

**MODIFIKASI SERBUK CANGKANG TELUR AYAM
DAN EKSTRAK JERUK LIMAU (CITRUS
AMBLYCARPA) DALAM MEMINIMASI TIMBAL**

Monograph

Penulis:

**Narwati, S.Si., M.Kes
Hadi Suryono, ST., MPPM
Setiawan, SKM., M.Psi**

ISBN 978-623-94491-1-7



Editor:

**Hery Sumasto
Fitri Rohkmalia**

**PUSAT PELATIHAN KESEHATAN
POLTEKKES KEMENKES SURABAYA**



MODIFIKASI SERBUK CANGKANG TELUR AYAM DAN EKSTRAK JERUK LIMAU (CITRUS AMBLYCARPA) DALAM MEMINIMASI TIMBAL

MONOGRAPH



ISBN :978-623-94491-1-7

Penulis:

Narwati, S.Si., M.Kes
Hadi Suryono, ST., MPPM
Setiawan, SKM., M.Psi

Editor:

Hery Sumasto
Fitri Rohkmalia

Penerbit:

Pusat Pelatihan Kesehatan Poltekkes Kemenkes Surabaya

Redaksi:

Jl. Pucang Jajar Tengah No 56 Surabaya
Telp. +681359930579

Fax: +631 5027058

Email: herysumasto@yahoo.co.id

Cetakan Pertama, Juni 2020

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karta tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit.



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrohmatullahi Wabarokatuh

Alhamdulillahirobbil'alaamiin.....,segala puji syukur kehadiran ALLAH Subhanahu wata'ala atas nikmat dan karunia yang telah diberikan-Nya, dan sholawat serta salam dihaturkan untuk junjungan Nabi Besar Muhammad Sollallahu Alaihi Wasallam. Beliau telah memberikan petunjuk jalan yang benar dan sekaligus sebagai sentral inspirasi berfikir dan berbuat dalam mengisi kehidupan ini. Atas dasar tersebut penulisan buku monograf yang berjudul "MODIFIKASI SERBUK CANGKANG TELUR AYAM DAN EKSTRAK JERUK LIMAU (CITRUS AMBLYCARPA) ALAM MEMINIMASI TIMBAL", dapat terselesaikan.

Buku monograf ini menggambarkan hasil penelitian di laboratorium. Penyusunan buku monograf ini dapat terselesaikan atas bantuan dan dukungan dari berbagai pihak khususnya bantuan dari tenaga laboratorium dan mahasiswa yang terlibat secara aktif dalam perolehan data.

Semoga karya ini bermanfaat bagi pembaca dan membawa berkah bagi penulis serta Allah Subhanahu Wata'ala selalu memberikan Taufiq, Hidayah dan Ma'unah kepada kita semua, agar tetap di jalan yang benar. Aamiin.

Akhir kata, terlepas dari kekurangan yang ada penulis berharap buku monograf ini dapat dimanfaatkan bagi perkembangan ilmu pengetahuan ke depan.

Surabaya, September 2020

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
BAB 1. PENDAHULUAN	.- 1
-	
1.1 Latar Belakang	.- 1
-	
1.2 Rumusan Masalah	- 6
-	
1.3 Novelty Penelitian	- 6
-	
BAB 2 METODOLOGI PEMECAHAN MASALAH	- 9
-	
2.1 Rancangan Penelitian	- 9
-	
2.2. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional	- 9 -
2.3. Unit Analisis	- 11
-	
2.4. Besar Sampel	- 11
-	
2.5. Teknik Pengambilan Sampel	- 12
-	
2.6. Teknik Pengumpulan Data	- 13
-	
2.7. Bagan Alir Penelitian	- 21
-	
2.9. Hipotesis Penelitian	- 23
-	
BAB 3 DATA PENELITIAN, ANALISIS DAN PEMBAHASAN	- 24
-	
	ii

3.1. Data Penelitian	- 24
-	
3.1.2. Kadar Pb Kerang Darah Berdasarkan Konsentrasi Jeruk Limau Sebelum Pemanasan	- 24
-	
3.1.3. Rekapitulasi Rerata Kadar Pb Kerang Darah Berdasarkan Konsentrasi Ekstrak Jeruk Limau Sesudah Pemanasan	- 27
-	
3.1.4. Perbedaan Kadar Pb Kerang Darah Sebelum-Sesudah Pemanasan Berdasarkan Konsentrasi Ekstrak Jeruk Limau	- 29
-	
3.2. Analisis Data Penelitian	- 32
-	
3.3. Pembahasan	- 36
-	
3.3.1 Kadar Pb Kerang Darah (<i>A. granosa</i>) Segar	- 36
-	
3.3.2 Analisis Perbedaan Kadar Pb Kerang Darah Sebelum dan Sesudah Perlakuan	- 40
-	
	iii

BAB 4 MODIFIKASI SERBUK CANGKANG DAN EKTRAK JERUK LIMAU DALAM MENURUNKAN TIMBAL	- 45
-4.1 Tinjauan tentang Logam Berat	- 45
-4.2. Kulit Telur sebagai Adsorben	- 46
-4.3. Potensi Kerang Menyerap Logam Berat	- 47
-4.4. Pengaruh Temperatur pada Proses Adsorpsi	- 48
-4.5. Pengaruh pH pada Proses Adsorpsi	- 48
-4.5 Pengaruh Waktu Kontak pada Proses Adsorpsi	- 50
-4.6. Pengaruh Pengadukan Pada Proses Penyerapan	- 51
-4.7. Jeruk Limau	- 51
-BAB 5 KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	- 53
-5.1 Kesimpulan	- 53
-5.2 Rekomendasi	- 54
-DAFTAR PUSTAKA	- 55

-

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Masalah pencemaran lingkungan menjadi isu penting yang perlu dikaji lebih dalam. Lingkungan laut di seluruh dunia diketahui telah terkontaminasi dengan logam berat. Konsentrasi logam berat di lingkungan bervariasi sebagian atau secara seluruhnya akibat kondisi lingkungan maupun aktivitas manusia. (Sudsandee *et al.*, 2017). Kondisi lingkungan perairan yang tercemar logam berat dapat berdampak pada biota yang hidup di air. Pereira, *et al* melakukan penelitian pada biota air dan diketahui ikan yang diuji mengandung logam kromium yakni 1.5 mg kg⁻¹(Pereira, Bellato, Pereira, & Matos, 2002). Kenyataan ini mengindikasikan bahwa perairan yang telah tercemar logam berat berpotensi berdampak pada biota yang hidup di dalamnya. Di dalam air, melalui proses rantai makanan, logam berat pertama diserap oleh fitoplankton, bakteri, jamur dan organisme tingkat rendah yang kemudian dimakan oleh organisme lebih tinggi hingga masuk ke dalam tubuh manusia jika manusia mengkonsumsinya. (Hashemi *et al.*, 2017). Merujuk pernyataan ini dapat diartikan bahwa salah satu penyebab manusia dapat terkontaminasi logam berat adalah pola konsumsi makanan yang diperoleh dari perairan terkontaminasi logam berat.

Perairan Pantai Kenjeran Surabaya merupakan salah satu area perairan yang telah terkontaminasi logam berat. Indikasi terjadinya kontaminasi logam berat pada perairan Pantai Kenjeran Surabaya telah dibuktikan penelitian Suryono H., *et al* yakni kehadiran kadar Hg sebesar 0,582 ppm pada kerang darah yang diambil dari perairan tersebut. (Suryono, Narwati, & Wahito

Nugroho, 2018). Hasil pemeriksaan laboratorium yang dilakukan peneliti menunjukkan kadar Cd dan Pb dalam kerang darah, dengan rerata 0,93 ppm dan 1,92 ppm secara berurutan. Biota air utamanya kerang darah dapat dijadikan satu indikator tingkat pencemaran yang terjadi di dalam perairan. Kusumawarni.,*et al* menjelaskan jika di dalam tubuh kerang terkandung kadar logam berat melebihi batas normal yang telah ditentukan maka hal ini dapat digunakan sebagai bioindikator terjadinya suatu pencemaran dalam lingkungan.(Kusumawarni, Daud, & Ibrahim ,2014).

Kehadiran logam berat pada bahan pangan khususnya yang berasal dari laut, memerlukan kewaspadaan agar tidak menjadi sumber terjadinya gangguan kesehatan. Salah satu gangguan kesehatan tersebut dapat berakibat pada tumbuh kembang anak-anak. Penelitian Susanti, *et al* menjelaskan bahwa ada korelasi negatif antara kebiasaan mengkonsumsi makanan laut (*sea food*) dengan perkembangan visio-motor anak-anak yang berusia 1-3 tahun. Sampel penelitian ini melibatkan anak-anak usia 1-3 tahun yang berdomisili di Kecamatan Bulak, area yang memiliki potensi sumber daya alam makanan laut di kota Surabaya, karena sebagian besar hasil laut diperoleh dari Perairan Pantai Kenjeran Surabaya yang terkontaminasi logam berat (Susanti, Ismail, & Wahab, 2014). Ini menegaskan bahwa makanan laut yang terkontaminasi logam berat memiliki kontribusi terhadap perkembangan system motorik anak-anak.

Regulasi keberadaan logam Pb telah diatur dalam SNI Nomor 7387 tahun 2009 diketahui batas maksimum kadar logam berat Pb kerang darah 1,5 mg/kg. Hal ini menegaskan bahwa tiap 100 gram sampel kerang darah

yang diuji maksimal kadar Pb yang diperkenankan untuk dikonsumsi sebesar 0,15 mg. Hal ini bukan berarti kerang yang telah terkontaminasi logam Pb masih diperkenankan untuk dikonsumsi secara terus menerus. Namun kadar tersebut memberikan petunjuk bagi konsumen dalam mengestimasi kadar toksik jika mengkonsumsi pangan yang terkontaminasi logam Pb dalam jangka waktu tertentu secara terus menerus. Bagaimanapun logam Pb yang terkandung dalam kerang jika dikonsumsi berpotensi memberikan dampak buruk bagi kesehatan manusia, diantaranya merusak organ tubuh, menimbulkan penyakit kanker sampai menimbulkan kematian, sehingga terjadinya akumulasi logam Pb perlu diwaspadai. Terlebih usia anak-anak atau janin, memiliki system syaraf yang sangat sensitive terhadap konsentrasi Pb rendah. (Sudsandee *et al.*, 2017)

Berbagai pendekatan metode yang telah digunakan saat ini untuk menghilangkan logam berat seperti oksidasi dan reduksi kimiawi, pertukaran ion, elektrodialisis, presipitasi elektro, ekstraksi cairan, mikrofiltrasi, merupakan metode yang mahal dan tidak seluruhnya dapat mengeliminasi logam (Nurul Aimi, Norhafizah binti Abd. Hadi, 2013). Disisi lain upaya sederhana dan mudah diaplikasikanpun telah dilakukan melalui proses adsorpsi menggunakan cangkang telur ayam dalam menurunkan logam berat. Penelitian tahap pertama oleh Suryono H., *et al* (2018) telah membuktikan potensi limbah cangkang telur ayam dalam menurunkan logam Hg kerang darah (*Anadara granosa*) melalui alat *stirring chamber* tanpa pengendalian kecepatan pengadukan, suhu adsorpsi maupun pH larutan. Penelitian ini ditindaklanjuti pada penelitian kedua di tahun yang sama oleh Narwati dan Suryono H (2018)

dalam laporan penelitian yang menganalisis intervensi suhu dan kecepatan pengadukan *Stirrer chamber* dalam meningkatkan potensi cangkang sebagai adsorben untuk menurunkan logam Cd dan Pb kerang darah (Narwati & Suryono, 2018). Hasil penelitian tersebut menunjukkan penurunan kadar logam Cd dan Pb, namun tidak terjadi secara optimal untuk kedua jenis logam. Hal ini diduga menurunnya kapasitas adsorpsi adsorben cangkang telur ayam akibat sudah tercapainya titik kejenuhan adsorben. Penurunan kapasitas adsorpsi ini diduga juga akibat tidak dikendalikannya waktu adsorpsi sehingga mengakibatkan terlepasnya ion logam pada permukaan adsorben serta tidak dikendalikannya pH larutan walaupun telah dilakukan modifikasi pengaturan kecepatan pengadukan dan suhu adsorpsi.

Upaya peningkatan kapasitas cangkang telur ayam dalam proses adsorpsi terus dilakukan, satu diantaranya dengan rekayasa pH larutan. pH suatu larutan diketahui dapat mempengaruhi kehadiran logam. Sifat logam pada pH rendah umumnya berada sebagai kation bebas sedangkan pada pH basa, logam cenderung mengendap sebagai hidroksid, oksida, karbonat atau fosfat tidak larut. (Mamboya, 2007). Ini menjelaskan bahwa pada kondisi asam, ion logam dapat berikatan dengan mudah dengan permukaan adsorben. Penelitian Sirilert & Maikrang (2018) menjelaskan bahwa pH rendah dapat berpotensi meningkatkan persaingan ion H^+ untuk melekat pada permukaan adsorben yang mengarah pada peningkatan adsorpsi. Mobilitas ion yang terjadi dari fase padat ke fase cair dapat berpotensi meningkatkan persaingan ion H^+ sehingga dengan mudah dapat terjadinya ikatan dengan logam. (Sirilert & Maikrang, 2018). Feng *et al* menjelaskan dalam penelitiannya bahwa nilai $pH < 6,9$ merkuri anorganik cenderung

diserap oleh partikel dan akhirnya mengendap ke dasar. (Feng *et al.*, 2018). Lebih lanjut dijelaskan Abdel-Khalek *et al* dalam penelitiannya bahwa adanya peningkatan kapasitas bio komposit limbah cangkang telur ayam pada pH 5,23 dan waktu kontak 5 menit dengan suhu ruangan. Hasil penelitian menghasilkan adanya kapasitas adsorpsi maksimum pH 5,23 lebih tinggi yakni 94,9 mg/g dibandingkan dengan pH 7,09 yakni kapasitas adsorpsi hanya terjadi 49,5 mg/g. (Abdel-Khalek, Abdel Rahman, & Francis, 2017).

