

**UJI EFEKTIVITAS NANOPARTIKEL KARBON AKTIF DARI
KULIT PISANG KEPOK (*Musa acuminata*) UNTUK
PENGOLAHAN AIR BERSIH**

TUGAS AKHIR

**Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik
Lingkungan**

**Diajukan oleh:
DESI ELVIDA
NIM. 160702025
Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM - BANDA ACEH
2021 M/1442 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

UJI EFEKTIVITAS NANOPARTIKEL KARBON AKTIF DARI
KULIT PISANG KEPOK (*Musa acuminata*) UNTUK
PENGOLAHAN AIR BERSIH

TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Bnada Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Diajukan oleh:
DESI ELVIDA
NIM. 160702025

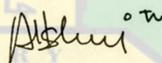
Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry

Banda Aceh, 26 Januari 2021
Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.
NIDN. 2013128901


Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.
NIDN. 2002028301

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh


Dr. Eng Nur Aida, M.Si.
NIDN. 2016067801

**UJI EFEKTIVITAS NANOPARTIKEL KARBON AKTIF DARI
KULIT PISANG KEPOK (*Musa acuminata*) UNTUK
PENGOLAHAN AIR BERSIH**

TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Selasa, 26 Januari 2021
13 Jumadil Akhir 1442

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.
NIDN. 2013128901

Sekretaris,



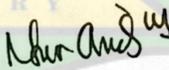
Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.
NIDN. 2002028301

Penguji I,



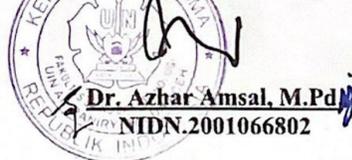
Aulia Rohendi, M.Sc.
NIDN. 2010048202

Penguji II,



Dr. Eng. Nur Aida, M. Si.
NIDN. 2016067801

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh




Dr. Azhar Amsal, M.Pd
NIDN.2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Desi Elvida
NIM : 160702025
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Judul Skripsi : Uji Efektivitas Nanopartikel Karbon Aktif dari Kulit Pisang
Kepok (*Musa acuminata*) untuk Pengolahan Air Bersih

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 26 Januari 2021

Yang Menyatakan


Desi Elvida
NIM. 160702025

ABSTRAK

Nama : Desi Elvida
NIM : 160702025
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Uji Efektivitas Nanopartikel Karbon Aktif dari Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata*) untuk Pengolahan Air Bersih
Tanggal Sidang : 26 Januari 2021
Jumlah Halaman : 71
Pembimbing I : Dr. Abdullah Mujahid Hamdan M.Sc.
Pembimbing II : Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.
Kata Kunci : Karbon aktif, nanopartikel, air sumur, pisang kepok.

Air sumur di Desa Gajah Aye, Kecamatan Pidie, Kabupaten Pidie mengandung kontaminan dan tidak layak diminum berdasarkan parameter kekeruhan, kesadahan, nilai pH dan konsentrasi mangan (Mn). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan adsorben karbon aktif nanopartikel dari kulit pisang kepok (*Musa acuminata*) untuk mereduksi kontaminan. Karbon aktif pada penelitian ini merupakan hasil pirolisis pada suhu 400°C yang dimodifikasi dengan metode *milling* menggunakan alat *shaker mills* sampai ukuran nano dengan aktivator asam klorida (HCl). Eksperimen adsorpsi dilakukan dengan variasi massa 1 gr, 2 gr, 3 gr, 4 gr dan 5 gr dan waktu kontak adsorpsi selama 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 25 menit, dengan kecepatan pengadukan 200 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran karbon, massa dan waktu kontak mempengaruhi efektivitas dan kapasitas adsorpsi. Nanopartikel karbon aktif kulit pisang kepok memiliki nilai efektivitas dalam mereduksi kekeruhan sebesar 100%, mereduksi kesadahan 99,60%, menormalisasikan pH 7 dan menurunkan kandungan Mn sebesar 99,89%. Hasil ini menunjukkan nanopartikel karbon aktif dari kulit pisang kepok potensial digunakan dalam pengolahan air bersih.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan HidayahNya dan ucapan terima kasih kepada segenap keluarga tercinta yang telah banyak memberikan dorongan moral, semangat serta do'a sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Uji Efektivitas Nanopartikel Karbon Aktif dari Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata*) untuk Pengolahan Air Bersih”.

Tugas Akhir ini telah penulis susun dengan maksimal dan dengan bantuan dari berbagai pihak untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak dan terima kasih kepada Dosen Pembimbing yang dengan sabar membantu, membimbing dan mengarahkan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Selanjutnya penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibunda Nuriah yang tanpa lelah mendukung dan memberi doa bagi penulis agar dapat menjalani dengan penuh semangat.
2. Dr. Azhar Amsal, M.Pd. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Uin Ar-Raniry Banda Aceh dan selaku Penguji II dalam Sidang Akhir.
4. Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu serta solusi pada setiap permasalahan dan kesulitan dalam penulisan Tugas Akhir.
5. Ibu Yeggi Darnas, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dan Koordinator Tugas Akhir.
6. Bapak Teuku Muhammad Ashari, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberi saran dan solusi dalam penulisan Tugas Akhir dan selaku kepala

Laboratorium Teknik Lingkungan yang telah memberi ilmu serta, pengalaman serta saran dan masukan pada saat seminar.

7. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc. selaku Penguji II dalam Sidang Tugas Akhir.
8. Bapak Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc. selaku Pembimbing Akademik.
9. Bapak-bapak dan ibu-ibu dosen di Program Studi Teknik Lingkungan Uin Ar-Raniry yang telah memberikan pengetahuan yang sangat bermanfaat selama perkuliahan.
10. Ibu Ida Royani yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.
11. Ibu Nurul Huda yang sudah banyak membantu dalam proses penelitian dan administrasi.
12. Staf Tata Usaha Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
13. Cindy Veronica Nelson, Mella Saleha Saha, Khairunnisa, Satrio Budi Yanto, Kaisar Hidayat, Raihan Rani, Muhammad Iswandi, Andreansyah, M. Arief Alfonso, Ema Damayani dan Muhammad Hazim Mulia selaku rekan-rekan jurusan Teknik Lingkungan yang telah membantu, memberikan semangat dan kebersamaan.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir, penulis menyadari akan terbatasnya pengetahuan, kemampuan dan pengalaman sehingga Tugas Akhir ini masih jauh dari kata kesempurnaan, untuk itu penulis menerima segala kritikan dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Amiin

Banda Aceh, 26 Januari 2021
Penulis,

Desi Elvida

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Batasan Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Persyaratan Kualitas Air Bersih.....	6
2.1.1 Standar baku mutu air bersih.....	6
2.1.2 Karakteristik air bersih	7
2.2 Adsorpsi	8
2.2.1 Faktor yang mempengaruhi adsorpsi.....	9
2.3 Karbon Aktif	10
2.4 Nanopartikel.....	12
2.5 Pisang Kepok (<i>Musa acuminata</i>).....	14
BAB III METODE PENELITIAN	16

3.1 Tahapan Umum.....	16
3.2 Tempat Penelitian	17
3.3 Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel.....	18
3.4 Pembuatan Karbon Aktif	19
3.4.1 Bahan	19
3.4.2 Tahapan pembuatan karbon aktif	20
3.5 Karakterisasi Karbon Aktif	21
3.5.1 Rendemen	21
3.5.2 Penentuan kadar abu	21
3.5.3 Penentuan kadar air	21
3.6 Pembuatan Nanopartikel	22
3.7 Eksperimen-eksperimen.....	22
3.7.1 Bahan	22
3.7.2 Prosedur eksperimen efektivitas nanopartikel	23
3.7.3 Prosedur eksperimen efektivitas non nanopartikel	23
3.8 Pengukuran Parameter Air Bersih.....	24
3.8.1 Pengukuran parameter pH.....	24
3.8.2 Pengukuran mangan (Mn)	24
3.8.3 Pengukuran kekeruhan	25
3.8.4 Pengukuran kesadahan	25
3.9 Analisis Data	25
3.9.1 Efektivitas adsorben nanopartikel dan non nanopartikel karbon aktif	25
3.9.2 Analisis statistik.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1 Hasil	28
4.1.1 Hasil uji parameter air bersih.....	28
4.1.2 Karakteristik karbon aktif dan hasil nanopartikel dari karbon aktif.....	28
4.1.3 Hasil uji pengolahan air bersih menggunakan nanopartikel dan non nanopartikel	29

4.2 Pembahasan.....	31
4.2.1 Karakteristik karbon aktif.....	31
4.2.2 Hasil uji pengolahan air bersih menggunakan nanopartikel dan non nanopartikel	32
BAB V PENUTUP.....	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	52



DAFTAR GAMBAR

HALAMAN

Gambar 2.1	Buah pisang kepok	14
Gambar 3.1	Tahapan umum penelitian	17
Gambar 3.2	Informasi peta lokasi pengambilan air sumur	18
Gambar 3.3	Kondisi air sumur di desa Gajah Ayee Kecamatan Pidie Kabupaten Pidie	19
Gambar 3.4	pH meter	24
Gambar 4.1	Penampakan fisik karbon aktif	29
Gambar 4.2	Grafik penurunan Mangan (Mn) terhadap waktu kontak perlakuan nanopartikel.....	35
Gambar 4.3	Grafik persentase penurunan Mangan (Mn) terhadap waktu kontak perlakuan nanopartikel.....	35
Gambar 4.4	Grafik penurunan kekeruhan terhadap waktu kontak perlakuan nanopartikel.....	36
Gambar 4.5	Grafik persentase penurunan kekeruhan terhadap waktu kontak perlakuan nanopartikel.....	36
Gambar 4.6	Grafik penurunan kesadahan terhadap waktu kontak perlakuan nanopartikel.....	38
Gambar 4.7	Grafik persentase penurunan kesadahan terhadap waktu kontak perlakuan nanopartikel.....	38
Gambar 4.8	Grafik penurunan pH terhadap waktu kontak perlakuan nanopartikel	39
Gambar 4.9	Hasil analisis korelasi perlakuan nanopartikel	41
Gambar 4.10	Hasil analisis korelasi perlakuan non nanopartikel	44

DAFTAR TABEL

HALAMAN

Tabel 1.1 Hasil uji awal parameter air bersih	2
Tabel 2.1 Persyaratan kualitas air bersih.....	7
Tabel 2.2 Standar kualitas karbon aktif.....	12
Tabel 3.1 Bahan yang di gunakan dalam pembuatan karbon aktif	20
Tabel 3.2 Bahan yang digunakan dalam eksperimen.....	22
Tabel 4.1 Hasil analisis baku mutu karbon aktif.....	28
Tabel 4.2 Hasil pengujian parameter air bersih sebelum dilakukan perlakuan	29
Tabel 4.3 Hasil penyerapan parameter air bersih dengan nanopartikel	30
Tabel 4.4 Hasil penyerapan parameter air bersih dengan non nanopartikel ..	31
Tabel 4.5 Hasil korelasi perlakuan nanopartikel antara parameter kekeruhan, kesadahan, pH dan Mn.....	40
Tabel 4.6 Hasil korelasi perlakuan non nanopartikel antara parameter kekeruhan, kesadahan, pH dan Mn.....	43

