

**PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG TELUR SEBAGAI
ADSORBEN UNTUK MENURUNKAN
KONSENTRASI ION NIKEL (Ni^{2+})**



MAKALAH TINJAUAN ILMIAH

Disusun Oleh:

NI LUH MADE WIDAYANTINI, S.Si.

NIP. 19910328 201901 2 001

Guru Mata Pelajaran

Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium Kimia

**SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
SEKOLAH MENENGAH TEKNOLOGI INDUSTRI PONTIANAK
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA**

2022

**SURAT KETERANGAN PERPUSTAKAAN
TANDA TERIMA PENYERAHAN MAKALAH TINJAUAN ILMIAH**

Kepala Unit Perpustakaan SMK SMTI Pontianak dengan ini menerangkan bahwa:

Penulis : Ni Luh Made Widayantini, S.Si.
NIP : 19910328 201901 2 001
Jabatan : Guru Pertama
Pangkat / Gol. Ruang : Penata Muda / IIIa

Yang bersangkutan telah menyerahkan laporan hasil penelitian sebagai makalah tinjauan ilmiah dengan judul :

**Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur sebagai Adsorben untuk Menurunkan
Konsentrasi Ion Nikel (Ni^{2+})**

Demikian surat keterangan ini agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 19 Desember 2022

disahkan oleh

Kepala Perpustakaan SMK SMTI Pontianak



Kementerian
Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA
**PERPUSTAKAAN
SMK - SMTI PONTIANAK**

Martini

NIP. 19690905 202212 2 001

HALAMAN PENGESAHAN

Karya Tulis Ilmiah ini dibuat sebagai referensi bagi peserta didik untuk memanfaatkan Sumber Daya Alam Kearifan Lokal, sekaligus acuan pembelajaran Kompetensi Pengolahan Limbah B3 dan Limbah Non-B3 pada mata pelajaran Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium Kimia.

Judul Karya Tulis : Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur sebagai Adsorben untuk Menurunkan Konsentrasi Ion Nikel (Ni^{2+})

Ketua Tim Peneliti : Ni Luh Made Widayantini, S.Si.

NIP : 19910328 201901 2 001

Unit Kerja : SMK SMTI Pontianak

Jabatan : Guru Mata Pelajaran AKD dan TDPLK Jurusan Kimia Industri

Alamat e-mail : wida.yantini@gmail.com

Anggota Tim Peneliti : 5 orang

Telah melakukan penelitian terhadap limbah cangkang telur yang dibuat menjadi serbuk arang aktif sebagai adsorben dalam menurunkan konsentrasi ion nikel pada limbah buatan, mulai dari 23 Februari s.d. 31 Mei 2022 di Workshop dan Laboratorium PIK Jurusan Kimia Industri SMK SMTI Pontianak.

Pontianak, 5 Desember 2022

Menyetujui,

Waka Kurikulum

Muchlis, M.T.

NIP.19770327 200312 1 003

Penulis,

Ni Luh Made Widayantini, S.Si.

NIP. 19910328 201901 2 001

Mengetahui

Kepala SMK SMTI Pontianak



Marwandi, M.Pd.

NIP. 19810130 200502 1001

LEMBAR PERNYATAAN PENULIS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

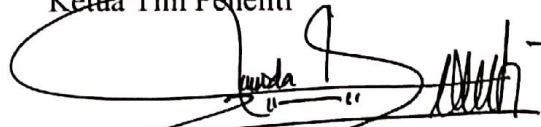
1. Ketua Peneliti
 - a. Nama : Ni Luh Made Widayantini, S.Si.
 - b. NIP : 19910328 201901 2 001
2. Anggota 1
 - a. Nama : Irfan Rian Maulana
 - b. NIS : 217421
3. Anggota 2
 - a. Nama : Indah Sri Melani
 - b. NIS : 217485
4. Anggota 3
 - a. Nama : Afiifah Zalfa Ananda
 - b. NIS : 217473
5. Anggota 4
 - a. Nama : Andini Oktari Ramadani
 - b. NIS : 217441
6. Anggota 5 :
 - a. Nama : Laura Apriliani
 - c. NIS : 217486

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur sebagai Adsorben untuk Menurunkan Konsentrasi Ion Nikel (Ni^{2+})” adalah benar – benar karya ilmiah yang kami buat sendiri dan bukan merupakan plagiat dari karya tulis orang lain. Apabila di kemudian hari pernyataan ini tidak benar, maka kami bersedia menerima sanksi.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar – benarnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 3 Desember 2022

Ketua Tim Peneliti



Ni Luh Made Widayantini, S.Si.

NIP. 19910328 201901 2 001

SURAT PERNYATAAN KEPALA SEKOLAH

Nomor : B 1296/BPSDMI/SMTI-Pontianak/KP/XII/2022

Yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : MARWANDI, M.Pd.
NIP : 19810130 200502 1001
PANGKAT/GOLONGAN : PEMBINA, IV/a
JABATAN : KEPALA SMK SMTI PONTIANAK

Menyatakan bahwa Penelitian Ilmiah dengan judul “Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Sebagai Adsorben untuk Menurunkan Konsentrasi Ion Nikel (Ni^{2+})” adalah Karya Ilmiah asli dari guru :

NAMA : NI LUH MADE WIDAYANTINI, S.Si.
NIP : 19910328 201901 2 001
PANGKAT/GOLONGAN : PENATA MUDA, III/a
JABATAN : FUNGSIONAL GURU

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar – benarnya, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 5/Desember 2022

Kepala Sekolah



Marwandi

ABSTRAK

Widayantini, N.L.M.,dkk.2022.Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur sebagai Adsorben untuk Menurunkan Konsentrasi Ion Nikel (Ni^{2+})