Penelitian ini menjelaskan bahwa pH larutan yang bersifat asam berpotensi mempengaruhi peningkatan proses adsorpsi logam. Penelitian ini memperkuat argumentasi peneliti bahwa model rekayasa larutan dengan penambahan asam, dapat meningkatkan potensi cangkang mengikat logam berat. Salah satu bahan yang dapat membuat larutan bersifat asam adalah dengan menggunakan ekstrak jeruk limau (*Citrus amblycarpa*). Jeruk limau (*C.amblycarpa*) merupakan salah satu jenis jeruk yang dapat menurunkan nilai pH karena mengandung asam. Asam yang paling banyak terdapat dalam buah jeruk adalah asam sitrat. Kordial dalam penelitiannya mengevaluasi nilai pH dengan penambahan ekstrak jeruk, satu diantaranya ekstrak jeruk limau. Penambahan ekstrak jeruk limau 1,3% larutan memiliki pH 4,6 sedangkan konsentrasi ekstrak jeruk limau 1,5% larutan memiliki pH 3,97. (Kordial, 2009). Penelitian ini mengindikasikan bahwa setiap penambahan 0,1% ekstrak jeruk limau dapat menurunkan nilai pH sebesar 0,315. Rekayasa penurunan nilai pH larutan yang mengandung cangkang telur ayam dengan bahan alami ekstrak jeruk limau didasari karena selain berpotensi merubah pH larutan bersifat asam yang menunjang perluasan pori cangkang

telur ayam, juga didasari efek aman untuk digunakan pada bahan makanan. Hal ini menjadi dasar dalam penelitian lanjutan tersebut untuk menganalisis pengaruh penambahan ekstrak jeruk limau terhadap kapasitas adsorpsi cangkang telur ayam.

Uraian diatas menjadi pola pemikiran peneliti melakukan keberlanjutan dalam pengembangan penelitian sebagai pembenahan penelitian sebelumnya. Diharapkan model rekayasa dalam teknologi tepat guna sederhana ini mudah diaplikasikan dan bermanfaat bagi masyarakat terutama dalam meminimasi logam berat Pb pada bahan makanan khususnya kerang darah melalui rekayasa pH larutan dengan memanfaatkan ekstrak jeruk limau dan cangkang telur ayam dalam menunjang penerapan alat *stirring chamber* di masyarakat.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang telah diuraikan dalam latar belakang diatas dapat dirumuskan sebagai berikut :

Apakah ekstrak jeruk limau (*Citrus amblycarpa*) dapat dijadikan model untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi cangkang telur ayam dalam meminimasi kadar Pb kerang darah (*Anadara granosa*) melalui alat *Stirring Chamber*?

1.3. Novelty Penelitian

Dalam upaya perluasan pengetahuan, maka secara umum penelitian ini dimaksudkan untuk mengembangkan metode penurunan kadar logam berat pada bahan makanan menggunakan adsorben dari limbah cangkang telur ayam yang dikombinasi dengan penambahan ekstrak jeruk limau melalui alat "*Stirring chamber*" yang berbasis IPTEK bagi masyarakat. Kebaruan dala penelitian ini adalah memanfaatkan

Stirring chamber sebagai penerapan teknologi tepat guna yang menggunakan energy listrik untuk menggerakkan baling-baling sebagai alat pengaduk, elemen suhu serta timer yang dapat mengatur waktu pengadukan berlangsung dalam menunjang keberhasilan penelitian. Perubahan dalam perekayasaan *Stirring chamber* dimaksudkan sebagai pembenahan dan menunjang penelitian sebagai alat yang dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi cangkang telur ayam untuk menurunkan logam berat pada bahan pangan melalui proses pengadukan larutan yang mengandung cangkang telur ayam dan ekstrak jeruk limau, dimana kedua bahan tersebut merupakan bahan alami ramah lingkungan.

Kebaharuan lain dari penelitian ini adalah diketahuinya kesinergisan bahan adsorben cangkang telur ayam dengan ekstrak jeruk limau didukung berbagai perlakuan pengadukan, suhu adsorpsi, dan waktu pengadukan sebagai pengembangan dari peneliti sebelumnya, sebagai pengembangan model peningkatan kapasitas adsorpsi guna mereduksi kadar logam berat khususnya Pb kerang darah (*A.granosa*) melalui alat *stirring chamber*. Diharapkan dengan mengembangkan model rekayasa preparasi bahan pangan melalui alat *stirring chamber* ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan IPTEK guna meningkatkan kapasitas adsorpsi cangkang telur ayam untuk meminimasi kadar logam berat dalam bahan pangan, khususnya kerang darah (*A.granosa*). Disamping itu, kebaruan dari penelitian ini adalah menggunakan bahan alami jeruk limau yang diekstrak untuk dimanfaatkan meningkatkan kapasitas adsorpsi cangkang telur ayam dalam menurunkan logam berat pada bahan pangan. Kombinasi dalam kesinergisan

antara cangkang telur ayam, yang merupakan limbah dan ekstrak jeruk limau selama ini masih belum banyak diketahui terutama dalam meminimalisir logam berat khususnya dalam teknik pengolahan pangan. Disisi lain, rekayasa teknologi tepat guna dalam pengembangan metode reduksi logam berat di bidang penyehatan makanan merupakan sumbangsih pemikiran sebagai upaya mengurangi risiko pencemaran bahan pangan oleh logam, terutama logam Pb sehingga dapat dimanfaatkan masyarakat luas karena mudah untuk diaplikasikan dalam skala rumah tangga ataupun usaha kecil menengah di bidang pangan.

BAB 2 METODOLOGI PEMECAHAN MASALAH

2.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen sederhana dengan pendekatan *Posttest Only Control Group Design* untuk mengetahui pengaruh waktu pengadukan, suhu adsorpsi serta konsentrasi ekstrak jeruk limau terhadap kadar logam Pb, baik pada kelompok kontrol maupun kelompok eksperimen. Dalam eksperimen sederhana, subyek dibagi menjadi dua kelompok (atau lebih) secara random, perlakuan diberikan pada satu (atau lebih) kelompok sebagai kelompok perlakuan dan kelompok lain (tidak diberi perlakuan/ perlakuan lain) sebagai kelompok kontrol. (Watik Pratiknya, 2007). Adapun bentuk rancangan ini dapat ditunjukkan sebagai berikut :

	Pretest	Perlakuan	Posttest
Klp Percobaan	-- -----	> X1 -----	> O
Klp Kontrol	-- -----	> X1 -----	> O2

2.2. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

2.2.1. Variabel Penelitian

- Variabel bebas : waktu pengadukan, suhu larutan, konsentrasi ekstrak jeruk limau.
- Variabel terikat : kadar Pb kerang darah (*A. granosa*).
- Variabel kontrol : kecepatan pengadukan dan berat adsorben.

2.2.2. Definisi Operasional

Definisi operasional setiap variabel dalam penelitian ini dapat ditunjukkan pada tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1 Definisi Operasional Penelitian

Variabel Penelitian	Definisi Operasional	Kriteria	Skala Ukur
Waktu pengadukan	Waktu kontak yang diperlukan adsorben terhadap adsorbat dalam menurunkan kadar Pb kerang darah, dalam satuan menit	5 menit, 10 menit dan 15 menit	Interval
Suhu Larutan	Suhu larutan yang digunakan dalam proses adsorpsi yang diperoleh dari pemanasan	• Dipanaskan pada suhu 35°C • Tidak dipanaskan	Ordinal
Konsentrasi ekstrak Jeruk Limau	Perbandingan ekstrak jeruk limau terhadap pelarut air yang digunakan selama proses perlakuan terhadap kerang darah dalam menurunkan kadar Pb dalam satuan v/v (ml ekstrak/100 ml).	1 %, 1,5% dan 2 %	Interval
Kadar Pb	Kandungan Pb dalam kerang darah segar, diukur sebelum dan sesudah	Memenuhi Standard kualitas kadar Pb dalam SNI No. 7389	Rasio

	perlakuan menggunakan metode Spectrofotometri, dengan satuan ppm.	tahun 2009 yakni 1,5 mg/kg.	
Kecepatan Pengadukan	Kecepatan aduk alat <i>stirrer chamber</i> yang telah diatur dalam setiap perlakuan, dengan satuan rpm	150 rpm	Rasio
Berat Adsorben	Banyaknya adsorben cangkang telur ayam yang digunakan dalam setiap perlakuan dalam satuan gr	50 gr	Rasio

2.3. Unit Analisis

Unit analisis dalam penelitian ini menggunakan kerang darah (*A. granosa*) segar yang diambil dari Pantai Kenjeran Surabaya.

2.4. Besar Sampel

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis keterkaitan antar variabel melalui penelitian eksperimental di laboratorium atau pengendalian eksternal yang ketat, sehingga rumus yang digunakan dalam menentukan besar sampel adalah rumus Federer. (Purnomo & Bramantoro, 2002)

$$\text{Rumus Federer : } (k - 1) (r - 1) \geq 15$$

Keterangan :

k = Jumlah kelompok perlakuan

r = Jumlah replikasi per kelompok

Untuk menentukan besar sampel minimal untuk penelitian ini berdasarkan rumus diatas adalah sebagai berikut :

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

$$(24 - 1) (r - 1) \geq 15$$

$$23 (r-1) \geq 15$$

$$r \geq 38/23$$

$$r \geq 1,65 \text{ ----- ditetapkan replikasi sebanyak 3 kali}$$

Dari rumus perhitungan diatas, ditetapkan hasil pengulangan sebanyak 3 kali, dengan 24 kelompok perlakuan sehingga besar sampel secara keseluruhan sebanyak 72 sampel kerang darah.

2.5. Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel yang dilakukan yaitu dengan cara *purposive sampling*, dimana peneliti menentukan sampel dengan pertimbangan atau kriteria tertentu yang dibuat oleh peneliti sendiri berdasar tinjauan teori yang dapat mempresentasikan sampel. Teknik ini sama halnya dengan penelitian kualitatif (Palys, 2008).

Adapun pertimbangan peneliti dalam pemilihan sampel adalah:

- a. Kerang yang diambil adalah jenis kerang darah dalam kondisi segar yang dijual nelayan Pantai Kenjeran Surabaya.
- b. Kerang darah yang diambil adalah kerang segar yang telah melalui proses pengupasan kulit kerang.
- c. Berat sampel kerang darah yang dibutuhkan dengan tiap perlakuan 100 gram untuk 1 parameter yang dianalisis secara kimia, diperoleh berat sampel secara

keseluruhan adalah : 8,5 kg dengan rincian sebagai berikut :

1) kebutuhan data awal penelitian.

5 sampel x 100 gram = 500 gram = 0,5 kg

2) kebutuhan penelitian

72 sampel x 100 gram = 7.200 gram = 7,2 kg.

3) estimasi kesalahan 10%

7,2 x 100 gr = 720 gr ----- > dibulatkan 0,8 kg

2.6. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data primer berupa nilai pH primer dilakukan dengan cara pengukuran menggunakan kertas indikator pH, sedangkan data kadar Pb dilakukan dengan cara pemeriksaan laboratorium terhadap sampel kerang darah *A. granosa*) secara *spectrofometri* melalui alat spektrofotometer serapan atom (SSA). Prinsip kerja SSA ini adalah penyerapan sinar dari lampu katoda berongga oleh atom-atom unsur yang diukur yang diubah kedalam bentuk gas.

2.6.1. Alat dan Bahan

Alat-alat dalam penelitian ini meliputi *strirrer chamber unit*, gelas kimia, gelas ukur, blender, alu dan mortar, ayakan 120 mesh, AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*), oven, pisau, alat peras jeruk, talenan, timbangan analitik, *stopwatch*, pH meter, gunting, sendok, saringan, nampan, baskom, ember bertutup.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang telur ayam ras, jeruk limau, HCl 0,1 M, aquades, *dry ice*, aquabides, kertas saring, apron, sarung tangan, alat tulis, plastik sampel.

Stirrer chamber modifikasi yang digunakan dibuat dengan menyediakan bahan antara lain : modul

mikrokontroler, elemen kering, akrilik cutting, motor gear box, besi pengaduk, engsel, solid state relay, sensor suhu, timer, LCD, rangkaian sensor suhu, kabel konektor

2.6.2. Tahapan Penelitian

a. Preparasi Sampel

Menyisihkan daging kerang darah segar dari cangkangnya. Daging kerang darah yang dibutuhkan dalam pelaksanaan penelitian ini masing-masing perlakuan 100 gram. Jumlah keseluruhan kerang darah yang perlu dipersiapkan sebanyak 8,5 kg.

b. Pembuatan Adsorben

Cangkang telur ayam dicuci bersih kemudian lakukan penghilangan dari selaput dan kotoran yang melekat pada permukaan cangkang telur. Cangkang telur ayam kemudian direndam menggunakan air panas selama 15 menit kemudian dijemur hingga kering dan dihaluskan dengan menggunakan blender. Bubuk cangkang telur kemudian diayak menggunakan ayakan 120 mesh. Setelah diayak, kemudian dipanaskan dengan oven selama 15 menit pada suhu 100 °C.

c. Aktivasi Adsorben secara Kimia

Bubuk cangkang telur ayam yang telah melalui tahap pengeringan, direndam di dalam larutan HCl 0,1 M selama 48 jam, kemudian ditiriskan, disaring dan dicuci dengan akuades dan aquabides hingga pH-nya netral (pH=7). Setelah pH-nya netral, adsorben dioven selama 30 menit dengan suhu 100 °C.

d. Pembuatan Larutan

Jeruk limau yang digunakan dicuci bersih kemudian diekstrak dengan cara diperas dengan menggunakan alat tertentu.