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan/Lambang	Keanjangan/Makna	Halaman
Mn	Mangan	2
Ph	<i>Power of Hydrogen</i>	2
SNI	Standar Nasional Indonesia	3
Cu	Tembaga	3
Zn	Seng	6
Pb	Timbal	6
Cr	Krom	6
Fe	Besi	6
Hg	Merkuri	6
As	Arsenik	6
Cd	Kadmium	6
NTU	<i>Nephelometric Turbidity Unit</i>	7
CaCO ₃	Kesadahan	7
Ca	Kalsium	8
Mg	Magnesium	8
IUPAC	<i>International Union of Pure and Applied Chemical</i>	10
CVD	<i>Chemical Vapour Decomposition</i>	13
HCl	Klorida	21
SPSS	<i>Statistical Product and Service Solutions</i>	36

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki kebutuhan air rata-rata sejumlah 60 liter/kapita per hari. Umumnya air bersih yang digunakan masyarakat Indonesia bersumber dari air tanah yang dapat diperoleh dari sumur gali (Sahabuddin dkk., 2014). Persyaratan kualitas untuk air bersih diatur melalui Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 sebagaimana yang ditunjukkan dalam Lampiran 1. Menurut Sahabuddin dkk. (2014), kualitas air adalah sifat serta kandungan yang terdapat di dalam air dan dapat diketahui dengan melakukan pengujian seperti uji kimia, fisika, atau uji kenampakan (bau dan warna). Menurut Mulyana (2019), kriteria untuk air yang baik adalah bersih, tidak menimbulkan bau, jernih, tidak keruh, tidak terdapat zat kimia, tidak berasa dan tidak meninggalkan endapan.

Menurut hasil observasi awal yang dilakukan peneliti di Desa Gajah Aye, Kecamatan Pidie, Kabupaten Pidie ditemukan bahwa kondisi air sumur warga adalah berwarna, keruh dan terindikasi sadah¹. Indikasi tersebut didukung oleh hasil analisis yang ditunjukkan pada Tabel 1.1². Menurut Situmorang dkk. (2018), kualitas lingkungan dan tekstur tanah di sekitar sangat mempengaruhi kualitas air yang bersumber dari air tanah. Menurut Munfiah dkk. (2013), air yang sadah memiliki kandungan magnesium dan kalsium yang tinggi.

¹ Penampakan air dapat dilihat pada Lampiran 2

² Kondisi air tersebut terbukti tercemar setelah dilakukan pengujian di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry dan Laboratorium Unit Pelaksanaan Teknis (UPT) Balai Penguji, Peneliti dan Pengembangan Dinas Lingkungan (BPPL)

Tabel 1.1 Hasil uji awal parameter air bersih.

Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil
Fisika			
Kekeruhan	Skala NTU	25	54
Kimia			
Mangan (Mn)	mg/l	0,5	2,304
Kesadahan	mg/l	500	600
Keasaman (pH)	-	6,5 – 8,5	9,9

Menurut Fadhillah dan Wahyuni (2016), salah satu teknologi pengolahan air adalah melalui proses adsorpsi dengan menambahkan adsorben (karbon aktif) ke dalam air. Selain itu, karbon aktif juga dapat menurunkan parameter pH, Mn, kekeruhan dan kesadahan (Bujawati dkk., 2014; Susilawaty dkk., 2015; Abdi dkk., 2015; Mandasari dan Purnomo., 2016 dan Jubilate dkk., 2016). Karbon merupakan material padat dengan kandungannya kurang lebih 90-99% senyawa karbon dan memiliki pori (Erawati dan Fernando, 2018). Sedangkan karbon aktif menurut Leimkuehler (2010) adalah karbon yang sudah mengalami perbesaran luas permukaan pori dengan perlakuan khusus.

Menurut Susilawaty dkk. (2015), karbon aktif yang berasal dari bahan organik paling sering digunakan karena biayanya yang murah dan efektif dalam menghilangkan kontaminan. Salah satu bahan alami yang digunakan adalah kulit pisang kepok (*Musa acuminata*). Beberapa kandungan yang dimiliki kulit pisang kepok adalah selulosa, hemiselulosa dan zat pektin. Zat pektin memiliki asam galakturonik, selulosa, galaktosa, arabinose dan rhamnosa (Maiza dkk., 2019). Karena keberadaan selulosa dan asam galakturonik tersebut, maka kulit pisang kepok mampu mengikat ion logam dari dalam air. Di sisi lain, kulit pisang adalah salah satu limbah organik dengan jumlahnya yang sangat banyak dan pemanfaatan secara nyata hanya dibuang begitu saja sebagai limbah organik. Limbah kulit pisang jumlahnya sangat banyak yaitu 1/3 dari buah pisang yang belum dikupas (Abdi dkk., 2015).

Berdasarkan hasil uji pendahuluan³, kulit pisang kepok yang dijadikan karbon aktif memiliki nilai rendemen sebesar 28,102%, kadar air sebesar 11% dan kadar abu sebesar 5%. Hasil tersebut telah sesuai dengan karakteristik karbon aktif yang ditetapkan dalam SNI 06-3730-1995.