Konsumsi telur masyarakat dari aktivitas domestik rumah tangga maupun perdagangan di Kota Pontianak dan sekitarnya, menghasilkan limbah cangkang telur yang tidak dimanfaatkan dan langsung dibuang begitu saja. Setiap cangkang telur memiliki 7000 – 17.000 pori – pori di permukaannya, sehingga diperkirakan dapat menyerap pengotor, kation, maupun bahan organik lainnya sebagai adsorben. Pemanfaatan adsorben diujikan pada pengolahan limbah cair mengandung logam berat nikel melalui metode adsorpsi. Logam nikel merupakan logam berat berbahaya dengan toksisitas tinggi yang dapat merusak lingkungan, mengganggu kehidupan biota air, dan kesehatan manusia. Kandungan nikel dalam limbah cair dapat berasal dari limbah industri elektroplating maupun pertambangan. Penelitian telah dilakukan pada bulan Februari – Mei 2022 yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan adsorben dari limbah cangkang telur untuk menurunkan konsentrasi ion nikel (Ni^{2+}). Limbah cangkang telur dikarbonasi pada suhu 300°C - 500°C lalu diaktivasi secara fisika pada suhu 110°C , dan untuk memperoleh ukuran yang efektif dalam adsorpsi, adsorben cangkang telur diayak menjadi lima variasi ukuran, yaitu -10/+35 mesh ; -35/+50 mesh; -50/+60 mesh; -60/+80 mesh; -80 mesh. Berdasarkan hasil penelitian, ukuran adsorben yang paling efektif adalah -10/+35 mesh, mampu menurunkan konsentrasi ion nikel (Ni^{2+}) dari 2.088,6 ppm menjadi 1.663,8 ppm, dengan efektivitas penurunan konsentrasi sebesar 20,34 %.

Kata kunci : cangkang telur, adsorben, adsorpsi, logam berat nikel

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan anugerah kesempatan dan kemampuan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah yang sederhana ini, sehingga dapat menyalurkan bakat yang telah kami miliki.

Penulis berharap karya tulis ilmiah ini dapat menambah ilmu pengetahuan yang telah ada maupun menjadi ilmu pengetahuan baru dalam kajian ilmiah. Penulis juga berusaha membahas materi karya tulis ilmiah ini secara rinci dan terstruktur dengan bahasa yang lugas sehingga mempermudah pembaca untuk memahami karya tulis ilmiah ini.

Dengan adanya karya tulis ini, dapat dilihat bahwa anak bangsa memiliki inovasi dan kreativitas dalam memanfaatkan sumber daya alam kearifan lokal, menyadari akan pentingnya pengelolaan lingkungan hidup, sehingga dapat menuangkan hasil pemikiran dan ide dalam sebuah karya tulis **“Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur sebagai Adsorben untuk Menurunkan Konsentrasi Ion Nikel (Ni^{2+})”**.

Penulis dengan setia menanti kritik dan saran yang konstruktif dari pembaca untuk memperbaiki karya tulis ilmiah ini ke depannya. Akhir kata, semoga karya tulis ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Pontianak, Desember 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT KETERANGAN PERPUSTAKAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN PENULIS	iv
SURAT PERNYATAAN KEPALA SEKOLAH	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah	2
1.3.Tujuan Penelitian	2
1.4.Manfaat Penelitian	2
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 4
2.1. Cangkang Telur	4
2.2. Logam Berat Nikel	5
2.3. Adsorpsi	6
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	 8
3.1. Bahan dan Peralatan Penelitian	8
3.1.1. Bahan penelitian	8
3.1.2. Alat penelitian	8
3.2. Waktu dan Tempat Penelitian	8
3.3. Prosedur Penelitian	9
3.3.1. Persiapan limbah cangkang telur	9
3.3.2. Pembuatan adsorben dari serbuk cangkang telur	9
3.3.3. Persiapan larutan/reagen	9
3.3.4. Penentuan konsentrasi awal ion nikel dari sampel limbah buatan sebelum perlakuan	10
3.3.5. Adsorpsi sampel limbah menggunakan adsorben cangkang telur .	11
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	 12
4.1. Hasil Pengarangan Limbah Cangkang Telur Menjadi Adsorben	12
4.2. Hasil Adsorpsi Ion Nikel pada Sampel Limbah.....	14
 BAB V PENUTUP	 17
5.1. Simpulan	17
5.2. Saran	17
 DAFTAR PUSTAKA	 18
LAMPIRAN	19

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi Nutrisi Cangkang Telur	4
---	---

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses Adsorpsi	6
Gambar 4.1a. Pencucian Cangkang Telur	13
Gambar 4.1a. Pencucian Cangkang Telur	13
Gambar 4.1b. Pengeringan dalam Oven	13
Gambar 4.1c. Pengecilan Ukuran Partikel Cangkang Telur	13
Gambar 4.1d. Proses Karbonasi	14
Gambar 4.1e. Proses Pengayakan	14
Gambar 4.2. Adsorben Cangkang Telur dengan Berbagai Ukuran Partikel ...	14

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Proses Adsorpsi Sampel Limbah dengan Adsorben Cangkang Telur	19
Lampiran 2. Dokumentasi Penentuan Konsentrasi Ion Nikel (Ni^{2+}) dengan Titrasi Kompleksometri	20

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Peningkatan perekonomian nasional dapat dipengaruhi oleh pesatnya perkembangan teknologi dan industri yang menghasilkan berbagai produk industri bermanfaat bagi kehidupan manusia. Namun demikian, perkembangan sektor teknologi dan industri ini juga memberikan dampak terhadap kualitas lingkungan, yaitu limbah dari kegiatan industri berpotensi merusak lingkungan hidup. Misalnya pada industri elektroplating, limbah yang dihasilkan mengandung berbagai jenis logam berat, seperti nikel (Ni), seng (Zn), kromium total (Cr total), dan logam lainnya, yang mempunyai sifat akumulatif dan toksik.

Nikel merupakan salah satu logam pelapis dalam industri elektrolating. Pelapisan logam dengan nikel dapat menghasilkan permukaan logam yang berkilau (dekoratif), tahan terhadap korosi, aus, dan antigores (Rose dan Whittington, 2014). Nikel merupakan logam berat yang memiliki toksisitas tinggi dan bersifat karsinogenik (penyebab kanker). Oleh karena itu, penanganan logam ini dalam limbah elektroplating tengah menjadi fokus penelitian.