Konsentrasi yang digunakan sebesar 1%, 1,5% dan 2%, dibuat dengan cara :

- 1) Larutan 1% : Ukur 10 ml ekstrak jeruk limau, masukkan ke dalam gelas ukur 1000 ml. Tambahkan air PDAM sebanyak 990 ml atau hingga tanda batas.
- 2) Larutan 1,5% : Ukur 15 ml ekstrak jeruk limau, masukkan ke dalam gelas ukur 1000 ml. Tambahkan air PDAM hingga tanda batas.
- 3) Ukur 20 ml ekstrak jeruk limau, masukkan ke dalam gelas ukur 1000 ml. Tambahkan air PDAM hingga tanda batas.

Banyaknya ekstrak jeruk limau yang dibutuhkan dapat dihitung sebagai berikut :

- a) Konsentrasi larutan 1% digunakan dengan 18 kali ulangan (klp 3-8 dengan 3 perlakuan = $6 \times 3 = 18$, sehingga dibutuhkan $10 \text{ ml} \times 18 = 180 \text{ ml}$
- b) Konsentrasi larutan 1,5% digunakan dengan 18 kali ulangan, sehingga dibutuhkan $15 \text{ ml} \times 18 = 270 \text{ ml}$
- c) Konsentrasi larutan 2% digunakan dengan 18 kali ulangan, sehingga dibutuhkan $20 \text{ ml} \times 18 = 360 \text{ ml}$.

Kebutuhan ekstrak jeruk limau secara keseluruhan percobaan sebanyak 810 ml. Estimasi kesalahan > 15%, sehingga kebutuhan seluruhnya adalah 891 ml atau disepakati 900 ml.

e. Proses Adsorpsi

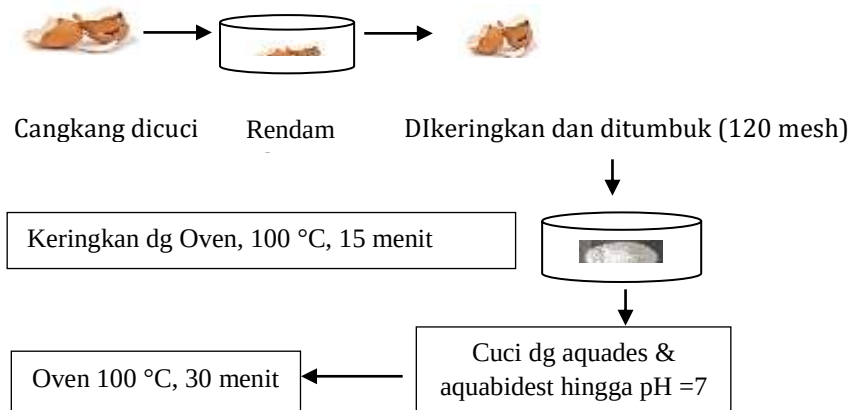
Adsorben ditimbang sebanyak 50 gram larutkan ke dalam 1 liter aquadest yang telah ditambahkan ekstrak jeruk limau dengan berbagai konsentrasi yakni, 1%; 1,5% dan 2%. Masukkan larutan ke dalam alat *Stirring chamber*, diikuti kerang seberat

100 gram tiap-tiap perlakuan. Masukkan air 1 liter yang mengandung 50 gram adsorben yang telah ditambahkan ekstrak jeruk limau ke dalam alat *stirring chamber*. Masukkan sampel berupa kerang darah seberat 100 gram ke dalam *stirring chamber* dengan suhu adsorpsi dan waktu pengadukan tertentu dengan kecepatan pengadukan yang telah diatur terlebih dahulu. Lakukan pengadukan selama 5, 10, dan 15 menit. Sampel lalu dianalisis dengan AAS untuk mengetahui kadar Pb.

f. Tahapan Penelitian

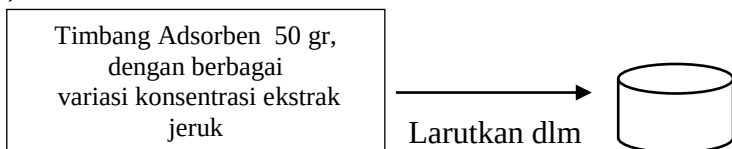
1). Tahap I : Persiapan

a) Pembuatan Adsorben



Gambar 2.1. Bagan Alir Pembuatan Adsorben

b) Pembuatan Larutan

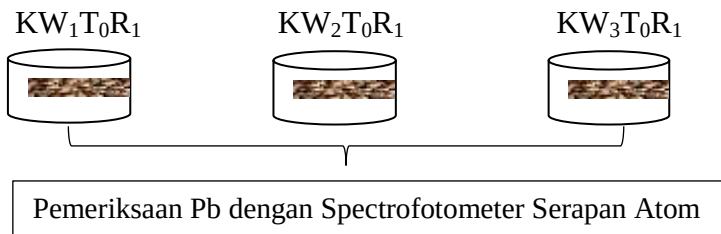


@ 1 lt air

2) Tahap II : Pelaksanaan Uji Coba

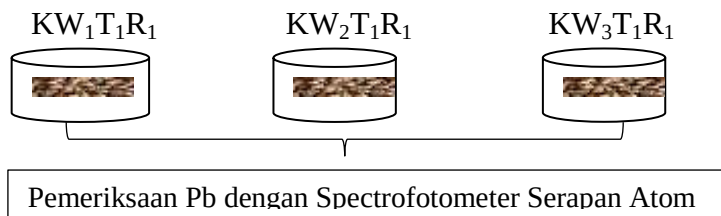
Kelompok 1

Kelompok tanpa ekstrak jeruk dan tanpa pemanasan
Pengadukan 5 menit (W1) ; 10 menit (W2); 15 menit (W3)



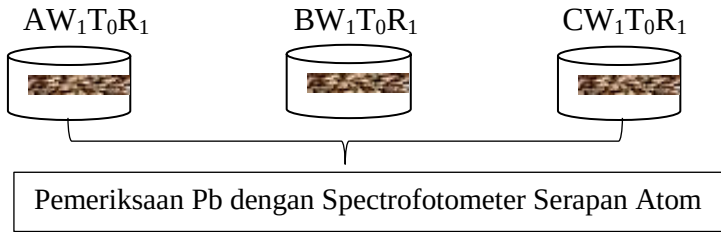
Kelompok 2

Tanpa ekstrak jeruk limau dengan pemanasan 35°C
Pengadukan 5 menit (W1) ; 10 menit (W2); 15 menit (W3)



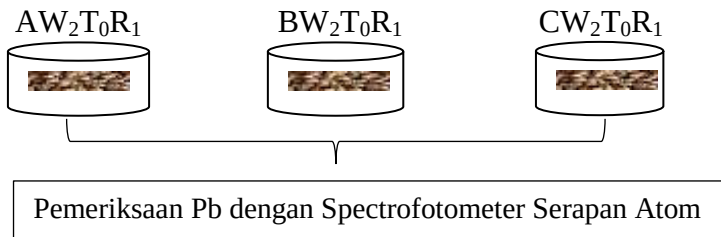
Kelompok 3

Ekstrak jeruk limau 1% (a); 1,5% (b); 2% (c) tanpa pemanasan, pengadukan 5 menit (W1)



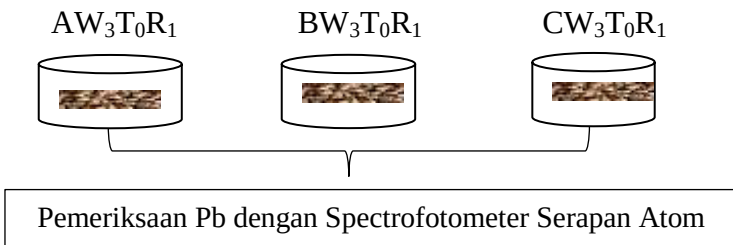
Kelompok 4

Ekstrak jeruk limau 1% (a); 1,5% (b); 2% (c) tanpa pemanasan; pengadukan 10 menit (W2)



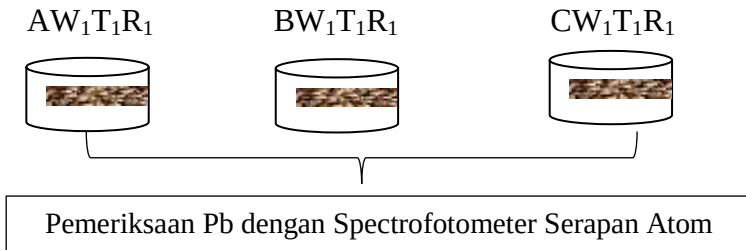
Kelompok 5

Ekstrak jeruk limau 1% (a); 1,5% (b); 2% (c) tanpa pemanasan; Pengadukan 15 menit (W3)



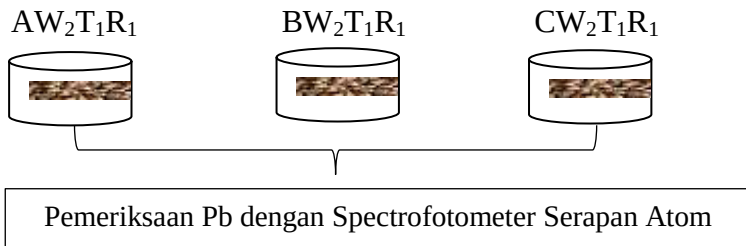
Kelompok 6

Ekstrak jeruk limau 1% (a); 1,5% (b); 2% (c) dengan pemanasan; pengadukan 5 menit (W1)



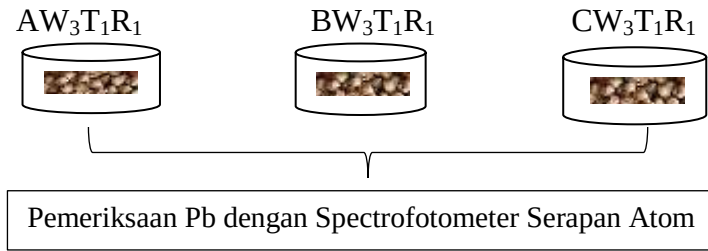
Kelompok 7

Ekstrak jeruk limau 1% (a); 1,5% (b); 2% (c) dengan pemanasan; pengadukan 10 menit (W2)



Kelompok 8

Ekstrak jeruk limau 1% (a); 1,5% (b); 2% (c) dengan pemanasan; pengadukan 15 menit (W3)



Gambar 2.2 . Diagram Alir Perlakuan Sampel

Keterangan :

K = Kontrol

A, B, C = Konsentrasi ekstrak jeruk (1%, 1,5%, 2%).

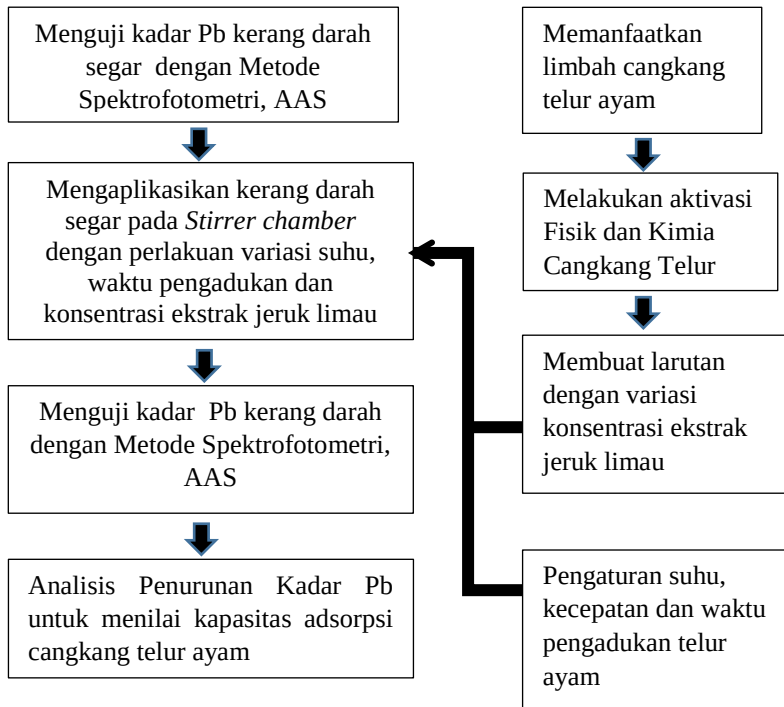
$T_{0,1}$ = Tanpa pemanasan, dengan pemanasan 35°C

$W_{1,2,3}$ = Waktu Pengadukan 5 menit, 10 menit, 15 menit

$R_1, \dots$ = Replikasi ke 1, dst

2.7. Bagan Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.3. berikut ini :



Gambar 2.3. Bagan Alir Penelitian

2.8 Analisis Data

Data yang diperoleh dikumpulkan, diolah, dibuat dalam bentuk tabel dan diagram garis kemudian dijelaskan secara diskriptif. Data dianalisis untuk mengetahui perbedaan nilai antar perlakuan, sehingga dapat diketahui nilai kapasitas adsorpsi cangkang telur ayam dari beberapa kelompok varian menggunakan uji *Two Way Anova* melalui system *SPSS Statistics 20*. Hasil uji ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik

2.9. Hipotesis Penelitian

Terdapat peningkatan kapasitas adsorpsi cangkang telur ayam dalam meminimasi kadar Pb kerang darah setelah dilakukan penambahan ekstrak jeruk limau dengan variasi suhu dan waktu pengadukan pada kecepatan pengadukan tertentu melalui rekayasa alat *Stirring Chamber*.

BAB 3 DATA PENELITIAN, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Penelitian

3.1.1 Kadar Pb Kerang Darah Segar

Pemeriksaan terhadap kadar Pb pada kerang segar yang diperoleh dari perairan Pantai Kenjeran Surabaya diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 3.1 Kadar Pb Kerang Darah Segar di Perairan Pantai Kenjeran Surabaya Tahun 2019

Kode Sampel	Hasil Pemeriksaan
	Pb (ppm)
SAR1	0,21
SAR2	0,24
SAR3	0,22
Jumlah	0,67
Rerata	0,223

Tabel 3.1 menunjukkan bahwa rerata kadar Pb kerang darah segar 0,223 ppm dengan replikasi sebanyak 3 kali. Kadar Pb kerang segar tertinggi sebesar 0,24 ppm dan terendah 0,21.

