telp. (0333) 417845 Fax. (0333) 417846  
e-mail : lppmhpbanyuwangi@yahoo.com  
BANYUWANGI



LAPORAN HASIL ANALISA  
Report of Analysis

523/R2109023921/120.7.2/2021

NO.001978

Menerangkan bahwa

*This is to certify that*

- 1 Nama Barang : Kerang Kepah (Polymesoda erosa) P1.1 (30%) P1.2 (30%) P1.3 (30%) P1.4 (30%) P1.5 (30%) P1.6 (30%)  
Commodity
- 2 Jumlah dan type kemasan : 6 (SIX) SAMPLE  
Number and type packaging
- 3 Kode produksi :  
Code of batch
- 4 Pemilik : Khuri Wardatul Jannah FKM UNEJ  
Owner  
Dsn. Kebonsari RT 04 RW 03
- 5 No. Bukti Penerimaan contoh : R2109023921/IX/2021  
Number of sample received  
diterima tanggal : 22-09-2021
- 6 Tanggal Pemeriksaan : SEPTEMBER 22, 2021  
Date of examination
- 7 Hasil Pemeriksaan :  
Result of examination

No.	Kode Code	Parameter Uji Testing Parameter	Hasil Pengujian Test Result	Batas Standar Limit of Standar	Satuan Unit	Metode Pengujian Test Methods
1.		Chemical Test Cadmium (Cd)	0,0811; 0,1133; 0,0571; 0,0653; 0,0680; 0,0710	MRL 1,0	mg/kg	IKM 3.14 (ICP-MS)

Banyuwangi, SEPTEMBER 30, 2021  
Kepala UPT-PMP2KR Banyuwangi  
Head of Laboratory

*[Signature]*  
THA SULISTYAWATI S.Si



THE ANALYSIS REPORT ONLY VALID FOR THE ABOVE SAMPLE.  
NOT EXPORT DOCUMENT  
HASIL PENGUJIAN HANYA BERLAKU UNTUK CONTOH DIATAS.  
BUKAN DOKUMEN EKSPOR

FR 17.5/Ed 1/Rev 0

Tanggal berlaku : 09 Agustus 2021



## 3. Hasil Laboratorium Kelompok Perlakuan 2 (60%)



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR  
DINAS KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UPT.PENGUJIAN MUTU DAN PENGEMBANGAN  
PRODUK KELAUTAN DAN PERIKANAN BANYUWANGI  
Jl. Barong, Bakungan, Glagah, Telp. (0333) 417845 Fax. (0333) 417846  
e-mail : lppmhp Banyuwangi@yahoo.com  
BANYUWANGI



LAPORAN HASIL ANALISA  
Report of Analysis

523/R2109024021/120.7.2/2021

NO.001979

Menerangkan bahwa

This is to certify that

- 1 Nama Barang : Kerang Kepah (Polymesoda erosa) P2.1 (60%) P2.2 (60%) P2.3 (60%) P2.4 (60%) P2.5 (60%) P2.6 (60%)  
Commodity
- 2 Jumlah dan type kemasan : 6 (SIX) SAMPLE  
Number and type packaging
- 3 Kode produksi :  
Code of batch
- 4 Pemilik : Khuri Wardatul Jannah FKM UNEJ  
Owner Dsn. Kebonsari RT 04 RW 03
- 5 No. Bukti Penerimaan contoh : R2109024021/IX/2021  
Number of sample received diterima tanggal : 22-09-2021
- 6 Tanggal Pemeriksaan : SEPTEMBER 22, 2021  
Date of examination
- 7 Hasil Pemeriksaan :  
Result of examination

No.	Kode Code	Parameter Uji Testing Parameter	Hasil Pengujian Test Result	Batas Standar Limit of Standar	Satuan Unit	Metode Pengujian Test Methods
1.		Chemical Test Cadmium (Cd)	0,0723; 0,0598; 0,0583; 0,0614; 0,0638; 0,0754	MRL 1,0	mg/kg	IKM 3.14 (ICP-MS)

Banyuwangi, SEPTEMBER 30, 2021  
Kepala UPT. PMP2KP Banyuwangi  
Head of Laboratory



THE ANALYSIS REPORT ONLY VALID FOR THE ABOVE SAMPLE.  
NOT EXPORT DOCUMENT

HASIL PENGUJIAN HANYA BERLAKU UNTUK CONTOH DIATAS.  
BUKAN DOKUMEN EKSPOR

FR 17.5/Ed 1/Rev. 0

Tanggal berlaku : 09 Agustus 2021

4. Hasil Laboratorium Kelompok Perlakuan 3 (90%)



PEMERINTAH PROVINSI JAWA TIMUR  
 DINAS KELAUTAN DAN PERIKANAN  
 UPT.PENGUJIAN MUTU DAN PENGEMBANGAN  
 PRODUK KELAUTAN DAN PERIKANAN BANYUWANGI  
 Jl. Barong, Bakungan, Glagah, Telp. (0333) 417845 Fax. (0333) 417846  
 e-mail : ippmhpbanyuwangi@yahoo.com  
 BANYUWANGI