Pengolahan logam berat dalam limbah cair dapat dilakukan dengan koagulasi, filtrasi ultra, flokulasi, elektrolisis, pertukaran ion, osmosis balik, dan adsorpsi. Pemilihan metode yang tepat dilakukan dengan mempertimbangkan biaya operasional serta kesederhanaan tahap pengerjaan. Penurunan konsentrasi logam berat dalam air yang tercemar dengan metode adsorpsi, paling banyak digunakan karena lebih ekonomis, mudah dilakukan, tidak menimbulkan efek toksik, serta mampu menghilangkan bahan organik. Pada proses adsorpsi terjadi perpindahan massa pada permukaan pori – pori adsorben, yang disebabkan oleh adanya gaya tarik – menarik permukaan. Dengan demikian, ion – ion logam berat maupun pengotor lainnya menempel pada pori – pori aktif dari permukaan adsorben yang digunakan.

Cangkang telur ayam merupakan salah satu limbah domestik yang

dihasilkan kegiatan rumah tangga dan perdagangan makanan di Kota Pontianak dan seputarnya (Kabupaten Kubu Raya). Limbah ini langsung dibuang tanpa dimanfaatkan lebih lanjut. Cangkang telur mengandung 94 – 97% CaCO_3 , protein asam mukopolisakarida, pigmen serta 7.000-17.000 pori – pori (Oko, dkk.,2022) yang diharapkan dapat digunakan sebagai adsorben untuk mengikat kation – kation logam berat dalam limbah cair. Berdasarkan karakteristiknya, limbah cangkang telur bisa diproses dan dikonversi menjadi adsorben karena memiliki luas permukaan yang besar sehingga memiliki potensi yang besar untuk menyerap kontaminan berbahaya seperti ion nikel.

Berdasarkan uraian tersebut, maka dalam penelitian ini dilakukan pembuatan adsorben dari limbah cangkang telur untuk menurunkan konsentrasi ion nikel (Ni^{2+}) dengan berbagai variasi ukuran partikel adsorben. Dengan perlakuan tersebut diharapkan dapat menghasilkan adsorben yang efektif untuk mengadsorpsi ion nikel (Ni^{2+}).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, maka dapat dirumuskan permasalahan antara lain :

1. Apakah limbah cangkang telur dapat digunakan sebagai adsorben?
2. Berapakah ukuran partikel adsorben cangkang telur yang efektif untuk menurunkan konsentrasi ion nikel (Ni^{2+})?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu :

1. Mengetahui potensi dan kemampuan limbah cangkang telur sebagai adsorben.
2. Mengetahui ukuran partikel adsorben limbah cangkang telur yang efektif untuk menurunkan konsentrasi ion nikel (Ni^{2+}).

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai potensi pemanfaatan limbah cangkang telur sebagai adsorben, yang dapat

diaplikasikan untuk pengolahan limbah B3 mengandung konsentrasi ion nikel terlarut yang berbahaya bagi lingkungan. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat mengedukasi pembaca dalam pengelolaan dan pengolahan limbah cangkang telur sehingga memberikan nilai ekonomis bagi limbah itu sendiri, sekaligus sebagai upaya untuk menjaga kebersihan dan kelestarian lingkungan hidup.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Cangkang Telur

Bagian telur paling luar merupakan lapisan keras setebal 0,1 – 0,4 mm dan mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) atau *chalk*, berfungsi melindungi bagian dalam telur. Pada kulit telur terdapat pori – pori yang dapat dilalui udara. Warnanya bervariasi mulai dari putih sampai kecokelatan bergantung pada jenis unggasnya. Namun perbedaan warna sama sekali tidak memengaruhi kualitas telur. Warna kulit telur ayam putih kekuningan sampai coklat, telur bebek berwarna biru kehijauan, dan telur puyuh berwarna dasar putih dengan bercak – bercak coklat kehitaman (Rahman, dkk.,2022)

Kulit telur ayam ras (ayam boiler) ada yang berwarna putih, ada yang coklat. Yang berwarna coklat lebih tebal daripada yang berwarna putih. Dengan demikian telur yang berwarna coklat cenderung lebih awet dibanding yang berwarna putih. Pada telur yang normal, pori – pori paling banyak terdapat pada ujung telur. Di bawah kulitnya terletak kantung udara. Makin jauh dari kantung udara, jumlah pori – pori semakin sedikit. Bagian luar telur (*cuticle*) dilapisi oleh protein mucin, yang mencegah cairan masuk ke pori – pori, tetapi *cuticle* dapat dilalui oleh aliran gas (Wirakusumah, 2005)

Tabel 2.1. Komposisi Nutrisi Cangkang Telur

No.	Nutrisi	Cangkang Telur (%berat)
1	Air	29 – 35
2	Protein	1,40 – 4,00
3	Lemak murni	0,10 – 0,20
4	Abu	89,90 – 91,10
5	Kalsium karbonat	90,90
6	Kalsium	35,10 – 36,40
7	Fosfor	0,12
8	Sodium	0,15 – 0,17
9	Magnesium	0,37 – 0,40
10	Sulfur	0,09 – 0,19
11	Kalium	0,10 – 0,13
12	Alanin	0,45
13	Arginin	0,56 – 0,57

Sumber : Warsi, dkk. (2016) dalam Rahman, dkk. (2022)