3.1.2. Rerata Kadar Pb Kerang Darah (*A. grannosa*) Berdasarkan Konsentrasi Ekstrak Jeruk Limau Sebelum Pemanasan

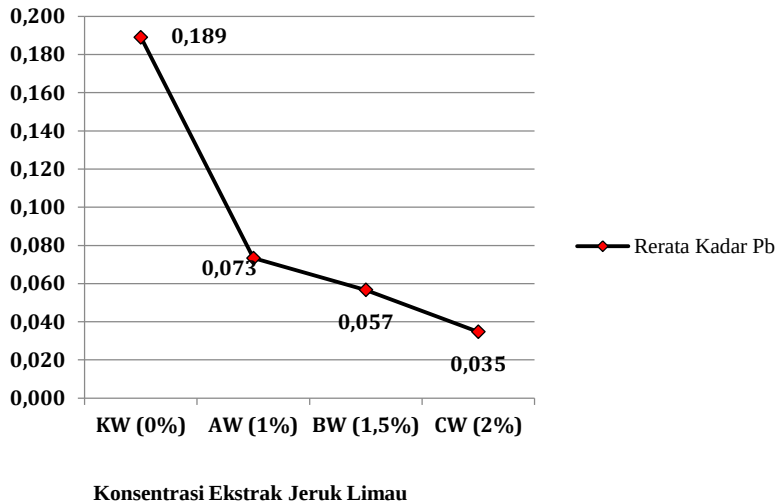
Tabel berikut ini merupakan rerata kadar Pb kerang darah (*A. granosa*) sebelum perlakuan pemanasan berdasarkan konsentrasi ekstrak jeruk limau :

Tabel 3.2 Rekapitulasi Rerata Kadar Pb Kerang Darah (*A. granosa*) Sebelum Pemanasan Berdasarkan Konsentrasi Ekstrak Jeruk Limau Tahun 2019

Kode Sampel	Konsentrasi	Waktu	Rerata
	Jeruk Limau	Pengadukan	Kadar Pb (ppm)
KW1T0	0%	5	0,197
KW2T0		10	0,19
KW3T0		15	0,18
AW1T0	1%	5	0,10
AW2T0		10	0,07
AW3T0		15	0,05
BW1T0	1,5%	5	0,077
BW2T0		10	0,053
BW3T0		15	0,04
CW1T0	2%	5	0,047
CW2T0		10	0,03
CW3T0		15	0,027
Jumlah			1,061
Rerata			0,088

Tabel 3.2 menunjukkan bahwa jumlah kadar Pb rerata dari masing-masing perlakuan sebelum pemanasan sebesar 1,061 ppm dengan rerata secara keseluruhan sebesar 0,088 ppm. Data tabel 3.2 menunjukkan bahwa dengan peningkatan konsentrasi jeruk limau memberikan kontribusi terhadap penurunan kadar Pb kerang darah. Kadar Pb terendah sebelum pemanasan pada kode sampel CW3T0 yakni pada konsentrasi jeruk 2%, dengan waktu aduk 15 menit yakni sebesar 0,027 ppm.

Adapun rerata Kadar Pb kerang darah berdasarkan konsentrasi ekstrak jeruk limau sebelum pemanasan dapat ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut ini :



Gambar 3.1 Grafik Rerata Kadar Pb (ppm) Berdasarkan Konsentrasi Ekstrak Jeruk Limau Sebelum Pemanasan

Gambar 3.1 menunjukkan rerata kadar Pb kerang darah dengan konsentrasi ekstrak jeruk limau 0% (KW) memiliki kadar Pb yang lebih tinggi dibandingkan kerang darah yang telah diberi konsentrasi ekstrak jeruk limau sebelum pemanasan. Kadar Pb terkecil diketahui pada dari kerang darah dengan kode CW yakni sampel yang telah diberi konsentrasi ekstrak jeruk limau 2% yakni sebesar 0,035 ppm.

3.1.3. Rekapitulasi Rerata Kadar Pb Kerang Darah (*A. granosa*) Berdasarkan Konsentrasi Ekstrak Jeruk Limau Sesudah Pemanasan

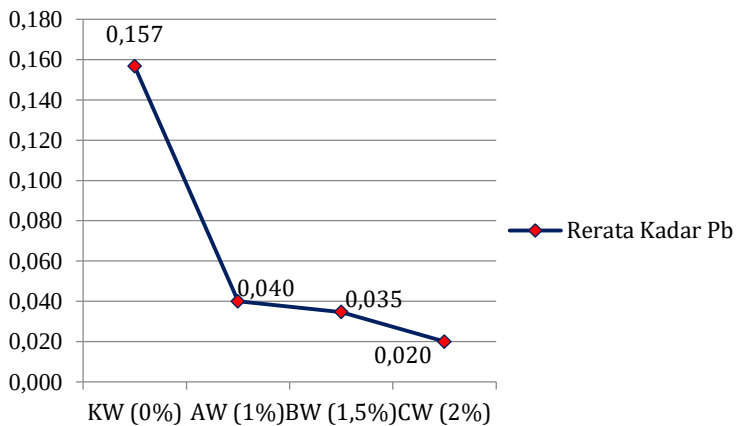
Tabel 3.3 merupakan rerata kadar Pb kerang darah (*A. granosa*) sesudah perlakuan pemanasan berdasarkan konsentrasi ekstrak jeruk limau :

Tabel 3.3 Rekapitulasi Rerata Kadar Pb Kerang Darah (*A. granosa*) Berdasarkan Konsentrasi Ekstrak Jeruk Sesudah Pemanasan Limau Tahun 2019

Kode Sampel	Konsentrasi	Waktu	Rerata
	Jeruk Limau	Pengadukan	Kadar Pb (ppm)
KW1T1	0%	5	0,17
KW2T1		10	0,16
KW3T1		15	0,14
AW1T1	1%	5	0,07
AW2T1		10	0,03
AW3T1		15	0,02
BW1T1	1,5%	5	0,06
BW2T1		10	0,027
BW3T1		15	0,017
CW1T1	2%	5	0,037
CW2T1		10	0,013
CW3T1		15	0,01
Jumlah			0,754
Rerata			0,063

Tabel 3.3 diatas menunjukkan kadar Pb kerang darah rerata semua perlakuan 0,754 ppm dengan rerata 0,063 ppm. Terlihat dalam tabel bahwa kecenderungan kadar

Pb kerang darah semakin menurun dalam 3 variasi waktu pengadukan dan variasi konsentrasi ekstrak jeruk limau sesudah dilakukan pemanasan. Penurunan tertinggi pada perlakuan sampel dengan kode CW3T1 yakni dengan penambahan konsentrasi ekstrak jeruk limau 2% dan waktu pengadukan 15 menit, yakni sebesar 0,01 ppm. Adapun rerata kadar Pb kerang darah setelah perlakuan pemanasan berdasarkan variasi konsentrasi ekstrak jeruk limau pada kerang darah dapat ditunjukkan pada gambar 3.2 berikut ini :



Gambar 3.2 Grafik Rerata Kadar Pb (ppm) Berdasarkan Konsentrasi Ekstrak Jeruk Limau Setelah Pemanasan 35°C

Gambar 3.2 menunjukkan rerata kadar Pb kerang darah dengan konsentrasi ekstrak jeruk limau 0% (KW) memiliki kadar Pb yang lebih tinggi yakni 0,157 ppm dibandingkan kerang darah yang telah diberi konsentrasi ekstrak jeruk limau setelah pemanasan. Kadar Pb terkecil diketahui dari kerang darah yang telah diberi

konsentrasi ekstrak jeruk limau 2% yakni sebesar 0,020 ppm.

3.1.4. Perbedaan Rerata Kadar Pb Kerang Darah (*A. granosa*) Sebelum dan Sesudah Pemanasan Berdasarkan Konsentrasi Ekstrak Jeruk Limau

Tabel 3. 4 berikut ini menunjukkan perbedaan kadar Pb kerang darah sebelum dan sesudah pemanasan berdasarkan konsentrasi ekstrak jeruk limau.

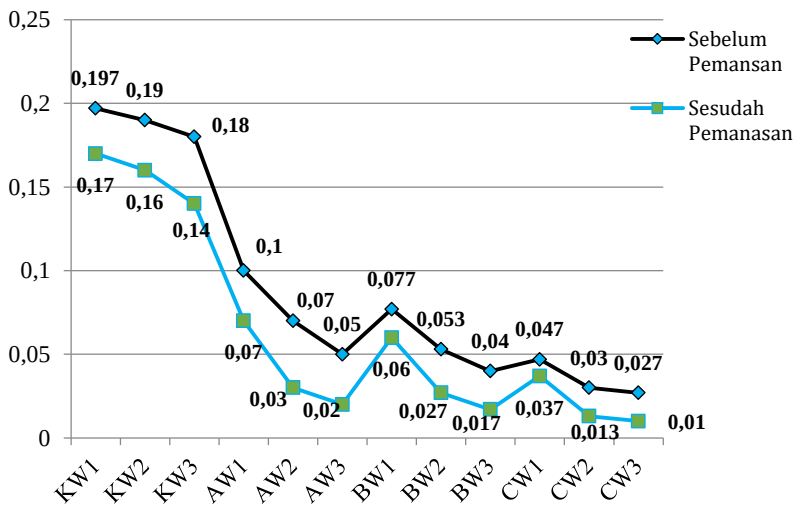
Tabel 3.4. Perbedaan Rerata Kadar Pb Kerang Darah (*A. granosa*) Sebelum dan Sesudah Pemanasan Berdasarkan Konsentrasi Ekstrak Jeruk Limau Tahun 2019

Kode Sampel	Konsentrasi Jeruk Limau	Waktu Aduk	Rerata Kadar Pb (ppm)		Perbedaan Pb % (ppm)	
			Sebelum	Sesudah		
KW1	0%	5	0,197	0,17	0,027	32,3
KW2		10	0,19	0,16	0,03	15,8
KW3		15	0,18	0,14	0,04	22,2
AW1	1%	5	0,10	0,07	0,03	30,0
AW2		10	0,07	0,03	0,04	57,1
AW3		15	0,05	0,02	0,03	60,0
BW1	1,5%	5	0,077	0,06	0,017	22,1
BW2		10	0,053	0,027	0,026	49,1
BW3		15	0,04	0,017	0,023	57,5
CW1	2%	5	0,047	0,037	0,01	21,3
CW2		10	0,03	0,013	0,017	56,7
CW3		15	0,027	0,01	0,017	63,0
Jumlah			1,061	0,754	0,307	28,9
Rerata			0,088	0,063	0,025	28,4

Tabel 3.4 diatas menunjukkan bahwa terdapat penurunan kadar Pb kerang darah (*A. granosa*) setelah

dilakukan pemanasan berdasarkan variasi konsentrasi ekstrak jeruk limau. Perbedaan rerata kadar Pb kerang darah sebelum dan sesudah pemanasan sebesar 0,025 ppm (28,4%).

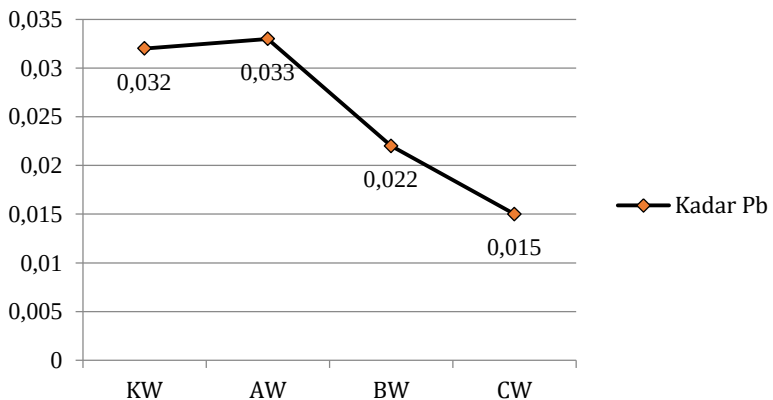
Perbedaan kadar Pb sebelum pemanasan dan sesudah pemanasan dapat ditunjukkan melalui gambar 3.3 berikut ini :



Gambar 3.3. Grafik Perbedaan Rerata Kadar Pb Kerang Darah Berdasarkan Penambahan Ekstrak Jeruk Limau dan Perlakuan Pemanasan

Gambar 3.3 menunjukkan kecenderungan perbedaan kadar Pb kerang darah sebelum dan sesudah pemanasan. Kadar Pb sesudah pemanasan lebih rendah dibandingkan dengan kadar Pb sebelum pemanasan yakni sebesar 0,01 ppm.

Berdasarkan konsentrasi penambahan ekstrak jeruk limau sebelum dan sesudah pemanasan dalam tabel IV.28 dapat dilihat rerata perbedaan kadar Pb kerang darah dari kelompok kontrol (KW) adalah 0,047 ppm, kelompok kode sampel AW dengan pemberian ekstrak jeruk limau 1% sebesar 0,033 ppm, kelompok kode sampel BW dengan pemberian ekstrak jeruk limau 1,5 % sebesar 0,022 ppm dan kelompok kode sampel CW dengan pemberian ekstrak jeruk limau 2% memiliki rerata perbedaan sebesar 0,017 ppm. Perbedaan rerata Pb kerang darah sebelum dan sesudah pemanasan ini dapat ditunjukkan dalam grafik berikut ini :



Gambar 3.4. Grafik Perbedaan Rerata Kadar Pb Kerang Darah Berdasarkan Penambahan Ekstrak Jeruk Limau dan Perlakuan Pemanasan

Gambar 3.4 diatas menunjukkan bahwa sampel kode KW yang merupakan control memiliki kecenderungan kadar Pb lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok perlakuan penambahan ekstrak jeruk limau. Terlihat

bahwa kode sampel CW (konsentrasi ekstrak jeruk limau 2%) memiliki perbedaan kadar Pb lebih rendah dibandingkan dengan kelompok sampel kode AW (konsentrasi ekstrak jeruk limau 1%) dan BW (konsentrasi ekstrak jeruk limau 1,5%). Hal ini mengindikasikan adanya perbedaan kadar Pb kerang darah berdasarkan variasi konsentrasi ekstrak jeruk limau sebelum dan sesudah pemanasan.