Salah satu teknik untuk mengoptimalkan adsorpsi adalah dengan menambah luas permukaan pada karbon aktif. Menurut Ismiyati (2020), luas permukaan karbon dengan ukuran partikel berbanding terbalik. Semakin luas permukaan karbon maka semakin kecil ukuran diameter karbon. Menurut Faisal dkk. (2018), adsorben berukuran nanopartikel memiliki efisiensi pemisahan yang tinggi, proses pemisahan yang cepat, reaktif dalam menghilangkan kontaminan dan dapat digunakan kembali. Sebagai contoh, masih menurut Faisal dkk. (2018), efisiensi adsorpsi karbon aktif nanopartikel dari cangkang sawit mampu menyerap Cu sebesar 97,8%. Selain itu, menurut Nurdila dkk. (2015), penanggulangan pencemaran logam berat dengan adsorben berbasis nanopartikel lebih murah biayanya, mudah untuk diproduksi, efisien waktu dan terbukti mampu menanggulangi air yang terkandung logam berat

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, nanopartikel karbon aktif terbukti efektif dalam menurunkan kontaminan di dalam zat cair. Di lain sisi, karbon aktif kulit pisang kepok (*Musa acuminata*) juga telah dikaji sebagai adsorben pada pengolahan limbah. Namun, pembuatan nanopartikel dari karbon aktif kulit pisang kepok belum pernah dilakukan. Padahal, berdasarkan uraian sebelumnya, material ini berpotensi menjadi teknologi adsorpsi dalam pengolahan air bersih. Oleh karena itu, diperlukan investigasi terkait dengan efektivitas material nanopartikel karbon aktif dari kulit pisang kepok dalam pengolahan air bersih. Berdasarkan permasalahan tersebut, pertanyaan yang hendak dijawab pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

³ Dokumentasi uji pendahuluan dapat dilihat pada Lampiran 3

1. Bagaimana efektivitas nanopartikel karbon aktif kulit pisang kepok (*Musa acuminata*) dalam menurunkan kandungan Mn dalam pengolahan air bersih?
2. Bagaimana efektivitas nanopartikel karbon aktif kulit pisang kepok (*Musa acuminata*) dalam menurunkan parameter kekeruhan dalam pengolahan air bersih?
3. Bagaimana efektivitas nanopartikel karbon aktif kulit pisang kepok (*Musa acuminata*) dalam menurunkan parameter kesadahan dalam pengolahan air bersih?
4. Bagaimana efektivitas nanopartikel karbon aktif kulit pisang kepok (*Musa acuminata*) dalam menurunkan parameter pH dalam pengolahan air bersih?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui efektivitas nanopartikel karbon aktif kulit pisang kepok (*Musa acuminata*) dalam menurunkan kandungan Mn dalam pengolahan air bersih.
2. Untuk mengetahui efektivitas nanopartikel karbon aktif kulit pisang kepok (*Musa acuminata*) dalam menurunkan parameter kekeruhan dalam pengolahan air bersih.
3. Untuk mengetahui efektivitas nanopartikel karbon aktif kulit pisang kepok (*Musa acuminata*) dalam menurunkan parameter kesadahan dalam pengolahan air bersih.
4. Untuk mengetahui efektivitas nanopartikel karbon aktif kulit pisang kepok (*Musa acuminata*) dalam menurunkan parameter pH dalam pengolahan air bersih.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagi mahasiswa, dapat memberi pengetahuan dan wawasan baru tentang penurunan parameter Mn, kekeruhan, kesadahan dan pH di dalam air dengan menggunakan kulit pisang kepok (*Musa acuminata*) sebagai adsorben alami.
2. Bagi masyarakat, dapat memberi pengetahuan dan informasi terkait upaya pencegahan pencemaran air yang mengandung Mn, kekeruhan, kesadahan dan

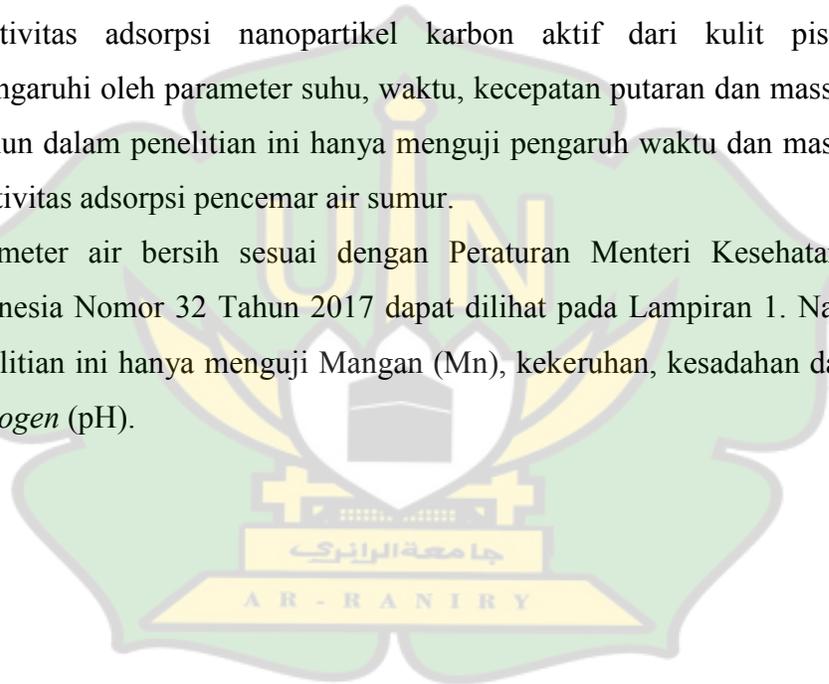
pH dalam air sumur dengan menggunakan adsorben alami kulit pisang kepok (*Musa acuminata*).

3. Bagi peneliti, dapat menjadi suatu pengalaman serta menambah wawasan dalam mengaplikasikan pengetahuan yang telah diproduksi selama proses belajar di Program Studi Teknik Lingkungan.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Efektivitas adsorpsi nanopartikel karbon aktif dari kulit pisang kepok dipengaruhi oleh parameter suhu, waktu, kecepatan putaran dan massa adsorben. Namun dalam penelitian ini hanya menguji pengaruh waktu dan massa terhadap efektivitas adsorpsi pencemar air sumur.
2. Parameter air bersih sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 dapat dilihat pada Lampiran 1. Namun dalam penelitian ini hanya menguji Mangan (Mn), kekeruhan, kesadahan dan *power of hydrogen* (pH).