2.2. Logam Berat Nikel

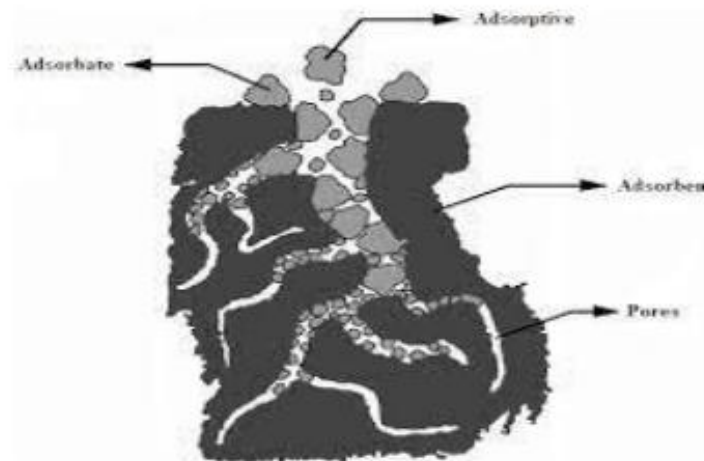
Logam berat adalah logam – logam toksik yang mempunyai densitas 5 g/cm³ atau lima kali lebih besar daripada densitas air. Logam berat merupakan bahan pencemar yang berbahaya karena bersifat racun jika dalam jumlah besar dan memengaruhi berbagai aspek dalam perairan, baik secara biologis maupun ekologis. Peningkatan kadar logam berat dalam badan air akan mengakibatkan logam berat yang semula dibutuhkan untuk proses metabolisme berubah menjadi racun bagi organisme air. Logam berat mempunyai sifat toksik yang bisa mencemari air tawar ataupun air laut. Sumber pencemaran logam berat banyak berasal dari industri pertambangan, pemurnian logam serta tipe industri yang lain seperti elektroplating, serta dapat pula bisa berasal dari aktivitas pertanian yang menggunakan pupuk yang memiliki logam berat. Sebagian dari logam berat bersifat toksik terhadap organisme akuatik apalagi pada konsentrasi yang sangat rendah sekalipun (Duruibe, dkk., 2007).

Berbagai logam berat dapat bersifat toksik, salah satunya adalah logam nikel (Ni) walaupun merupakan logam esensial yang dibutuhkan tetapi keberadaannya dalam jumlah berlebih dapat mempengaruhi organisme hidup. Absorpsi Nikel dapat melalui inhalasi, oral, dan dermal. Gangguan kesehatan yang timbul dapat berupa gangguan sistemik, gangguan imunologi, gangguan neurologis, gangguan reproduksi, gangguan perkembangan, efek karsinogenik, dan kematian (Aris, dkk., 2021).

Nikel sudah teruji bersifat toksik pada sebagian organisme akuatik terutama ikan. Dampak toksik pada ikan berbeda-beda, yakni jika LC₅₀ larva ikan mas (*Cyprinus carpio*) serta salmon (*Oncorhynchus kisutchy*) terhadap nikel masing-masing berada pada konsentrasi 0,750 mg/ L selama 254 jam serta 18 mg/L selama 96 jam (Kamal, 2004). Nikel juga berisiko merugikan kesehatan manusia. Garam-garam nikel apabila terkontaminasi langsung dengan kulit akan menimbulkan iritasi, dermatitis, serta bila terhirup secara selalu akan menimbulkan penyakit kanker paru (Eisler, 1998 dalam Kamal, 2004). Adapun standar cemaran maksimum yang ditetapkan oleh WHO untuk cemaran logam nikel pada ikan dan olahannya yakni 0,5-0,6 mg/kg.

2.3. Adsorpsi

Adsorpsi merupakan peristiwa penyerapan suatu substansi yang berlangsung pada permukaan zat padat. Saat adsorpsi berlangsung, akan terjadi perpindahan massa ke permukaan pori – pori di dalam butiran adsorben. Perpindahan massa tersebut terjadi melalui batas antar fase, yaitu gas ke padat, dan cair ke padat. Proses adsorpsi dapat berlangsung jika sudah terdapat gaya kohesif dan hidrostatis serta gaya ikatan hidrogen yang dihasilkan dari adanya kontak antara molekul dengan permukaan padatan. Gaya permukaan yang tidak seimbang akan menyebabkan perubahan konsentrasi molekul pada *interface* solid/fluida, molekul fluida tersebut akan dihisap oleh suatu padatan berpori yang dinamakan adsorben (Ginting,2008).



Gambar 2.1 Proses Adsorpsi

Adsorben adalah zat padat yang dapat menyerap komponen atau senyawa tertentu dari suatu fluida (cairan maupun gas). Kebanyakan adsorben adalah bahan – bahan yang mempunyai pori dan daya adsorpsi berlangsung pada dinding – dinding pori atau pada letak tertentu di dalam partikel. Pada proses adsorpsi, ada 3 jenis adsorben yang biasa dipakai, yaitu silika gel, karbon aktif, dan zeolit (Mu'in, dkk.,2017). Karakteristik atau syarat – syarat adsorben yang dibutuhkan untuk adsorpsi yang baik, yaitu :

1. Memiliki daya serap yang tinggi
2. Berupa zat padat yang memiliki luas permukaan yang besar
3. Tidak boleh larut dalam zat yang akan diadsorpsi

4. Tidak bereaksi secara kimia dengan campuran yang akan dimurnikan
5. Tidak beracun atau toksik
6. Tidak meninggalkan residu berupa gas yang berbau.

Keberhasilan proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor – faktor yang memengaruhi proses adsorpsi ada 4 faktor, yaitu :

1. Tekanan (*Pressure*)

Tekanan yang dimaksud adalah tekanan adsorbat. Kenaikan tekanan adsorbat dapat menaikkan jumlah zat yang diadsorpsi.

2. Sifat Bahan Larutan dan Temperatur

Faktor yang memengaruhi adalah derajat keasaman (pH) dan senyawa ionik, dimana pH menentukan kontak permukaan dengan adsorben dan senyawa ionik menentukan disosiasi antara senyawa elektrolit, temperatur yang dimaksud adalah temperatur adsorbat. Berkurangnya temperatur akan menambah jumlah adsorbat yang teradsorpsi, demikian juga sebaliknya.