3.2. Analisis Data Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh ekstrak jeruk limau dan waktu pengadukan terhadap kadar Pb kerang darah (*A. granosa*) pada dua kali pengamatan yakni sebelum dan sesudah pemanasan digunakan uji *Anova*. Persyaratan uji *Anova* dua jalur dilakukan jika terpenuhinya uji homogenitas. Berdasarkan uji homogenitas (terlampir) menunjukkan bahwa semua *p-value (sig) levene test* > 0,05 (*p-value* sebelum dipanaskan 0,690 dan *p-value* setelah dipanaskan 0,348) yang berarti variance antar kelompok tidak berbeda nyata baik sebelum maupun sesudah dipanaskan sehingga data bersifat homogen dan memenuhi asumsi homogenitas. Selain uji homogenitas, uji normalitas dilakukan untuk memenuhi uji *Anova* yakni melalui uji normalitas *Kolmogorov Smirnov* dengan koreksi *Lilliefors* yang menunjukkan bahwa residual *Anova* sebelum dan sesudah pemanasan masing-masing sebesar 0,200 > 0,05 maka data berdistribusi normal sehingga memenuhi asumsi normalitas.

Adanya pengaruh ekstrak jeruk limau dan waktu aduk terhadap kadar Pb pada 2 kali pengamatan yakni sebelum dan sesudah pemanasan, dapat ditunjukkan pada table 3.5 berikut ini :

Tabel 3.5. Uji Anova

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Intercept	.419	1	.419	5108.492	.000	.995
Ekstrak	.235	3	.078	957.169	.000	.992
Waktu	.015	2	.007	90.661	.000	.883
Ekstrak *	.002	6	.000	3.678	.010	.479
Error	.002	24	8.194E-5			

Tabel 3.5 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh ekstrak jeruk limau dan waktu pengadukan secara terpisah terhadap rerata kadar Pb sebelum dan sesudah pemanasan. Hal ini ditunjukkan pada nilai $p\text{ value} < 0,005$ yakni 0,000, mengindikasikan adanya pengaruh yang signifikan antar ekstrak jeruk limau terhadap rerata kadar Pb kerang darah sebelum dan sesudah pemanasan. Demikian halnya dengan waktu pengadukan yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kadar Pb kerang darah sebelum dan sesudah pemanasan, yang ditunjukkan nilai $p\text{ value} < 0,05$. Adapun Adapun penambahan ekstrak jeruk limau dan waktu pengadukan secara bersamaan, diperoleh nilai $p\text{ value} < 0,005$, yakni 0,010, mengindikasikan adanya pengaruh signifikan konsentrasi ekstrak jeruk limau dan waktu pengadukan secara bersamaan terhadap rerata kadar Pb kerang darah.

Untuk mengetahui perbedaan rerata kadar Pb antar masing-masing perlakuan konsentrasi ekstrak jeruk limau dapat ditunjukkan dalam Uji Post Hoc menggunakan Uji Tukey pada tabel 3.6 berikut ini :

Tabel 3.6 Tabel Post Hoc Tests Berdasarkan uji Tukey HSD terhadap Konsentrasi Jeruk Limau

(I) Ekstrak Jeruk	(J) Ekstrak Jeruk	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0%	5%	.1144*	.00302	.000	.1061	.1228
	10%	.1278*	.00302	.000	.1195	.1361
	15%	.1461*	.00302	.000	.1378	.1544
5%	0%	-.1144*	.00302	.000	-.1228	-.1061
	10%	.0133*	.00302	.001	.0050	.0217
	15%	.0317*	.00302	.000	.0233	.0400
10%	0%	-.1278*	.00302	.000	-.1361	-.1195
	5%	-.0133*	.00302	.001	-.0217	-.0050
	15%	.0183*	.00302	.000	.0100	.0267
15%	0%	-.1461*	.00302	.000	-.1544	-.1378
	5%	-.0317*	.00302	.000	-.0400	-.0233
	10%	-.0183*	.00302	.000	-.0267	-.0100

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 4.097E-5.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Pada tabel 3.6 menunjukkan perbedaan rerata kadar Pb antar konsentrasi ekstrak jeruk limau yang memiliki p value $0,000 < 0,05$, berarti kedua konsentrasi jeruk yang dibandingkan memiliki perbedaan nilai kadar Pb yang signifikan. Perbedaan kadar Pb kerang darah yang tertinggi ditunjukkan antara konsentrasi 0% dengan konsentrasi 15% jeruk limau, yakni sebesar 0,1461 dibandingkan dengan ekstrak 5% (0,1144) dan 10% (0,1278). Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat pengaruh konsentrasi terhadap penurunan kadar Pb kerang darah. Data tabel tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi jeruk limau akan semakin

besar perbedaan kadar Pb kerang darah dibandingkan kerang darah yang tidak ditambahkan ekstrak jeruk limau. Adapun pengaruh waktu pengadukan terhadap kadar Pb kerang darah dapat ditunjukkan pada tabel 3.7 berikut ini :

Tabel 3.7 Tabel Post Hoc Tests Berdasarkan uji Tukey HSD terhadap Konsentrasi Jeruk Limau

(I) Waktu Aduk	(J) Waktu Aduk	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
5 Menit	10 Menit	.0229*	.00261	.000	.0164	.0294
	15 Menit	.0346*	.00261	.000	.0281	.0411
10 Menit	5 Menit	-.0229*	.00261	.000	-.0294	-.0164
	15 Menit	.0117*	.00261	.000	.0051	.0182
15 Menit	5 Menit	-.0346*	.00261	.000	-.0411	-.0281
	10 Menit	-.0117*	.00261	.000	-.0182	-.0051

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 4.097E-5.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Uji *Post Hoc* menggunakan Uji Tukey untuk menilai perbedaan kadar Pb berdasarkan waktu aduk didapatkan data semua variasi waktu aduk memiliki perbedaan yang signifikan terhadap kadar Pb kerang darah. Perbedaan kadar Pb kerang darah yang terbesar ditunjukkan pada perbandingan waktu aduk 5 menit terhadap waktu aduk 15 menit, yakni sebesar 0,0346 dibandingkan dengan waktu aduk 10 menit, yakni sebesar 0,0229. Data ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu aduk dalam penelitian ini, maka perbedaan kadar Pb semakin besar.

3.3. Pembahasan

3.3.1 Kadar Pb Kerang Darah (*A. granosa*) Segar

Kerang darah segar yang dijadikan sampel dalam penelitian ini berasal dari Pantai Kenjeran Surabaya, memiliki rerata kandungan Pb 0,223 ppm. Cemaran Pb pada kerang darah merupakan akumulasi Pb yang berkorelasi positif terhadap waktu dan tingkat cemaran. Artinya, semakin meningkat cemaran Pb dalam lingkungan perairan khususnya, dan semakin lama paparan Pb pada kerang darah, maka akan semakin tinggi tingkat akumulasi Pb dalam tubuh kerang darah. Hal ini disebabkan sifat alamiah kerang darah merupakan makhluk biologis, hidup menetap (*sessile*), organism penyaring makanan (*filter feeder*) dan bersifat mengakumulasi bahan-bahan pencemar seperti pestisida, hidrokarbon, logam berat dan lain-lain ke dalam jaringan tubuh. Sifat pengakumulasi dari jenis moluska ini erat kaitannya dengan sifatnya sebagai hewan dasar yang perolehan makanannya dengan cara menyaring atau *filter feeder*. (V.Silalahi et al., 2013). Dijelaskan kembali dalam penelitian C.Rattikansukha., et al dimana pada jaringan kerang darah tingkat sub-seluler di sitosol telah diteliti di insang, kelenjar

pencernaan, tubuh dan kaki adanya kandungan Cd, Zn dan Fe. (Rattikansukha et al., 2018)

Kandungan Pb dalam kerang darah segar dalam penelitian ini sebesar 0,223 ppm merupakan kadar yang masih berada dibawah nilai ambang batas yang ditentukan dalam Standar Nasional Indonesia nomor 7387 tahun 2009 diketahui batas maksimum kadar logam berat Pb kerang darah 1,5 mg/kg. Namun demikian, kadar dibawah nilai ambang batas tersebut dapat berpotensi dapat mengganggu kesehatan manusia jika kerang darah dikonsumsi secara rutin dan dalam jangka waktu yang lama. Akumulasi logam ini menimbulkan komplikasi yang serius, termasuk keterbelakangan mental pada anak, dampak merugikan pada fungsi ginjal, jantung serta pendengaran. (Hashemi et al., 2017). Dijelaskan juga bahwa pemaparan logam berat seperti arsen, timbal dan cadmium, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang dapat menimbulkan kanker pada manusia. (Fakhri et al., 2018)

Kadar Pb kerang darah yang diberi perlakuan pengadukan dan penambahan cangkang telur ayam dengan 3 variasi pengadukan tanpa penambahan ekstrak jeruk limau dan tanpa pemanasan antara 0,18 ppm - 0,197 ppm. Kadar Pb ini lebih kecil dibandingkan dengan kadar Pb kerang darah yang belum mengalami perlakuan pengadukan setelah dibubuhi cangkang telur ayam. Ini mengindikasikan bahwa ada potensi pengadukan dan cangkang telur ayam dalam meminimasi kadar Pb kerang darah segar. Penelitian Suryono, et al, membuktikan pengaruh penambahan cangkang telur ayam dengan disertai perlakuan pengadukan pada kerang darah dapat menurunkan kadar Hg sebesar 93,64%. (Suryono, Narwati, & Nugroho, 2018).

Adanya penurunan kadar Pb diduga adanya suatu mekanisme adsorpsi pada lapisan kulit telur. Penelitian Flores-cano, *et al* menjelaskan bahwa penyerapan logam berlangsung pada lapisan berkapur kulit telur yang mengandung CaCO_3 . Hasil pengamatan terhadap mekanisme adsorpsi diketahui bahwa beberapa kristal terbentuk pada permukaan lapisan berkapur selama sorpsi. Kristal memiliki bentuk skalenohedral ditrigonal dan aspek asikular yang memungkinkan terjadinya proses presipitasi permukaan CO_3 pada penyerapan Pb (II) dalam kalsit. Penelitian Folres-cano ini juga menjelaskan selain mekanisme presipitasi juga penurunan kadar logam akibat adanya mekanisme pertukaran ion, yakni ion Ca^{2+} dari permukaan lapisan berkapur ke larutan berair sedangkan ion Cd^{2+} dipindahkan dalam arah yang berlawanan. (Flores-cano et al., 2013). Mekanisme ini diduga terjadi juga dalam penelitian ini dimana ion Ca^{2+} dari permukaan cangkang telur ke larutan sedangkan ion Pb^{2+} dipindahkan dari arah yang berlawanan. Ion Ca^{2+} ditukar dari permukaan lapisan berkapur ke larutan berair sedangkan ion Pb^{2+} dipindahkan dalam arah yang berlawanan.



Lebih lanjut dijelaskan oleh Pandey *et al* bahwa penyerapan logam oleh adsorben terjadi di titik yang berbeda tergantung dari tipe struktur fungsional suatu adsorben. (Pandey et al., 2009)

Dijelaskan kembali oleh Satriani dan Ningsih bahwa cangkang telur memiliki senyawa organik dengan gugus fungsi gugus hidroksil (O–H). Gugus-gugus fungsi ini dapat berikatan kimia dengan ion Pb sehingga terjadi mekanisme adsorpsi dan penyerapan. Mekanisme pertukaran ion ini terjadi pada saat gugus-gugus karboksilat (COOH) pada asam-asam amino mengalami deprotonasi akibat hadirnya ion hidroksida (OH⁻), sehingga gugus karboksilat berubah menjadi bermuatan negatif (COO⁻) yang sangat reaktif untuk berikatan dengan Pb²⁺. (Satriani & Ningsih, 2016)

Selain dosis cangkang kerang, factor waktu kontak disertai pengadukan juga berpotensi mempengaruhi proses adsorpsi logam Pb kerang darah. Lim *et al* menjelaskan bahwa waktu kontak dapat memberikan pengaruh terhadap kapasitas adsorpsi suatu adsorben. Lebih lanjut dijelaskan bahwa waktu kontak yang lebih panjang memberikan durasi yang cukup untuk berlangsungnya proses adsorpsi dan dengan demikian meningkatkan penyerapan ion logam dari larutan ke tempat pengikatan logam pada adsorben. Penentuan waktu kontak yang menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum terjadi pada waktu kesetimbangan. Waktu kesetimbangan dipengaruhi oleh tipe biomasa (jumlah dan jenis ruang pengikatan), ukuran dan fisiologi biomasa (aktif atau tidak aktif), ion yang terlibat dalam proses biosorpsi, dan konsentrasi ion logam. (Lim *et al.*, 2012).

Sebelumnya telah dijelaskan oleh Reynolds & Richards bahwa waktu kontak, memberikan pengaruh terhadap proses adsorpsi yang semakin baik seiring peningkatan waktu kontak. Gaya adsorpsi molekul dari suatu zat terlarut akan meningkat apabila waktu kontakanya

dengan karbon aktif makin lama. Dijelaskan waktu kontak yang lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang teradsorpsi berlangsung lebih baik. (Reynolds & Richards, 1982)

Kecepatan pengadukan dalam penelitian ini dilakukan dengan kecepatan 150 rpm. Memberikan selisih penurunan kadar Pb kerang darah segar 0,223 ppm terhadap kadar Pb kerang darah yang melalui tahap pengadukan dalam penelitian ini dengan range antara 0,18 – 0,197 ppm adalah sebesar 0,034 ppm. Penggunaan kecepatan aduk di atas 90 rpm akan membuat ikatan antar partikel adsorben dan adsorbat terlepas. Di samping itu terlalu cepatnya pengadukan membuat adsorben tidak sempat membentuk ikatan yang kuat dengan partikel logam, sehingga hanya sedikit kadar adsorbat yang mampu terserap. (Isna Syaunyah, *et al.*, 2011).