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Persyaratan Kualitas Air Bersih

Ketergantungan manusia terhadap air sangatlah tinggi. Bagi kehidupan manusia, peran air sangatlah penting sehingga pengawasan kualitas air perlu dilakukan supaya sesuai dengan baku mutu yang telah ditentukan. Keperluan air dalam berbagai aspek kehidupan memiliki kualitas tergantung pada kriteria penggunaan air tersebut. Umumnya penggunaan air diperuntukkan sebagai air minum, keperluan rumah tangga, pengairan, industri, pertanian, dan perikanan (Susana, 2003). Salah satu prioritas utama manusia adalah melindungi dan melestarikan sumber air agar kualitasnya tetap terjaga, karena kebutuhan air bersih akan semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk (Sulistiyorini dkk., 2016). Kualitas air adalah sifat atau kandungan yang terdapat dalam air baik makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain (Sahabuddin dkk., 2014).

Standar kualitas air terdiri dari tiga aspek yaitu sebagai berikut: Pertama, aspek fisika adalah kualitas air yang dapat dilihat dengan penglihatan atau indera lain seperti penciuman maupun indera perasa, seperti faktor kekeruhan, warna, bau, endapan, temperatur dan rasa. Kedua, aspek kimia yang ditentukan oleh konsentrasi bahan-bahan kimia diantaranya Tembaga (Cu), Seng (Zn), Mangan (Mn), Timbal (Pb), Krom (Cr), Merkuri (Hg), Besi (Fe), Arsenik (As) dan Kadmium (Cd). Ketiga, aspek biologi yang ditentukan oleh mikroorganisme patogen maupun nonpatogen (Susilawaty dkk., 2015).

2.1.1 Standar baku mutu air bersih

Persyaratan air bersih di atur dalam PERMENKES No. 32 Tahun 2017 yaitu Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Sanitasi dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Persyaratan kualitas air bersih

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan
Fisika		
Kekeruhan	NTU	25
Kimia		
Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	500
Mangan (Mn)	mg/L	0,5
Ph	-	6,5-8,5

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia
Nomor : 32 Tahun 2017

2.1.2 Karakteristik air bersih

1. Karakteristik Fisika

Kekeruhan

Turbiditas atau Kekeruhan disebabkan karena terdapat materi suspensi seperti lempung atau tanah liat, partikel organik koloid, plankton, endapan lumpur, dan organisme lainnya. Pengukuran kekeruhan menggunakan turbidimeter yang berprinsip pada spektroskopi absorpsi. Selain itu, dapat juga diukur dengan turbidimeter atau nephelometer yang prinsip kerjanya berdasarkan hamburan sinar dan yang diukur adalah hamburan cahaya oleh campurannya. Satuan pengukuran tingkat kekeruhan yaitu *Nephelometric Turbidity Units* (NTU). Berdasarkan PERMENKES No. 32 Tahun 2017, batas maksimum kekeruhan air yang memenuhi syarat adalah 25 NTU (Yuniarti, 2007). Air yang tingkat kekeruhan melebihi dari baku mutu memiliki dampak bagi kesehatan yaitu timbulnya berbagai jenis penyakit seperti diare, cacangan, dan penyakit kulit (Rachmansyah dkk., 2014).

2. Karakteristik Kimia

a. Kesadahan (CaCO₃)

Menurut Nyoman dkk. (2018), kesadahan adalah kualitas air bersih yang ditentukan oleh kalsium (Ca) dan magnesium (Mg). Tingginya kandungan mineral kalsium dan magnesium dalam air dapat diketahui dari air yang direbus dan akan menimbulkan endapan atau karat pada peralatan logam serta sukar untuk dipakai

ketika mencuci. Dampak apabila tingkat kesadahan melebihi dari baku mutu adalah pembuluh darah jantung menyumbat dan batu ginjal. Berdasarkan PERMENKES No. 32 Tahun 2017, batas maksimum parameter kesadahan yaitu 500 mg/l.

b. Mangan (Mn)

Mangan (Mn) adalah unsur logam yang termasuk dalam golongan VII yang berwarna kelabu-kemerahan. Kandungan mangan dalam air dapat diketahui karena menimbulkan rasa, keruh dan warna (coklat/ungu/hitam). Berdasarkan PERMENKES No. 32 Tahun 2017, kandungan mangan yang diizinkan dalam air adalah 0,5 mg/l. Mangan dalam kadar yang kecil yaitu $<0,5$ mg/l dapat memberikan manfaat yaitu menjaga kesehatan otak dan tulang, membantu menghasilkan enzim untuk proses metabolisme tubuh dan berperan dalam pertumbuhan rambut dan kuku. Namun, apabila jumlahnya melebihi 0,5 mg/l bersifat neurotoksik, dengan gejala berupa insomnia, lemah pada kaki dan otot muka (Febrina dan Ayuna, 2014).

c. Derajat Keasaman (pH)

pH adalah sifat kimia yang digunakan untuk menyatakan tingkat asam atau basa oleh suatu larutan (Mashadi dkk., 2018). pH asam ($<6,5$) akan meningkatkan korosifitas pada benda-benda logam dan dapat membawa dampak beberapa bahan kimia menjadi racun sehingga kesehatan manusia terganggu (Munfiah dkk., 2013).