3. Interaksi Potensial

Interaksi potensial antara adsorbat dengan dinding adsorben sangat bervariasi bergantung dari sifat – sifat adsorbat – adsorben.

4. Karakteristik adsorben dan karakteristik bahan yang akan diserap.

Sifat dari adsorben yang biasanya cenderung memengaruhi proses adsorpsi adalah bentuk pori, permukaan kimia, dan isi dari bahan yang akan diserap. Proses penyerapan bergantung pada kemampuannya menerima (*accessibility*) molekul organik yang masuk ke dalam permukaan adsorben yang bergantung kepada ukuran mereka. Karakter yang diperhatikan dari bahan yang akan diserap meliputi ukuran molekul, kelarutan, sifat koligatif (pKa), dan komposisi penyusunannya jika bahan tersebut adalah senyawa aromatik (Ginting, 2008).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Bahan dan Peralatan Penelitian

3.1.1. Bahan penelitian

A. Bahan objek penelitian

Bahan objek penelitian, yaitu limbah cangkang telur ayam yang diperoleh dari limbah domestik rumah tangga, limbah rumah makan, dan pedagang martabak yang tersebar di seputar Kota Pontianak dan Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat.

B. Bahan kimia

Bahan – bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan kimia dengan kualitas *pro-analysis*, antara lain : nikel sulfat heksahidrat, *etilen diamin tetraacetic acid* (EDTA), seng sulfat, larutan buffer salmiak pH 10, indikator Erio Black-T, methanol, akuades, kertas saring, dan strip pH indikator universal.

3.1.2. Alat penelitian

Alat – alat yang digunakan di dalam penelitian ini dibedakan menjadi beberapa kelompok, yaitu :

1. Peralatan gelas : kaca arloji, erlenmeyer, corong gelas, pipet volume, buret, gelas kimia/*beaker glass*, pipet tetes, dan batas pengaduk.
2. Peralatan non-gelas : spatula, statif dan klem, *ball filler* (bola isap), blender, botol semprot, loyang pemanas, krusible, dan *sieve*/ayakan.
3. Peralatan pemanas : oven listrik dan tanur/*furnace*
4. Alat timbang neraca teknis digital US SOLID *electronic scale* 500g/0,001g dan neraca analitik digital BEL 250g/0,1mg.

3.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai dari 23 Februari 2022 sampai dengan 31 Mei 2022 di Workshop dan Laboratorium PIK Jurusan Kimia Industri SMK SMTI Pontianak.

3.3. Prosedur Penelitian

3.3.1. Persiapan limbah cangkang telur

Limbah cangkang telur yang telah dikumpulkan dari limbah rumah tangga, rumah makan, dan pedagang martabak dicuci hingga bersih dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C hingga berat konstan.

3.3.2. Pembuatan adsorben dari serbuk cangkang telur

Limbah cangkang telur yang telah kering selanjutnya dihaluskan dengan blender dan dimasukkan ke dalam krusible untuk dilakukan proses pengarangan. Suhu tanur diatur pada 300°C , kemudian serbuk cangkang telur dimasukkan ke dalam tanur selama 15 menit. Setelah 15 menit, suhu dinaikkan menjadi 500°C . Selanjutnya proses pengarangan dilakukan selama 3 jam. Arang yang terbentuk lalu diayak dengan ayakan ukuran 10 mesh, 35 mesh, 50 mesh, 60 mesh dan 80 mesh. Arang cangkang telur tersebut selanjutnya dipisahkan sesuai dengan ukuran partikelnya. Hasil pengarangan serbuk cangkang telur ini disebut sebagai adsorben, yang selanjutnya diaktifkan secara fisika di dalam oven dengan suhu 110°C selama 1 jam.

3.3.3. Persiapan larutan/reagen

A. Pembuatan 1000 mL larutan EDTA 0,01 M (Mr EDTA = 372,24 g/mol)

Sejumlah 3,7224 gram EDTA ditimbang lalu dimasukkan ke dalam gelas kimia lalu dilarutkan dengan sejumlah akuades dan diaduk hingga seluruh padatan EDTA larut. Larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL lalu ditambah akuades hingga tanda batas meniskus bawah, selanjutnya dihomogenkan.

B. Pembuatan 500 mL larutan Seng Sulfat/ $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,01 M (Mr $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ = 287,5 g/mol)

Sejumlah 1,4375 gram $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ditimbang lalu dimasukkan ke dalam gelas kimia dan dilarutkan dengan sejumlah akuades sambil

diaduk hingga larut. Larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 500 mL lalu ditambah akuades hingga tanda batas meniskus bawah, selanjutnya dihomogenkan.

C. Pembuatan Indikator Erio Black-T/EBT

Sejumlah 0,2 gram padatan EBT ditimbang lalu dimasukkan ke dalam gelas kimia dan dilarutkan dengan sejumlah methanol sambil diaduk. Larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL lalu ditambahkan lagi methanol hingga tanda batas meniskus bawah dan dihomogenkan.

D. Standarisasi Larutan EDTA dengan Larutan $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Sebanyak 10,00 mL larutan $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dipipet dengan pipet volume lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Sebanyak 1 mL larutan buffer salmiak pH 10 ditambahkan lalu dilanjutkan dengan penambahan 2 – 3 tetes indikator EBT. Campuran dihomogenkan lalu dititrasi dengan larutan EDTA hingga terjadi perubahan warna dari merah anggur menjadi warna biru yang stabil. Volume larutan EDTA yang digunakan saat standarisasi dicatat dan dihitung konsentrasinya. Proses standarisasi menggunakan pengulangan triplo (tiga kali pengulangan).

3.3.4. Penentuan Konsentrasi Awal Ion Nikel dari Sampel Limbah Buatan Sebelum Perlakuan

Sebanyak 10,00 mL sampel limbah nikel dipipet dengan pipet volume lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Sampel selanjutnya ditambahi 1 mL larutan buffer salmiak pH 10 lalu diberi 2 – 3 tetes indikator EBT. Campuran selanjutnya ditirasi dengan larutan EDTA yang telah distandarisasi sebelumnya, hingga terjadi perubahan warna dari merah anggur menjadi warna biru yang stabil. Volume EDTA yang digunakan dicatat lalu konsentrasi awal (ppm) ion nikel dalam sampel dihitung sebagai ppm Ni^{2+} . Prosedur ini diulang hingga dua kali pengulangan (duplo).