3.3.2 Analisis Perbedaan Kadar Pb Kerang Darah (*A.granosa*) Sebelum dan Sesudah Perlakuan

Kadar Pb kerang darah setelah pemanasan sebelum penambahan ekstrak jeruk limau diperoleh range 0,14 ppm – 0,17 ppm, dimana sebelum dilakukan pemanasan range berkisar 0,18 - 0,197 ppm. Selisih kedua kadar Pb kerang darah ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar Pb kerang darah setelah pemanasan. Demikian halnya dengan perbedaan kadar Pb kerang darah terhadap perlakuan waktu pengadukan. Semakin lama waktu aduk dalam penelitian ini, maka perbedaan kadar Pb semakin besar. Perbandingan kadar Pb kerang darah pada waktu aduk 5 menit terhadap waktu aduk 15 menit, yakni sebesar 0,0346 lebih tinggi dibandingkan dengan waktu aduk 10 menit, yakni sebesar 0,0229.

Hasil penelitian ini sama dengan hasil penelitian yang dilakukan Tark *et al* yang mengindikasikan kapasitas adsorpsi berpengaruh positif terhadap peningkatan waktu kontak. (Tark, Ali, & Ibrahim, 2016). Artinya, semakin lama waktu kontak akan meningkatkan kapasitas adsorpsi cangkang telur ayam sebagai adsorben. Lebih lanjut dijelaskan oleh Tark, Ali & Ibrahim, kapasitas adsorpsi ini dikaitkan dengan laju kecepatan adsorpsi permukaan suatu adsorben. Fase selanjutnya merupakan fase lambat yang terjadi proses difusi ion ke bagian dalam cangkang telur sebagai adsorben. Dari hal ini dapat dikatakan bahwa waktu kontak yang lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang teradsorpsi berlangsung lebih baik.

Hasil penelitian ini juga mengindikasikan bahwa kapasitas adsorpsi cangkang telur sebagai adsorben terhadap Pb meningkat dengan meningkatnya suhu. Hal ini dapat dilihat terjadi penurunan kadar Pb rerata 0,025 ppm (28,4%). Penelitian Tark *et al* membuktikan kenaikan suhu berkorelasi positif terhadap penurunan persentase ion logam. Dijelaskan lebih lanjut bahwa peningkatan kapasitas adsorpsi disebabkan peningkatan mobilitas dan difusi ionic. Proses yang terjadi dikatakan sebagai proses yang bersifat reversible pada suatu kesetimbangan (Tark *et al.*, 2016). Hasil penelitian yang sama juga dilakukan oleh Saif A. Chaudhry., *et al* yang menegaskan proses adsorpsi meningkat hampir semua konsentrasi Pb (II) ketika suhu dinaikkan dari 27°C hingga 40 °C. Hal ini mengindikasikan proses adsorpsi bersifat endotermik. (Chaudhry, Khan, & Ali, 2016)

Menurut Syauqiah *et al*, suhu meningkat menyebabkan energy dan reaktivitas ion bertambah besar sehingga semakin banyak ion yang mampu melewati tingkat energi untuk melakukan interaksi secara kimia dengan situs-situs di permukaan. Reaktivitas ion yang semakin besar akan meningkatkan pula difusi ion pada pori-pori adsorben sehingga lebih banyak ion yang mampu teradsorpsi pada permukaan adsorben. (Syauqiah *et al.*, 2011)

Hasil penelitian ini bertolak belakang dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Song *et al* dimana kapasitas adsorpsi Pb^{2+} berbanding terbalik dengan peningkatan suhu, sehingga dikatakan bahwa suhu hampir tidak berpengaruh terhadap kapasitas adsorpsi kecilnya penurunan kadar Pb akibat peningkatan suhu, menggambarkan bahwa suhu hampir tidak berpengaruh pada kapasitas adsorpsi. Alasan dari fenomena ini adalah bahwa adsorpsi Pb^{2+} adalah reaksi eksotermik. Sementara semakin rendah suhunya, reaksi adsorpsi menjadi lebih mudah. (Song *et al.*, 2017).

Penambahan ekstrak jeruk limau dalam penelitian ini menunjukkan hasil bahwa terdapat pengaruh yang signifikan konsentrasi ekstrak jeruk limau terhadap penurunan kadar Pb kerang darah. Diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi jeruk limau akan semakin besar perbedaan kadar Pb kerang darah dibandingkan kerang darah yang tidak ditambahkan ekstrak jeruk limau. Penambahan ekstrak jeruk limau dan perlakuan pemanasan memberikan kontribusi terhadap penurunan kadar Pb kerang darah. Kordial dalam tulisannya menjelaskan bahwa jeruk limau memiliki kandungan asam askorbat (Kordial, 2009).

Penurunan kadar Pb kerang darah setelah diberi ekstrak jeruk limau diduga akibat interaksi antara kalsium karbonat dan asam askorbat sehingga terjadi interaksi hidrogen. Interaksi hidrogen antara gugus amina (-NH₂) pada cangkang telur dengan gugus hidroksil (-OH) pada asam askorbat. Ada beberapa kemungkinan adsorpsi Pb²⁺ oleh cangkang telur termodifikasi asam askorbat yang terkandung dalam jeruk limau, diantaranya karena terjadi interaksi elektrostatik yaitu interaksi antara muatan parsial negatif dari gugus amina (-NH₂) dan hidroksil (-OH) pada cangkang telur termodifikasi asam askorbat dengan muatan parsial positif dari logam Pb²⁺. Hal lain yang diduga penyebab turunnya kadar Pb kerang darah adalah pembentukan kompleks ion Pb²⁺ sebagai atom pusat dan atom O gugus (-OH), atom N gugus (-NH₂) dari cangkang telur termodifikasi asam askorbat sebagai ligan. Hal ini sesuai dengan penelitian Pramesti bahwa ada korelasi kitosan yang termodifikasi asam askorbat terhadap kadar Fe³⁺ dan Cr³⁺, dimana hal ini dikaitkan dengan pembentukan kompleks ion Fe³⁺ dan Cr³⁺, sebagai atom pusat dan atom O gugus (-OH), atom N gugus (-NH₂) dari kitosan termodifikasi asam askorbat sebagai ligan (Pramesti, Khabibi, & Prasetya, 2012).

Dijelaskan kembali dalam Song *et al.*, (2017) bahwa kapasitas Pb²⁺ dipengaruhi oleh pH. Kecenderungan bahwa adanya peningkatan pH akan meningkatkan kapasitas adsorpsi suatu adsorben. Hal ini didasari bahwa dengan pembentukan H₃O⁺ pada pH rendah dapat dikombinasikan dengan gugus fungsional adsorben yang mengandung oksigen permukaan. Sebagian besar situs aktif permukaan adsorben ditempati sejumlah besar H₃O⁺, sehingga situs aktif adsorpsi untuk ion Pb²⁺ relative berkurang. Demikian

sebaliknya, ion H^+ secara bertahap akan menurun dengan meningkatnya pH. Situs aktif permukaan adsorben yang ditempati ion H^+ , dikombinasi dengan ion logam berat, akan berkontribusi pada peningkatan kapasitas adsorpsi. (Song *et al.*, 2017)

BAB 4 MODIFIKASI SERBUK CANGKANG DAN EKTRAK JERUK LIMAU DALAM MENURUNKAN TIMBAL

4.1 Tinjauan tentang Logam Berat

Timbal adalah jenis logam yang biasanya paling banyak digunakan dalam produk pertanian maupun dalam pengolahan limbah. Logam ini secara signifikan beracun dan terakumulasi dalam tubuh yang menyebabkan keracunan akut pada manusia. Selain itu, jika air memiliki pH asam, hal ini menyebabkan keracunan dan terjadi penyerapan timbal saat melewati pipa air (Shahryari & Mollasadeghi, 2011). Penggunaan cara luas dalam penyulingan minyak, manufaktur asam sulfat, pembuatan pigmen, keramik, pembuatan baterai sehingga industry yang melakukan proses tersebut berpotensi menghasilkan limbah yang mengandung timbal. (Mittal, Teotia, Soni, & Mittal, 2016).

Hashemi *et al* menjelaskan bahwa timbal, cadmium, merkuri dan arsen merupakan logam kebanyakan yang menimbulkan risiko ketika dikonsumsi melalui makanan yang terkontaminasi logam tersebut. Semua logam berat, cadmium dan timbal lebih signifikan efek samping bagi kesehatan manusia dan dengan mudah masuk melalui transmisi rantai makanan. Akumulasi logam ini menimbulkan komplikasi yang serius, termasuk keterbelakangan mental pada anak, dampak merugikan pada fungsi ginjal, jantung serta pendengaran. (Hashemi *et al.*, 2017). Lebih lanjut dikatakan bahwa sistem hematopoietik, sistem saraf dan system renal, merupakan tiga system tubuh utama sensitive terhadap logam Pb.(Naseri, Vazirzadeh,

Kazemi, & Zaheri, 2015). Dijelaskan juga bahwa pemaparan logam berat seperti arsen, timbal dan cadmium, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang dapat menimbulkan kanker pada manusia. (Fakhri *et al.*, 2018)

4.2. Kulit Telur dan Peranannya sebagai Adsorben

Kulit telur merupakan lapisan terluar telur memiliki komponen utama kalsium karbonat (CaCO_3), yang dapat digunakan sebagai agen pertukaran yang kompleks, mengikat atau ion logam dalam larutan cair. CaCO_3 juga merupakan agen alkalizing yang signifikan dan ketika disetimbangkan dengan air asam, ia menetralkannya; berarti logam berat dapat mengendap dan menyerap di permukaan partikel cangkang telur. Berdasarkan karakteristik tersebut membuat cangkang telur menjadi bahan potensial untuk mengurangi kontaminan, terutama kation dari fase cair. (Muliwa, Leswif, & Onyango, 2018).

Menurut Asip, *et al* (2008), adsorpsi adalah proses perpindahan massa pada permukaan pori-pori dalam butiran adsorben. Perpindahan massa yang terjadi melalui batas antara dua fasa yaitu: gas-padat, cair-padat. Proses yang terjadi selama adsorpsi yaitu perpindahan massa dari cairan ke permukaan butir, difusi dari permukaan butir ke dalam butir melalui pori, perpindahan massa dari cairan dalam pori ke dinding pori dan adsorpsi pada dinding pori. Adsorpsi dapat terjadi karena adanya sifat permukaan dan gaya tarik-menarik permukaan. Sifat dari masing-masing permukaan berbeda, tergantung pada susunan dalam molekul-molekul zat. Setiap molekul dalam interior dikelilingi oleh molekul-molekul lainnya, sehingga gaya tarik menarik antar molekul akan sama besar, setimbang

ke segala bagian sedangkan untuk molekul dipermukaan hanya mempunyai gaya tarik kearah dalam. (Asip, Mardhiah, & Husna, 2008). Penyerapan logam oleh adsorben terjadi di titik yang berbeda tergantung dari tipe struktur fungsional suatu adsorben (Pandey, Sambhi, Sharma, & Singh, 2009). Penyerapan logam oleh adsorben tergantung beberapa faktor, seperti dosis adsorben, jenis logam, dan kekuatan ion, pH, konsentrasi logam awal, dan lain-lain. Kemampuan adsorben untuk mengikat logam bergantung pada gugus fungsional dan afinitas. (Agwaramgbo, Zulpo, & Lira, 2017).

4.3. Potensi Kerang Menyerap Logam Berat

Fakta bahwa kerang darah hidup di dasar laut yang memiliki habitat mengandung sedimen yang telah terakumulasi zat beracun. (Alina *et al.*, 2012). Dijelaskan kembali oleh Halit *et al.*, selain dapat dikonsumsi sebagai makanan yang kaya protein, kerang darah juga digunakan sebagai bio-indikator untuk mendeteksi toksisitas dalam lingkungan akuatik. Kerang hidup di lingkungan oksigen rendah dan menelan lebih banyak virus dan bakteri tidak seperti jenis kerang lain yang aman untuk dimakan. Studi telah dilakukan pada toksisitas logam berat di jaringan kerang untuk memastikan bahwa kerang aman untuk konsumsi manusia (Halit *et al.*, 2018). Kemampuan kerang darah dalam menyerap logam telah dibuktikan dalam penelitian C.Rattikansukha., *et al* dimana pada jaringan kerang darah tingkat sub-seluler di sitosol telah diteliti di insang, kelenjar pencernaan, tubuh dan kaki adanya kandungan Cd, Zn dan Fe. (Rattikansukha, Millward, & Langston, 2018)

4.4. Pengaruh Temperatur Pada Proses Adsorpsi

Pemanasan atau pengaktifan adsorben akan meningkatkan daya serap adsorben terhadap adsorbat menyebabkan pori-pori adsorben lebih terbuka pemanasan yang terlalu tinggi menyebabkan rusaknya adsorben sehingga kemampuan penyerapannya menurun. Al - Essa & Khalili menjelaskan bahwa pengaruh suhu pada penyerapan sangat penting tidak hanya karena mempengaruhi tingkat serapan tetapi juga karena fakta bahwa suhu serapan memberikan informasi tentang kemungkinan interaksi antar adsorben. Penelitiannya mengevaluasi penyerapan isotherm Pb (II) ke kedua kaolinit yang dimodifikasi dilakukan pada suhu 25°C, 35°C dan 45°C, dengan kapasitas tertentu. Hasil studi pengaruh suhu serapan Pb dalam penelitian ini menunjukkan bahwa penyerapan /proses adsorpsi meningkat dengan adanya peningkatan suhu, sehingga proses serapan ini bersifat endotermik. (Al - Essa & Khalili, 2016).