2.2 Adsorpsi

Adsorpsi adalah teknik untuk menurunkan kandungan pencemar dalam air dengan proses penyerapan atom, ion, atau molekul dalam larutan pada suatu permukaan zat penyerap (Saputri, 2020). Adsorben adalah zat penyerap sedangkan adsorbat adalah zat yang terserap. Umumnya adsorben dapat berbentuk zat padat seperti alumina, silika gel, selulosa, platina halus dan karbon aktif (Abdi dkk., 2015). Pada penelitian ini digunakan adsorben dari karbon aktif. Berpindahannya massa dari cairan ke permukaan butir merupakan proses awal terjadinya adsorpsi, kemudian terjadi proses difusi dari permukaan butir ke dalam butir melalui pori, massa dari cairan dalam pori berpindah ke dinding pori dan terakhir adsorpsi pada dinding pori. Penyebab terjadinya adsorpsi adalah terdapat energi permukaan dan gaya tarik

menarik permukaan (Asip dkk., 2008). Menurut Ismiyati (2020), proses adsorpsi dapat dilakukan dengan cara sistem pengadukan dan sistem filtrasi. Adsorpsi sistem pengadukan adalah dibubuhkan adsorben berbentuk serbuk dalam air kemudian diaduk. Sedangkan adsorpsi sistem filtrasi adalah media penyerap dimasukkan ke dalam wadah dan dialirkan air dengan sistem gravitasi.

Menurut Adinata (2013), proses adsorpsi terdiri 2 jenis, yaitu sebagai berikut:

- a. Adsorpsi secara fisika, terjadi karena tarik menarik molekul yang sangat besar antara larutan dengan permukaan media. Misal adsorpsi karbon aktif yang diaktivasi pada suhu tinggi sehingga membentuk struktur pori pada karbon dan luas permukaan yang besar. Dengan luas permukaan yang makin besar maka adsorbat yang melekat pada adsorben semakin banyak.
- b. Adsorpsi secara kimia, timbul ketika ikatan kimia terbentuk antara substansi terlarut dengan molekul dalam media, misal *ion exchange*.

2.2.1 Faktor yang mempengaruhi adsorpsi

Adsorpsi dipengaruhi oleh faktor sebagai berikut:

- a. Luas permukaan

Pengaruh luas permukaan adsorben terhadap proses adsorpsi adalah semakin luas permukaannya yang ditentukan oleh ukuran partikel, maka semakin banyak zat yang teradsorpsi karena proses adsorpsi terjadi pada permukaan adsorben (Adinata, 2013). Menurut Ismiyati (2020), luas permukaan dengan ukuran adsorben berbanding terbalik yaitu semakin kecil ukuran diameter adsorben maka luas permukaan semakin besar.

- b. Temperatur

Pemanasan dan pengaktifan adsorben dapat menyebabkan peningkatan daya serap karena terbukanya pori-pori adsorben. Tetapi tingginya pemanasan akan menyebabkan rusaknya adsorben sehingga daya serapnya menurun (Adinata, 2013).

c. Waktu Kontak

Lamanya waktu kontak pada proses penyerapan sangat diperlukan karena jika larutan diam yang berisikan adsorben, maka proses adsorpsi berjalan lambat. Untuk mempercepat proses adsorpsi diperlukan proses pengadukan sehingga lamanya waktu kontak pengadukan akan menyebabkan jumlah ion yang terkandung dalam air akan semakin berkurang (Ismiyati, 2020).

d. Massa adsorben

Massa adsorben dengan jumlah partikel dan luas permukaan sebanding, sehingga efisiensi penyisihan logam yang terdapat dalam air juga meningkat (Ismiyati, 2020).

e. Pengadukan

Proses pengadukan yang cepat menyebabkan molekul-molekul adsorbat akan saling bertumbukan dengan adsorben sehingga mempercepat proses adsorpsi (Widayatno dkk., 2017).

2.3 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah karbon dengan perlakuan khusus sehingga menghasilkan pori dengan luas permukaan yang besar dan berdaya serap tinggi. Luas permukaan karbon aktif memiliki kemampuan yang besar dalam penyerapan logam (Leimkuehler, 2010). Karbon aktif memiliki komposisi yang terdiri dari selulosa, karbon, kadar air, dan kadar debu sehingga dapat menjernihkan air. Porositas klasifikasi pori berdasarkan IUPAC (*international union of pure and applied chemical*) dibagi menjadi 3, yaitu: mikropori yang berdiameter pori < 2 nm, mesopori berdiameter antara 2-50 nm dan makropori berdiameter > 50 nm. Karbon aktif biasa digunakan untuk menghilangkan warna, bau, polusi zat organik, polusi zat anorganik pada pengolahan air limbah (Sugesti, 2018).

Penggunaan karbon aktif banyak diterapkan di dalam proses pemisahan, pemurnian gas, pendinginan elektrokatalis dan pemurnian air (penjernihan air). Karbon aktif sering digunakan untuk menghilangkan berbagai jenis logam berat. Ada beberapa proses dalam memproduksi karbon aktif seperti proses karbonisasi yaitu

memecah bahan organik menjadi karbon pada suhu 400-900 °C dengan tujuan menguapkan zat *volatile* sehingga pori-pori permukaan terbuka. Kemudian dilakukan aktivasi pada pori-pori karbon aktif untuk memperlebar diameter pori dan meningkatkan volume yang terserap dalam pori serta kinerja dalam adsorpsi lebih optimal (Erawati dan Fernando, 2018). Adapun faktor-faktor yang berpengaruh terhadap daya penyerapan karbon aktif adalah sifat larutan, sifat karbon aktif, sifat adsorbat dan sistem kontak. Sifat arang aktif juga dipengaruhi oleh aktivasi yang digunakan, yang dapat meningkatkan daya serap (Laos dan Selan, 2016).