3.3.5. Adsorpsi Sampel Limbah Menggunakan Adsorben Cangkang Telur

Sebanyak masing – masing 50,00 mL sampel limbah dipipet dengan pipet volume yang kering dan bersih lalu dimasukkan ke dalam lima buah erlenmeyer. Selanjutnya ke dalam masing – masing erlenmeyer dimasukkan sebanyak 5,0000 gram adsorben dengan ukuran partikel yang berbeda, yaitu ukuran (+35 mesh), (+50 mesh), (+60 mesh), (+80mesh), dan (-80 mesh). Proses adsorpsi dilakukan dengan mengaduk campuran limbah dan adsorben selama 1 jam. Selanjutnya campuran disaring lalu filtrat yang merupakan sampel limbah hasil adsorpsi dianalisis konsentrasi ion nikelnya dengan prinsip titrasi kompleksometri.

Sejumlah 10,00 mL filtrat limbah hasil adsorpsi dipipet dengan pipet volume lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Filtrat selanjutnya ditambahi 1 mL larutan buffer salmiak pH 10 lalu diberi 2 – 3 tetes indikator EBT. Campuran lalu ditirasi dengan larutan EDTA yang telah distandarisasi, hingga terjadi perubahan warna dari merah anggur menjadi warna biru yang stabil. Volume EDTA yang digunakan dicatat lalu konsentrasi awal (ppm) ion nikel dalam filtrat hasil adsorpsi dihitung sebagai ppm Ni^{2+} . Prosedur ini diulang hingga dua kali pengulangan (duplo).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengarangan Limbah Cangkang Telur Menjadi Adsorben

Proses pembuatan adsorben limbah cangkang telur terbagi menjadi beberapa tahapan, yaitu, proses pencucian, pengeringan, penghalusan atau pengecilan ukuran partikel, pengarangan atau karbonasi, pengayakan atau homogenisasi ukuran partikel, dan pengaktifan.

Tahap pertama, limbah cangkang telur bersihkan dari semua pengotor dengan air lalu dibilas dengan akuades hingga bersih. Tahap kedua, dilakukan proses dehidrasi atau pengeringan yaitu menghilangkan sisa – sisa air setelah proses pencucian yang menempel di permukaan maupun pori – pori cangkang telur pada suhu 105°C hingga diperoleh berat konstan.. Tahap ketiga, yaitu pengecilan ukuran partikel dengan menggunakan blender. Proses ini bertujuan untuk memperluas bidang permukaan sentuh pori – pori sehingga semakin banyak ion – ion yang akan menempel pada permukaan adsorben. Tahapan keempat, pengarangan atau karbonasi dilakukan pada suhu 300°C – 500°C di dalam tanur listrik karena pada suhu tersebut juga terjadi penghilangan air lebih lanjut dan zat – zat volatil yang terkandung dalam cangkang telur. Berdasarkan Hasani (1996) dalam Ghafur dan Mitarlis (2014), Selama proses karbonasi ini unsur – unsur seperti karbon, hidrogen, dan oksigen diubah menjadi gas melalui dekomposisi pirolisis. Atom – atom karbon membentuk formasi kristal grafit dengan susunan tidak beraturan membentuk celah – celah bebas berupa rongga pori karbon. Tahap kelima, pengayakan adsorben arang cangkang telur dengan ayakan berukuran 10 mesh, 35 mesh, 50 mesh, 60 mesh, dan 80 mesh. Variasi ukuran partikel adsorben ini bertujuan untuk mengetahui ukuran partikel efektif untuk menurunkan konsentrasi ion Ni^{2+} . Dari proses pengayakan ini diperoleh lima ukuran adsorben, yaitu ukuran A -10/+35 (adsorben lolos ayakan 10 mesh dan tertahan di ayakan 35 mesh), ukuran B -35/+50 (adsorben lolos ayakan 35 mesh dan tertahan di ayakan 50 mesh), ukuran C -50/+60 (adsorben lolos ayakan 50 mesh dan tertahan di ayakan 60 mesh), ukuran D -60/+80

(adsorben lolos ayakan 60 mesh dan tertahan di ayakan 80 mesh), dan ukuran E -80 (adsorben lolos ayakan 80 mesh). Untuk memperbesar ukuran pori – pori adsorben, selanjutnya tahapan aktivasi dilakukan secara fisika pada suhu 110°C di dalam oven listrik. Tahapan – tahapan dalam pembuatan adsorben cangkang telur ditampilkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1a. Pencucian Cangkang Telur



Gambar 4.1b. Pengeringan dalam Oven



Gambar 4.1c. Pengecilan Ukuran Partikel Cangkang Telur

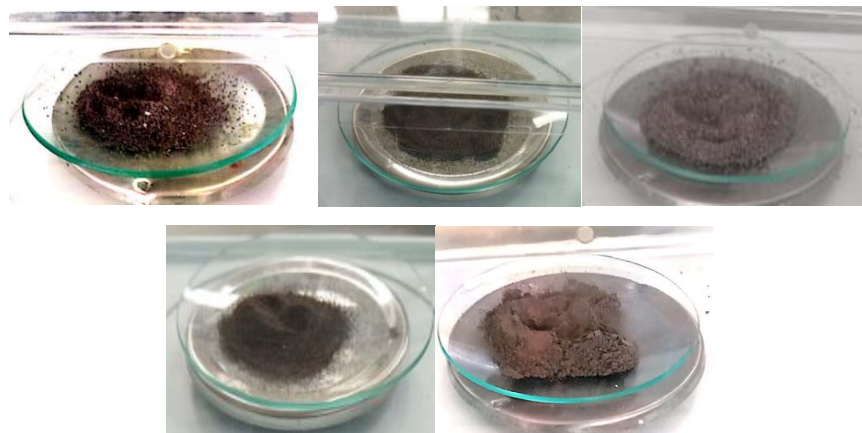


Gambar 4.1d. Proses Karbonasi



Gambar 4.1e. Proses Pengayakan

Adorben cangkang telur yang telah diaktivasi memiliki sifat fisik berupa padatan yang berwarna hitam dan berbau khas arang, seperti yang ditunjukkan gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2. Adsorben Cangkang Telur dengan Berbagai Ukuran Partikel