4.4. Pengaruh pH Pada Proses Adsorpsi

pH larutan mempengaruhi kelarutan ion logam, aktivitas gugus fungsi pada biosorben dan kompetisi ion logam dalam proses adsorpsi. pH dikenal sebagai factor utama yang mempengaruhi proses adsorpsi. Feng *et al* menjelaskan dalam penelitiannya bahwa nilai pH < 6,9 merkuri anorganik cenderung diserap oleh partikel dan akhirnya mengendap ke dasar. (Feng *et al.*, 2018). Penelitian ini diperjelas pada studi Sirilert dan Maikrang (2018) melakukan pengamatan terhadap pH 2 hingga 8 terhadap adsorpsi logam. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa hasil adsorpsi cadmium meningkat dari 73,29% menjadi 77,75% dari pH 2 ke pH 3 menggunakan kulit pisang matang serta adsorpsi cadmium meningkat dari 29,69% menjadi 43,43%

ketika larutan pH meningkat dari 2,0 hingga 5,0 dengan menggunakan kulit pisang mentah, secara berurutan. Untuk adsorpsi timbal, persentase penyerapan meningkat dari 93,15% pada pH 2,0 menjadi 98,52% pada pH 4,0 dan 84,97% pada pH 2,0 menjadi 92,86% pada pH 5,0 menggunakan kulit pisang matang dan mentah, secara berurutan. Oleh karena itu, pH optimum diamati pada pH 3.0 dan 5.0 untuk cadmium, serta pH 4.0 dan 5.0 untuk timbal menggunakan kulit pisang matang dan mentah. Di luar pH optimum, hasil adsorpsi menurun untuk kedua jenis ion logam. Kondisi ini dapat dijelaskan sebagai presipitasi logam hidroksida. Hasil ini menunjukkan bahwa pada nilai pH yang lebih rendah, ion logam bersaing dengan H^+ untuk melekat pada permukaan adsorben, yang mengarah ke peningkatan hasil adsorpsi. Karena pH meningkat, persentase pemindahan juga meningkat. Tren ini dapat dikaitkan dengan peningkatan/ elevasi ion bermuatan negatif. (Sirilert & Maikrang, 2018) . Al - Essa & Khalili menjelaskan kaolinit menunjukkan kapasitas yang relative tinggi dengan terserapnya *humic acid* dalam mengadsorpsi ion Pb (II). Kondisi optimum adsorpsi Pb (II) pada tanah liat kaolinit yang termodifikasi dijumpai pada pH 6,0 suhu 45° dengan konsentrasi awal logam 10 ppm. (Al - Essa & Khalili, 2016). Penelitian ini mengindikasikan bahwa adanya korelasi modifikasi pH larutan dan suhu larutan dalam proses adsorpsi logam Pb (II), dimana dibawah pH normal dengan adanya peningkatan suhu adsorpsi dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi.

Hal ini bertolak belakang dengan hasil penelitian Wijaya & Ulfin bahwa peningkatan adsorpsi logam Cd^{2+} berkorelasi positif dengan peningkatan pH. Adsorpsi

optimum terjadi pada pH 7 tanpa adanya intervensi suhu adsorpsi, yakni sebesar 97,11%. Hal ini diduga karena berkurangnya kompetisi diantara proton (H^+) dan ion logam bermuatan positif (Cd^{2+}) di permukaan adsorben yang menghasilkan tolakan rendah terhadap ion Cd^{2+} , sehingga ion logam dapat dengan mudah terjerap dalam adsorben. (Wijaya & Ulfin, 2015).

4.5 Pengaruh Waktu Kontak Pada Proses Adsorpsi

Penentuan waktu kontak yang menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum terjadi pada waktu kesetimbangan. Waktu kesetimbangan dipengaruhi oleh tipe biomasa (jumlah dan jenis ruang pengikatan), ukuran dan fisiologi biomasa (aktif atau tidak aktif), ion yang terlibat dalam proses biosorpsi, dan konsentrasi ion logam. Waktu kontak dapat memberikan pengaruh terhadap kapasitas adsorpsi suatu adsorben. Lebih lanjut dijelaskan bahwa waktu kontak yang lebih panjang memberikan durasi yang cukup untuk berlangsungnya proses adsorpsi dan dengan demikian meningkatkan penyerapan ion logam dari larutan ke tempat pengikatan logam pada adsorben. (Lim, Teng, Ibrahim, Ahmad, & Chee, 2012)

Porositas adsorben juga mempengaruhi daya adsorpsi suatu adsorben. Adsorben dengan porositas yang besar mempunyai kemampuan menyerap yang lebih tinggi dibandingkan dengan adsorben yang memiliki porositas kecil. Untuk meningkatkan porositas dapat dilakukan dengan mengaktivasi secara fisika seperti mengalirkan uap air panas ke dalam pori-pori adsorben atau mengaktivasi secara kimia.

Dikutip dari Fitriyana dan Safitri, waktu pengadukan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi

penurunan kadar bilangan peroksida dan asam lemak bebas. Dijelaskan lebih lanjut bahwa keefektifan adsorben menurun dalam proses menyerap seiring peningkatan waktu pengadukan. Kondisi ini disebabkan terjadinya titik jenuh pada adsorben sehingga terjadi desorpsi yang dapat menaikkan kembali kandungan yang zat terserap (Fitriyana & Safitri, 2015)

4.6. Pengaruh Pengadukan Pada Proses Penyerapan

Penggunaan kecepatan aduk di atas 90 rpm akan membuat ikatan antar partikel adsorben dan adsorbat terlepas. Di samping itu terlalu cepatnya pengadukan membuat arang aktif tidak sempat membentuk ikatan yang kuat dengan partikel logam. Akibatnya hanya sedikit Fe yang mampu terserap. Dapat dikatakan kecepatan 90 rpm adalah kecepatan aduk yang efektif untuk adsorpsi Fe. (Isna Syauqiyah, *et al.*, 2011). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa adanya proses pengadukan yang ditinjau dari pengaturan kecepatan aduknya akan berpengaruh lebih baik dalam proses adsorpsi logam berat Fe dibandingkan dengan lama waktu pengadukan.

4.7. Jeruk Limau

Jeruk limau merupakan tumbuhan asli Indonesia. Jeruk ini rasanya asam, dan bau limaunya sangat tajam. Kulit buahnya agak segar berbintil-bintil, dan biji di dalam buah sangat banyak. Penelitian Kordial disebutkan bahwa pemberian ekstrak jeruk limau dengan konsentrasi 1,3% dapat membuat pH larutan 4,6; sedangkan dengan konsentrasi 1,5% dapat membuat larutan memiliki pH 3,97. (Kordial, 2009). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tiap peningkatan 0,2% akan terjadi penurunan pH sebesar 0,63, sehingga

tiap 0,1% ekstrak jeruk limau dapat menurunkan pH sebesar 0,3.

BAB 5 KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

5.1 Kesimpulan

- 5.1.1 Kadar Pb kerang darah (*A. granosa*) segar Perairan Pantai Kenjeran masih dibawah nilai SNI No. 7387 tahun 2009, dengan rerata 0,223 ppm .
- 5.1.2 Kadar Pb kerang darah (*A. granosa*) sebelum perlakuan pemanasan dan penambahan ekstrak jeruk limau rerata sebesar 0,189 ppm dan mengindikasikan terjadi penurunan dibandingkan dengan kadar kerang darah segar sebesar 0,034 ppm (15.3%).
- 5.1.3 Kadar Pb kerang darah (*A. granosa*) setelah perlakuan pemanasan sebelum penambahan ekstrak jeruk limau rerata sebesar 0,158 ppm dan mengindikasikan terjadi penurunan sebesar 0,065 ppm (29,2%) dibandingkan dengan kerang segar
- 5.1.4 Kadar Pb kerang darah (*A. granosa*) sesudah perlakuan diberi ekstrak jeruk limau (*C. amblycarpa*) sebelum pemanasan rerata sebesar 0,055 ppm dan mengindikasikan mengalami penurunan sebesar 0,169 ppm (75,3%) dengan kerang segar
- 5.1.5 Kadar Pb kerang darah (*A. granosa*) yang diberi perlakuan diberi ekstrak jeruk limau (*C. amblycarpa*) dan pemanasan rerata 0,032 ppm dan mengindikasikan mengalami penurunan sebesar 0,191 ppm (85,7%).
- 5.1.6 Terdapat peningkatan kapasitas adsorpsi cangkang telur ayam dalam meminimasi kadar Pb kerang darah setelah perdilakukan penambahan ekstrak jeruk limau dengan variasi suhu dan waktu

pengadukan pada kecepatan pengadukan tertentu melalui rekayasa alat *Stirring Chamber*.

5.2 Rekomendasi

- 5.2.1 Untuk melakukan pra pengolahan kerang segar diperlukan melalui intervensi penambahan jeruk limau dalam pencucian menggunakan suhu 35°C melalui pengadukan dalam larutan yang mengandung adsorben cangkang telur ayam dalam meminimasi cemaran logam Pb.
- 5.2.2 Diperlukan penelitian lanjutan terhadap kecepatan dan suhu optimal untuk mengetahui terjadinya keseimbangan proses adsorpsi adsorben cangkang telur ayam terhadap logam berat.
- 5.2.3 Diperlukan penelitian lanjutan dalam meningkatkan potensi cangkang telur ayam dengan mensinergiskan bahan alami lain yang memiliki karakteristik menurunkan pH sebagai upaya dalam memberikan kontribusi penyehatan makanan minuman.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Khalek, M. A., Abdel Rahman, M. K., & Francis, A. A. (2017). Exploring the adsorption behavior of cationic and anionic dyes on industrial waste shells of egg. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 5(1). <https://doi.org/10.1016/j.jece.2016.11.043>. Diakses : 22 Oktober 2018
- Agwaramgbo, L., Zulpo, S., & Lira, S. (2017). Competitive Adsorption of Cu(II) and Zn (II) from Binary Heavy Metal Solutions by Coffee Waste. *British Journal of Applied Science & Technology*, 19(4), 1–9. <https://doi.org/10.9734/BJAST/2017/31336>. Diakses : 11 November 2018
- Al-Essa, K., & Khalili, F. (2018). Adsorption of Humic Acid onto Jordanian Kaolinite Clay : Effects of Humic Acid Concentration , pH , and Temperature, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.11648/j.sjc.20180601.11>. Diakses : 22 Maret 2019
- Al - Essa, K., & Khalili, F. I. (2016). Sorption of Pb(II) Ions by Kaolinite Modified with Humic Acids. *Journal of Environmental Science and Engineering A*, 5(8), 416–431. <https://doi.org/10.17265/2162-5298/2016.08.004>. Diakses : 22 Oktober 2018
- Alina, M., Azrina, A., Mohd Yunus, A. ., Mohd Zakiuddin, S., Mohd Izuan, E., & Muhammad Rizal, R. (2012). Heavy metals (mercury , arsenic , cadmium , plumbum) in selected marine fish and shellfish along the Straits of Malacca. *International Food Research Journal*, 19(1), 135–140.
- Asip, F., Mardhiah, R., & Husna. (2008). Uji Efektivitas Cangkang Telur Dalam Mengadsorpsi ion Fe

- dengan Proses Batch. *Teknik Kimia*, 15(2), 22–26.
- Chaudhry, S. A., Khan, T. A., & Ali, I. (2016). Adsorptive removal of Pb (II) and Zn (II) from water onto manganese oxide-coated sand : Isotherm , thermodynamic and kinetic studies. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*. <https://doi.org/10.1016/j.ejbas.2016.06.002>.
Diakses : 2 Desember 2018
- Fakhri, Y., Bjørklund, G., Bandpei, A., Chirumbolo, S., Keramati, H., Hosseini Pouya, R., ... SM, G. (2018). Concentrations of arsenic and lead in rice (*Oryza sativa* L.) in Iran: A systematic review and carcinogenic risk assessment. *Food Chemical Toxicology*, 113, 267–277.
- Feng, X., Meng, B., Yan, H., Fu, X., Yao, H., & Shang, L. (2018). Bioaccumulation of Mercury in Aquatic Food Chains. *Biogeochemical Cycle of Mercury in Reservoir Systems in Wujiang River Basin, Southwest China*. Singapore: Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-6719-8_9.
Diakses : 4 Mei 2019
- Flores-cano, J. V., Leyva-ramos, R., Mendoza-barron, J., Labrada-delgado, G. J., Guerrero-coronado, R. M., & Aragón-pi, A. (2013). Sorption mechanism of Cd (II) from water solution onto chicken eggshell. *Applied Surface Science*, 276, 682–690. <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2013.03.153>.
Diakses : 18 Oktober 2018
- Fitriyana, & Safitri, E. (2015). Pemanfaatan Cangkang Telur Ayam Sebagai Adsorben Untuk Meningkatkan Kualitas Minyak Jelantah. *Konversi*, 4(1), 12–16. <https://doi.org/10.20527/k.v4i1.260>
- Hajar, E. W. I., Sitorus, R. S., Mulianingtias, N., & Welan, F. J. (2016). Efektivitas Adsorpsi Logam Pb 2+ dan Cd 2+ Menggunakan Media Adsorben

- Cangkang Telur Ayam. *KONVERSI*, 5(1), 1–7.
- Halit, A. L., Azman, S., Ismid, M., Said, M., Alias, N., & Ali, N. (2018). Cadmium and Chromium Accumulation in Cockles along the Estuary of Sungai Tampok and Sungai Sanglang. *Journal of Physics : Conference Series*, 2–6.
- Hashemi, M., Salehi, T., Aminzare, M., Raeisi, M., & Afshari, A. (2017). Contamination of Toxic Heavy Metals in Various Foods in Iran : a Review, 9(October), 1692–1697. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/321110268>. Diakses : 23 November 2018
- Kordial, N. (2009). *Perpanjangan Umur Simpan dan Perbaikan Citarasa Minuman Fungsional Berbasis Kumis Kucing (Orthosiphon aristatus Bl. Miq) Menggunakan Ekstrak Berbagai Varietas Jeruk*. Skripsi. Bogor.
- Kusumawarni, M., Daud, A., & Ibrahim, E. (2014). *Analisis Risiko Arsen (As) Dalam Ikan Kembung dan Kerang darah di Wilayah Pesisir Makassar*. Makassar. Retrieved from http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/10514/MEIYANTI_KUSUMAWARNI_K11110256.pdf;sequence=1. Diakses : 12 Desember 2018
- Lim, H. K., Teng, T. T., Ibrahim, M. H., Ahmad, A., & Chee, H. T. (2012). Adsorption and Removal of Zinc (II) from Aqueous Solution Using Powdered Fish Bones. *APCBEE Procedia*, 1(December), 96–102. <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2012.03.017>. Diakses : 14 Desember 2018
- Mamboya, F. A. (2007). *Heavy metal contamination and toxicity*. Stockholm-USA: Stokhlom University.
- Mittal, A., Teotia, M., Soni, R. K., & Mittal, J. (2016).