Menurut Adinata (2013), pembuatan karbon aktif melalui 2 proses yaitu karbonisasi dan aktivasi. Proses karbonisasi adalah proses membakar bahan baku, dipengaruhi oleh faktor:

a. Waktu Karbonisasi

Waktu karbonisasi berbeda yaitu tergantung jenis bahan yang akan digunakan seperti kulit pisang membutuhkan waktu 2 jam.

b. Suhu pemanasan

Reaksi endotermis akan terjadi pada suhu 100-200 °C, pada suhu tersebut bahan organik terurai dan menguap, kemudian suhu 225-275 °C terjadi reaksi eksotermis yang menyebabkan terurainya lignoselulosa. Suhu yang semakin tinggi menyebabkan semakin berkurangnya arang yang diperoleh karena banyaknya zat-zat yang terurai dan teruapkan.

c. Kadar air

Proses pembakaran berjalan kurang baik apabila kadar air pada bahan tinggi dan bara yang terbentuk mudah mati sehingga memerlukan waktu yang lama untuk menghilangkan uap.

d. Ukuran bahan

Bahan dengan ukuran yang semakin kecil akan mempercepat perantaraan keseluruhan umpan sehingga pirolisis berjalan dengan sempurna.

Kualitas karbon aktif dapat dinilai berdasarkan persyaratan (SNI) 06-3730-1995 pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Standar kualitas karbon aktif.

Uraian	Prasyarat Kualitas (%)
Rendemen	-
Kadar air	Maks.15
Kadar abu	Maks. 10

Sedangkan menurut Maulinda dkk. (2015), terdapat 3 tahap dalam pembuatan karbon aktif, yaitu:

- a. Proses dehidrasi, bahan baku dipanaskan untuk menghilangkan kandungan air.
- b. Proses karbonisasi, bahan baku dibakar pada temperatur 300-900°C sesuai dengan tingkat kekerasan bahan dan menghasilkan arang yang mengandung karbon.
- c. Proses aktivasi dibedakan menjadi dua bagian, yaitu :
 - Secara fisika, yaitu memanaskan karbon dengan *furnace* pada temperatur 800 - 900°C.
 - Proses aktivasi dengan menggunakan bahan-bahan kimia atau reagen pengaktif. Contoh bahan kimia yang dapat digunakan, misalnya adalah unsur aktivator menyusup diantara plat heksagon dari kristalit dan memisahkan permukaan yang tertutup. Saat dilakukan pemanasan, senyawa kontaminan yang berada di pori menjadi lebih mudah lepas. Sehingga luas permukaan arang aktif semakin besar dan daya serap karbon aktif meningkat.

2.4 Nanopartikel

Nanopartikel merupakan suatu yang memiliki ukuran sangat kecil antara 1 sampai 1.000 nanometer. Klasifikasi partikel berdasarkan diameternya, dimana ukuran partikel 1 sampai 100 nanometer serupa dengan partikel ultra halus dan 100 sampai 1.000 nanometer serupa dengan partikel halus. Salah satu perkembangan dalam bidang nanosains dan nanoteknologi adalah penggunaan nanopartikel. Nanopartikel merupakan material yang memiliki sifat fisika dan kimia lebih baik dari

pada partikel berukuran besar. Partikel ukuran kecil dengan partikel yang berukuran besar memiliki perbandingan antara luas permukaan dan volume yang lebih besar (Mardani, 2019). Menurut Ismiyati (2020) ukuran diameter partikel yang semakin kecil mengakibatkan permukaannya semakin luas. Terbukti dalam penelitian Faisal dkk. (2018) karbon aktif nanopartikel dari cangkang sawit mampu menyerap kandungan Cu sampai 97,5% dengan waktu kontak 60 menit dan pengadukan 200 rpm.

Metode yang bisa digunakan untuk memproduksi partikel dengan ukuran nano yaitu secara *top-down* dan *bottom-up*. Partikel nano dibuat dengan cara memotong atau menghancurkan material dengan ukuran besar menjadi ukuran nanometer disebut dengan *top-down*. Metode ini dapat dilakukan dengan *milling*, *ultrasound*, dan *laser ablation*. Sedangkan untuk menata dan mengendalikan atom dan molekul menjadi material berukuran nano disebut dengan *bottom-up*. Metode ini dapat dilakukan dengan *spray pyrolysis*, *chemical vapour decomposition* (CVD) dan *microemulsion* (Muhriz dkk., 2011). Nanopartikel yang terbuat dari alat *ball mill* memiliki prinsip kerja yang simpel, yaitu bola baja penghancur yang berada dalam wadah akan diputar menggunakan mesin sehingga bola baja saling bertumbukan dalam jumlah yang banyak (Kurniawan, 2018).

Nanopartikel juga dapat diproduksi dengan menggunakan alat *shaker milling*. Proses mekanik untuk menghancurkan bahan dengan sistem kerja alat berputar sehingga ukuran butiran akan semakin kecil disebut dengan *milling* atau penggilingan. *Shaker milling* mesin bergerak secara acak sehingga bola baja yang berada dalam tabung akan saling bertumbukan dan dari tumbukan tersebut akan menghasilkan partikel yang berukuran kecil. Ada dua faktor yang mempengaruhi *shaker milling* yaitu kecepatan putaran dan waktu. Tingginya kecepatan putaran membuat energi bola semakin tinggi, daya hancur semakin besar, dan serbuk menjadi lebih halus. Tetapi jika kecepatan putaran terlalu tinggi menyebabkan serbuk meleleh dan akan bergabung membentuk partikel yang lebih besar, kecepatan putaran ini disebut dengan kecepatan kritis. Sedangkan waktu dalam proses *shaker milling*

sangat berpengaruh, yaitu semakin lama waktu *milling* maka semakin kecil partikel yang dihasilkan karena tumbukan antar bola baja semakin lama (Jatmiko, 2019).