4.2. Hasil Proses Adsorpsi Ion Nikel pada Sampel Limbah

Pengolahan limbah cair B3 yang mengandung ion nikel (Ni^{2+}) dilakukan dengan metode adsorpsi menggunakan adsorben limbah cangkang telur. Pada proses adsorpsi ini diharapkan ion Ni^{2+} dapat terjerap pada pori – pori adsorben sehingga konsentrasi ion Ni^{2+} dalam sampel limbah dapat berkurang. Untuk mengamati perubahan konsentrasi ion Ni^{2+} yang terkandung di dalam sampel limbah buatan, penentuan konsentrasi ion Ni^{2+} awal sebelum diadsorpsi dilakukan dengan teknik titrasi kompleksometri.

Proses adsorpsi dilakukan dengan menambahkan masing - masing

sebanyak 5,000 gram adsorben dengan berbagai ukuran ke dalam masing – masing 50,00 mL sampel limbah buatan yang mengandung ion nikel. Campuran adsorben dan sampel diaduk selama 1 jam agar proses adsorpsi dapat berlangsung. Pada tahapan ini, ion Ni^{2+} dalam sampel akan terjerap dan menempel di seluruh permukaan aktif pori – pori adsorben cangkang telur. Selanjutnya campuran disaring dengan kertas saring, filtrat hasil penyaringan yang diperoleh merupakan sampel limbah hasil adsorpsi. Masing – masing filtrat dari proses adsorpsi selanjutnya dianalisis kandungan ion nikelnya melalui proses titrasi kompleksometri.

Berdasarkan hasil analisis dengan titrasi kompleksometri terhadap kelima filtrat hasil adsorpsi, diperoleh konsentrasi ion Ni^{2+} dari adsorpsi sampel limbah buatan menggunakan adsorben cangkang telur ukuran A, B, C, D, dan E adalah sebagai berikut.

1. Adsorpsi sampel dengan adsorben ukuran A diperoleh konsentrasi awal ion Ni^{2+} 2.088,6 ppm turun menjadi 1663,8 ppm, dengan efektivitas penurunan konsentrasi sebesar 20,34 %.
2. Adsorpsi sampel dengan adsorben ukuran B diperoleh konsentrasi awal ion Ni^{2+} 1.357 ppm turun menjadi 1.262,6 ppm, dengan efektivitas penurunan konsentrasi sebesar 6,96 %.
3. Adsorpsi sampel dengan adsorben ukuran C diperoleh konsentrasi awal ion Ni^{2+} 2.159,4 ppm turun menjadi 1.994,4 ppm, dengan efektivitas penurunan konsentrasi sebesar 7,66 %.
4. Adsorpsi sampel dengan adsorben ukuran D diperoleh konsentrasi awal ion Ni^{2+} 1.156,4 ppm naik menjadi 1.174,1 ppm, dengan persentase kenaikan 1,53 %. Hasil ini dapat dikatakan tidak signifikan atau proses adsorpsi dengan adsorben ukuran D ini tidak mampu menjerap ion Ni^{2+} dalam sampel.
5. Adsorpsi sampel dengan adsorben ukuran E diperoleh konsentrasi awal ion Ni^{2+} 1.728 ppm turun menjadi 1.610,7 ppm, dengan efektivitas penurunan konsentrasi sebesar 6,82 %.

Dari hasil di atas, diperoleh bahwa adsorben cangkang telur dapat menurunkan konsentrasi ion Ni^{2+} dan ukuran partikel adsorben yang paling

efektif adalah adsorben berukuran A, yaitu -10/+35 (adsorben lolos pada ayakan 10 mesh dan tertahan di ayakan 35 mesh). Selama rentang waktu kontak antara adsorben dengan ion Ni^{2+} (adsorbat), penyerapan yang cepat biasanya dikarenakan oleh proses difusi yang terjadi antara adsorbat dengan permukaan adsorben (Satriani, dkk.,2016). Besarnya peluang adsorbat untuk bisa menempel pada permukaan adsorben dipengaruhi oleh faktor ketersediaan permukaan aktif dari adsorben. Berdasarkan hal ini dapat dikatakan permukaan aktif dari adsorben ukuran A lebih banyak dibandingkan adsorben ukuran B, C, D, maupun E.

Terdapat kecenderungan penurunan konsentrasi ion Ni^{2+} setelah proses adsorpsi, namun pada adsorpsi dengan adsorben ukuran D, konsentrasi ion Ni^{2+} justru mengalami kenaikan 1,53%. Hal ini dapat disebabkan oleh proses pengadukan yang belum maksimal saat proses adsorpsi serta ketersediaan permukaan atau pori – pori aktif dari adsorben tersebut tidak memadai.

BAB V

PENUTUP

5.1. Simpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan :

1. Limbah cangkang telur dapat digunakan sebagai adsorben untuk menurunkan konsentrasi ion Ni^{2+} .
2. Ukuran partikel adsorben cangkang telur yang paling efektif untuk menurunkan konsentrasi ion Ni^{2+} dalam penelitian ini adalah -10/+35 mesh, dengan efektivitas penurunan 20,34%.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dapat disarankan sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan pengembangan penelitian untuk memperoleh kondisi optimum pada proses pengarangan limbah cangkang telur dengan melakukan variasi suhu pengarangan.
2. Perlu dilakukan pengembangan penelitian untuk memperoleh kondisi optimum pada proses pengaktifan adsorben cangkang telur dengan melakukan variasi suhu dan waktu pengaktifan, serta aktivasi secara kimia dengan berbagai variasi konsentrasi larutan aktivasi.
3. Perlu dilakukan penelitian untuk memperoleh kondisi optimum pada proses adsorpsi dengan melakukan variasi waktu kontak adsorben dengan adsorbat ion Ni^{2+} serta variasi kecepatan pengadukan pada proses adsorpsi.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan instrumen AAS dalam penentuan konsentrasi ion Ni^{2+} hasil adsorpsi dengan adsorben dari limbah cangkang telur.