LAPORAN HASIL ANALISA  
 Report of Analysis

523/R2109024121/120.7.2/2021

NO.001980

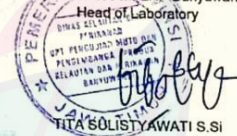
Menerangkan bahwa

*This is to contly that*

- 1 Nama Barang : Kerang Kepah (Polymesoda erosa) P3.1 (90%) P3.2 (90%) P3.3 (90%) P3.4 (90%) P3.5 (90%) P3.6 (90%)  
 Commodity
- 2 Jumlah dan type kemasan : 6 (SIX) SAMPLE  
 Number and type packaging
- 3 Kode produksi :  
 Code of batch
- 4 Pemilik : Khuri Wardatul Jannah FKM UNEJ  
 Owner Dsn. Kebonsari RT 04 RW 03
- 5 No. Bukti Penerimaan contoh : R2109024121/IX/2021  
 Number of sample received diterima tanggal : 22-09-2021
- 6 Tanggal Pemeriksaan : SEPTEMBER 22, 2021  
 Date of examination
- 7 Hasil Pemeriksaan :  
 Result of examination

No.	Kode Code	Parameter Uji Testing Parameter	Hasil Pengujian Test Result	Batas Standar Limit of Standar	Satuan Unit	Metode Pengujian Test Methods
1.		Chemical Test Cadmium (Cd)	0,0725; 0,0650; 0,0610; 0,0602; 0,0539; 0,0604	MRL 1,0	mg/kg	IKM 3.14 (ICP-MS)

Banyuwangi, SEPTEMBER 30, 2021  
 Kepala UPT: PMP2KP.Banyuwangi



THE ANALYSIS REPORT ONLY VALID FOR THE ABOVE SAMPLE,  
 NOT EXPORT DOCUMENT

HASIL PENGUJIAN HANYA BERLAKU UNTUK CONTOH DIATAS,  
 BUKAN DOKUMEN EKSPOR

FR 17.5/Ed 1/Rev. 0.

Tanggal berlaku : 09 Agustus 2021

H. Hasil Uji Statistik Data Penelitian

1. Uji Normalitas

Tests of Normality							
	Kelompok	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Data	Kontrol (0%)	.202	6	.200 <sup>*</sup>	.950	6	.737
	Perlakuan 1 (30%)	.265	6	.200 <sup>*</sup>	.843	6	.138
	Perlakuan 2 (60%)	.244	6	.200 <sup>*</sup>	.875	6	.245
	Perlakuan 3 (90%)	.241	6	.200 <sup>*</sup>	.932	6	.596

\*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

2. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances

Data			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.388	3	20	.038

3. Uji Kruskal-Wallis

Test Statistics<sup>a,b</sup>

	Data
Chi-Square	13.020
df	3
Asymp. Sig.	.005

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable:

Kelompok

## 4. Uji Mann-Whitney Kelompok Kontrol (0%) &amp; Perlakuan 1 (30%)

Test Statistics <sup>a</sup>	
	Data
Mann-Whitney U	4.000
Wilcoxon W	25.000
Z	-2.242
Asymp. Sig. (2-tailed)	.025
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.026 <sup>b</sup>

a. Grouping Variable: Kelompok

b. Not corrected for ties.

## 5. Uji Mann-Whitney Kelompok Kontrol (0%) &amp; Perlakuan 2 (60%)

Test Statistics <sup>a</sup>	
	Data
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 <sup>b</sup>

a. Grouping Variable: Kelompok

b. Not corrected for ties.

## 6. Uji Mann-Whitney Kelompok Kontrol (0%) &amp; Perlakuan 3 (90%)

Test Statistics <sup>a</sup>	
	Data
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	21.000
Z	-2.882
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 <sup>b</sup>

a. Grouping Variable: Kelompok

b. Not corrected for ties.

## 7. Frekuensi Rata-Rata Kandungan Cd Kelompok Kontrol (0%)

Statistics			
		Data	Kelompok
N	Valid	6	6
	Missing	0	0
Mean		.109967	1.00
Std. Deviation		.0246087	.000
Variance		.001	.000
Range		.0664	0
Sum		.6598	6

## 8. Frekuensi Rata-Rata Kandungan Cd Kelompok Perlakuan 1 (30%)

Statistics			
		Data	Kelompok
N	Valid	6	6
	Missing	0	0
Mean		.075967	2.00
Std. Deviation		.0198897	.000
Variance		.000	.000
Range		.0562	0
Sum		.4558	12

## 9. Frekuensi Rata-Rata Kandungan Cd Kelompok Perlakuan 2 (60%)

Statistics			
		Data	Kelompok
N	Valid	6	6
	Missing	0	0
Mean		.065167	3.00
Std. Deviation		.0070372	.000
Variance		.000	.000
Range		.0171	0
Sum		.3910	18

## 10. Frekuensi Rata-Rata Kandungan Cd Kelompok Perlakuan 3 (90%)

**Statistics**

	Data	Kelompok
N Valid	6	6
Missing	0	0
Mean	.062167	4.00
Std. Deviation	.0061886	.000
Variance	.000	.000
Range	.0186	0
Sum	.3730	24