- Applications of egg shell and egg shell membrane as adsorbents: A review. *Journal of Molecular Liquids*, 223(November), 376–387.
<https://doi.org/10.1016/j.molliq.2016.08.065>.
 Diakses : 17 April 2019
- Muliwa, A. M., Leswif, T. Y., & Onyango, M. S. (2018). Performance evaluation of eggshell waste material for remediation of acid mine drainage from coal dump leachate. *Minerals Engineering*, 122(January), 241–250.
<https://doi.org/10.1016/j.mineng.2018.04.009>.
 Diakses : 14 April 2019
- Narwati, & Suryono, H. (2018). *Pengembangan Desain Alat “Stirring Chamber “ Dalam Meningkatkan Potensi Cangkang Telur Ayam Untuk Menurunkan Kadar Kadmium (Cd) Dan Timbal (Pb) Kerang Darah (Anadara granosa)*. Surabaya.
- Naseri, M., Vazirzadeh, A., Kazemi, R., & Zaheri, F. (2015). Concentration of some heavy metals in rice types available in Shiraz market and human health risk assessment, 243–248.
- Nurul Aimi, Norhafizah binti Abd. Hadi, W. C. S. (2013). Removal of Cu(II) from Water by Adsorption on Chicken Eggshell Nurul. *International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS*, 13(01), 40–45.
- Palys, T. (2008). *Purposive sampling. The Sage Encyclopedia of Qualitative Research Methods* (L. M. Givens, Vol. 2). Los Angeles: Sage.
<https://doi.org/10.1093/infdis/jiq005>. Diakses : 14 Januari 2019
- Pandey, P., Sami, S., Sharma, S., & Singh, S. (2009). Batch Adsorption Studies for the Removal of Cu (II) Ions by ZeoliteNaX from Aqueous Stream. *Proceedings of the World Congress on*

- Engineering and Computer Science*, 1(2), 20–22. Retrieved from http://www.iaeng.org/publication/WCECS2009/WCECS2009_pp122-127.pdf. (Marzo, 2016).. Diakses : 17 Juli 2019
- Pereira, M. G., Bellato, C. R., Pereira, J. L., & Matos, A. T. (2002). Domestic and Industrial Sewages. *Environmental Monitoring and Assessment*, 79, 75–100. Retrieved from <https://doi.org/10.1023/A:1020085813555>. Diakses : 11 Oktober 2018
- Pramesti, S. T., Khabibi, K., & Prasetya, N. B. A. (2012). Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi Pemanfaatan Kitosan Termodifikasi Asam Askorbat sebagai. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 15(2), 70–75.
- Purnomo, W., & Bramantoro, T. (2002). *36 Langkah Praktis Sukses Menulis Karya Tulis Ilmiah*. Surabaya: PT. Revka Petra Medika.
- Rattikansukha, C., Millward, G. E., & Langston, W. J. (2018). Partitioning of Cd, Zn and Fe in the Tissues and Cytosols of Blood Cockles (*Anadara granosa*) from the Gulf of Thailand. *Estuaries and Coasts*. <https://doi.org/10.1007/s12237-018-0452-1>. Diakses : 11 Juli 2019
- Reynolds, T. D., & Richards, P. A. (1982). *Unit Operations And Processes In Environmental Engineering* (Second). Boston, US: PWS Publishing Company.
- Satriani, D., & Ningsih, P. (2016). Serbuk Dari Limbah Cangkang Telur Ayam Ras Sebagai Adsorben Terhadap Logam Timbal (Pb), 5(August), 103–108.
- Shahryari, R., & Mollasadeghi, V. (2011). Introduction of two principle components for screening of

- wheat genotypes under end seasonal drought. *Advances in Environmental Biology*, 519–523.
- Sirilert, M., & Maikrang, K. (2018). Adsorption Isotherm of Some Heavy Metals in Water on Unripe and Ripe Peel of Banana. *Naresuan University Journal : Science and Technology*, 26(1), 128–141. Retrieved from www.journal.nu.ac.th/NUJST/article/view/1741/1239 - Diakses : 6 Februari 2019
- Song, M., Wei, Y., Cai, S., Yu, L., Zhong, Z., & Jin, B. (2017). Science of the Total Environment Study on adsorption properties and mechanism of Pb 2 + with different carbon based adsorbents. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.268>. Diakses : 16 Februari 2019
- Sudsandee, S., Tantrakarnapa, K., Tharnpoophasiam, P., Limpanont, Y., Mingkhwan, R., & Worakhunpiset, S. (2017). Evaluating health risks posed by heavy metals to humans consuming blood cockles (*Anadara granosa*) from the Upper Gulf of Thailand. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(17), 14605–14615. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9014-5>. Diakses : 26 Februari 2019
- Suryono, H., Narwati, & Wahito Nugroho, H. S. (2018). The Potention of Chicken Egg Shell (*Galus galus domesticus*) as Mercury Adsorbent for Blood Cockle (*Anadara granosa*) by Stirring Chamber Engineering. *Indian Journal of Public Health Research & Development*, 9(5), 238–244. <https://doi.org/10.5958/0976-5506.2018.00446.1>. Diakses : 21 Oktober 2018
- Susanti, D., Ismail, D., & Wahab, A. (2014). Heavy Metal Contamination May Have a Role in

- Negative Correlation Between Seafood Consumption and Visuo-Motor Development of 1-3 Year- Old Children in Subdistrict Bulak , Surabaya. *Folia Medica Indosiana*, 50(3), 131–138. Retrieved from <http://www.journal.unair.ac.id/download-fullpapers-fmi8c81e4993efull.pdf>. Diakses : 16 Pebruari 2019
- Syauqiah, I., Amalia, M., & Kartini, H. A. (2011). Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif. *Info Teknik*, 12(1), 11–20.
- Tark, Z., Ali, A., & Ibrahim, M. A. (2016). Eggshell Powder As An Adsorbent for Removal of Cu (II) and Cd (II) from Aqueous Solution : Equilibrium , Kinetic and Thermodynamic Studies Eggshell Powder as An Adsorbent for Removal of Cu (II) and Cd (II) from Aqueous Solution : Equilibrium , Kin, (December).
- V.Silalahi, H., Amin, B., & Efriyeldi. (2013). Analisis Kandungan Logam Berat Pb, Cu dan Zn Pada Daging dan Cangkang Kerang Kepah (Meretrix meretrix) di Perairan Bagan Asahan Kecamatan Tanjung Balai Aahan, 1–7. Retrieved from <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERIKA/article/viewFile/3236/3135%0D>. Diakses : 16 Pebruari 2019
- Watik Pratiknya, A. (2007). *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Kedokteran & Kesehatan*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Wijaya, V. C., & Ulfen, I. (2015). Pengaruh pH pada Adsorpsi Ion Cd $2+$ dalam Larutan. *Pengaruh PH Pada Adsorpsi Ion Cd $^{2+}$ Dalam Larutan Menggunakan Karbon Aktif Dari Biji Trembesi (Samanea Saman)*, 4(2), 4–7. Retrieved from

ejurnal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/download/12802/2402. Diakses : 16 Maret 2019

Hasil Uji Laboratorium

BALAI PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI



LABORATORIUM: PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI SURABAYA – JAWA TIMUR

REPORT

Certificate of Analysis

No : 07637/KI/V-2019
 Code : Penelitian
 Sample Sender : Poltekkes Surabaya
 Sample Name : D Kerang Merah
 Test : Pb
 Sample Brand :
 Sample Identity : P-datan lunak keserasihan
 Sample Accepted : 10 Mei 2019

Chemical laboratory test results:

No.	Kode	Pb, ppm	No.	Kode	Pb, ppm	No.	Kode	Pb, ppm	No.	Kode	Pb, ppm
1.	KW1TOR1	0,21	19.	AW1TOR1	0,10	37.	CW1TOR1	0,05	55.	BW1TIR1	0,07
2.	2	0,18	20.	2	0,11	38.	2	0,04	56.	2	0,05
3.	3	0,20	21.	3	0,10	39.	3	0,05	57.	3	0,06
4.	KW1TOR1	0,20	22.	AW1TOR1	0,08	40.	CW1TOR1	0,03	58.	BW1TIR1	0,05
5.	2	0,19	23.	2	0,07	41.	2	0,04	59.	2	0,02
6.	3	0,19	24.	3	0,07	42.	3	0,02	60.	3	0,03
7.	KW1TOR1	0,17	25.	AW1TOR1	0,04	43.	CW1TOR1	0,02	61.	BW1TIR1	0,05
8.	2	0,19	26.	2	0,05	44.	2	0,03	62.	2	0,01
9.	3	0,18	27.	3	0,06	45.	3	0,03	63.	3	0,02
10.	KW1TIR1	0,17	28.	BW1TOR1	0,08	46.	AW1TIR1	0,08	64.	CW1TIR1	0,04
11.	2	0,16	29.	2	0,06	47.	2	0,06	65.	2	0,03
12.	3	0,19	30.	3	0,09	48.	3	0,07	66.	3	0,04
13.	KW1TIR1	0,16	31.	BW1TOR1	0,05	49.	AW1TIR1	0,04	67.	CW1TIR1	0,02
14.	2	0,15	32.	2	0,06	50.	2	0,03	68.	2	0,01
15.	3	0,17	33.	3	0,05	51.	3	0,03	69.	3	0,01
16.	KW1TIR1	0,15	34.	BW1TOR1	0,04	52.	AW1TIR1	0,02	70.	CW1TIR1	0,01
17.	2	0,13	35.	2	0,05	53.	2	0,03	71.	2	0,01
18.	3	0,14	36.	3	0,03	54.	3	0,02	72.	3	0,01

10 Mei 2019
 Head of Laboratory Researcher

 Dr. M. Fatoni, M.S.

Laboratory Office B, Ketintang Baru XVII no 14
 Telp 08155151337, Bank BCA – Bank Jatim
 Surabaya

BALAI PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI
LABORATORIUM
PENELITIAN DAN KONSULTASI INDUSTRI
SURABAYA – JAWA TIMUR



REPORT

Certificate of Analysis

No : 07636/KI/V-2019
 Code : Penelitian
 Sample Sender : Poltekkes Surabaya
 Sample Name : D Kerang darah
 Test : Pb
 Sample Brand :
 Sample Identity : Padatan lunak keserahan
 Sample Accepted : 10 Mei 2019

Chemical laboratory test result is :

Kode	Pb, ppm
JCWSTIX	0,01
JCWSTI	0,01
JCWSTO	0,00
JCWSTOX	0,02
SAR1.1	0,21
2	0,24
3	0,22

20 Mei 2019
 Surabaya,
 Head of Laboratory Researcher

 Drs M. Fatoni, M.S.

Laboratory Office Jl. Ketintang Baru XVII no 14
 Telp 08155151332, Bank BCA – Bank Jatim
 Surabaya

Lampiran : KETERANGAN LAYAK

KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN
HEALTH RESEARCH ETHICS COMMITTEE
POLTEKKES KEMENKES SURABAYA
POLTEKKES KEMENKES SURABAYA

KETERANGAN LAYAK ETIK
DESCRIPTION OF ETHICAL EXEMPTION
"ETHICAL EXEMPTION"

No.EA/045/KEPK-Poltekkes_Sby/V/2019

Protokol penelitian yang diusulkan oleh:
The research protocol proposed by

Peneliti utama
Principal Investigator

: Narwati, S.Si, M.Kes.

Nama Institusi
Name of the Institution

: Poltekkes Kemenkes Surabaya

Dengan judul:
Title

"Model Peningkatan Kapasitas Adsorpsi Cangkang Telur Ayam Dengan Memanfaatkan Ekstrak Jeruk Limau (*Citrus Amblycarpa*) Untuk Meminimasi Kadar Timbal (Pb) Kerang Darah (*Anadara Granosa*) Melalui Alat "Stirrer Chamber"

"Model of Adsorption Capacity of Chicken Egg Shells by Utilizing Citrus Amblycarpa Extract to Minimize Blood Shellfish Lead Level (Pb) (Anadara Granosa) Through the "Stirrer Chamber" Tool"

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah, 3) Pemenuhan Beban dan Manfaat, 4) Risiko, 5) Bujukan/Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan 7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang terdapat 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 Lait Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 12 Juli 2019 sampai dengan tanggal 12 Juli 2020.

This declaration of ethics applies during the period July 12, 2019 until July 12, 2020.



HASIL UJI STATISTIK

1. Uji Homogenitas

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

	F	df1	df2	Sig.
Sebelum Dipanaskan	.742	11	24	.690
Sesudah Dipanaskan	1.183	11	24	.348

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + Ekstrak + Waktu + Ekstrak * Waktu
Within Subjects Design: Pemanasan

2. Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

	Standardized Residual for T0	Standardized Residual for T1
N	36	36
Normal Parameters ^{a,b}		
Mean	.0000	.0000
Std. Deviation	.82808	.82808
Most Extreme Absolute	.105	.111
Positive	.087	.111
Differences Negative	-.105	-.092
Test Statistic	.105	.111
Asymp. Sig. (2-tailed)	.200 ^{c,d}	.200 ^{c,d}

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.