DAFTAR PUSTAKA

- Aris, M., Tamrin Ali Ibrahim, dan Lidiawati Nasir.2021.Kontaminasi Logam Nikel (Ni) pada Struktur Jaringan Ikan.Budidaya Perairan 9(1):64-72.
- Duruibe, J.O., Ogwuegbu, M.O.C, and Egwurugwu,J.N.2007.Heavy Metal Pollution and Human Biotoxic Effects.*International Journal of Physical Sciences* 2(5):112-118.
- Ghafur, A. dan Mitarlis.2014.Pembuatan Arang Aktif dari Limbah Padat Sintesis Furfural Berbahan Dasar Sekam Padi Melalui Aktivasi Kimia.*UNESA Journal of Chemistry*.3(3):1-8.
- Ginting, F.D.2008.*Pengujian Alat Pendingin Sistem Adsorpsi Dua Adsorber dengan Menggunakan Metanol 1000 mL sebagai Refrigeran*.Laporan Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Indonesia.Jakarta.
- Kamal, K. Dan Chairulwan Umar.2004.*Kandungan Nikel dan Kromium pada Ikan Buttini (Glossogobius matanensis) di Danau Matano Sulawesi Selatan*.Prosiding Seminar Ikan VI : 323 – 327.
- Mu'in, Roosdiana, Septi Wulandari, dan Nilam Putri Pertiwi.2017.Pengaruh Kecepatan Pengadukan dan Massa Adsorben terhadap Penurunan Kadar Phospat pada Pengolahan Limbah Laundry.*Jurnal Teknik Kimia*.1(23):67-76.
- Oko, S., Andri Kurniawan, dan Dewi Angreni.2022.Pengaruh Massa Adsorben Blending CaO dari Cangkang Telur dan Karbon Teraktivasi untuk Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue.*Metana:Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna*.18(2):99-104.
- Rahman, N.A., Elbine Parawitasari Pardede, dan Aprilia Mularen.2022.*Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Adsorben Berbasis Cangkang Telur*.Seminar Nasional METAVERSE:Peluang dan Tantangan Pendidikan Tinggi di Era Industri 5.0:785-793.ITN Malang, 13 Juli 2022.
- Rose, Ian and Clive Whittington.2014.*Nickel Plating Handbook*.Brussels:Nickel Institute.
- Satriani, D., Purnama Ningsihm, dan Ratman.2016.Serbuk dari Limbah Cangkang Telur Ayam Ras sebagai Adsorben terhadap Logam Timbal (Pb).*Jurnal Akademika Kimia*.5(3):103-108.
- WHO.2000.General office for Europe.Nickel.Copenhagen.Denmark.
http://www.euro.who.int/document/aqi/6_10nickel.pdf. diakses pada 4 Desember 2022.
- Wirakusumah, Emma.2005.*Menikmati Telur Bergizi, Lezat, dan Ekonomis*.Jakarta:PT.Gramedia Pustaka Utama.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Proses Adsorpsi Sampel Limbah dengan Adsorben Cangkang Telur



Sampel Limbah Buatan Mengandung Ion Ni^{2+} Ditambahi Adsorben



Proses Adsorpsi Berlangsung dalam Campuran Sampel dan Adsorben

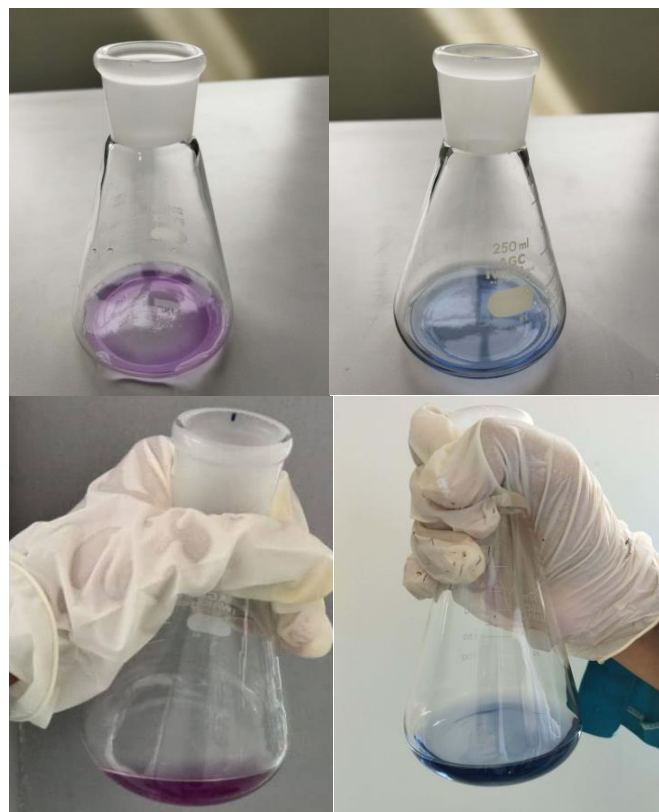


Proses Pemisahan Adsorben dan Sampel dengan Penyaringan

Lampiran 2. Dokumentasi Penentuan Konsentrasi Ion Nikel (Ni^{2+}) dengan Titrasi Kompleksometri



Peralatan Titrasi dan Proses Titrasi Kompleksometri



Perubahan Warna Saat Titik Akhir Titrasi (Merah Anggur – Biru Stabil)