2.5 Pisang Kepok (*Musa acuminata*)

Tanaman penghasil buah paling banyak di Indonesia dan tinggi nutrisinya dibanding dengan buah lainnya adalah tanaman pisang. Tanaman ini termasuk ke dalam tanaman monokotil, karena dapat ditanam serta tumbuh pada topografi tanah yang bermacam-macam, baik tanah miring atau pun datar. Tinggi tanaman pisang antara 2-9 meter dan berakar serabut (Dewi, 2015).

Berikut taksonomi tanaman pisang:

- Divisi : Spermatophyte
- Sub Divisi : Angiospermae
- Kelas : Monocotyledonae
- Keluarga : Musaceae
- Genus : Musa
- Spesies : Musa spp.



Gambar 2.1 Buah pisang kepok

Sumber: Patracia, 2018

Tanaman pisang terdiri dari tujuh jenis yaitu jenis pisang mas, pisang ambon, pisang kepok, pisang uli, pisang tanduk, pisang klutuk dan pisang raja (Dewi, 2015). Kulit pisang kepok adalah bahan yang dapat menyerap ion logam karena mempunyai senyawa selulosa yang terdapat di dalamnya. Gugus hidroksil yang kaya elektron akan terikat dengan muatan positif pada logam. Kulit pisang kepok dapat menurunkan kandungan logam seperti besi dan mangan dalam air sumur. Selain itu dapat juga menurunkan kadar logam berat seperti timbal (Wardani dan Wulandari, 2018). Kulit pisang kepok memiliki 77% kandungan karbon, 73,60% kandungan air, 11,48% karbohidrat, 17,04% selulosa dan dalam 10 gram kulit pisang kepok mengandung 52,1% zat pektin. Selulosa dan zat pektin inilah yang dapat menyerap kandungan logam berat dan banyak terdapat pada kulit pisang yang sudah matang. Sedangkan, kandungan selulosa dan zat pektin pada kulit pisang raja lebih sedikit yaitu 8,4% s dan 21% sehingga kulit pisang kepok sangat potensial dijadikan sebagai adsorben untuk menurunkan parameter yang melebihi baku mutu yang telah ditentukan. Dalam zat pektin terdapat asam galakturonik yang mampu mengikat ion logam dan merupakan gugus fungsi gula karboksil (-COOH) serta selulosa memiliki kemampuan untuk mengikat ion logam yang terdapat dalam air. Gugus fungsi karboksil dari selulosa adalah (-COOH) dan gugus fungsi hidroksil (-OH), selain itu selulosa merupakan gugus polimer yang sifatnya selektif terhadap senyawa polar. Sehingga pori-pori selulosa dapat dilewati air karena air merupakan senyawa polar, tetapi senyawa polutan akan tertahan. Kulit pisang kepok mudah diperoleh dan harga relatif murah (Putra dkk., 2019).

BAB III

METODE PENELITIAN

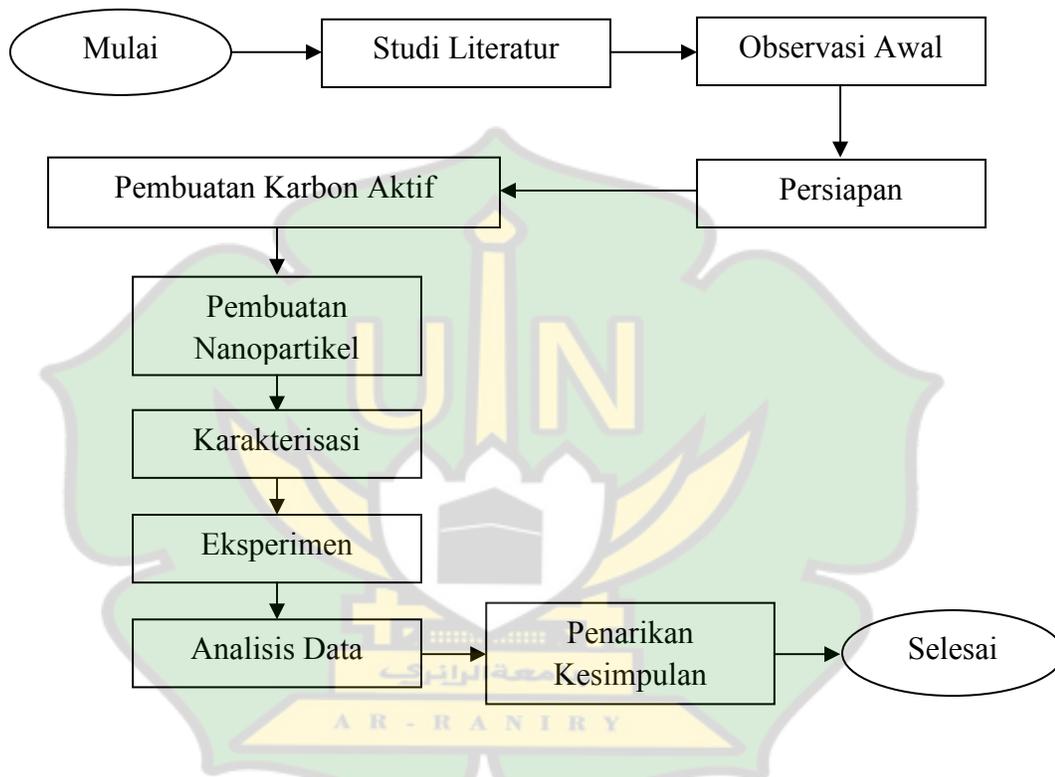
3.1 Tahapan Umum

Tahapan umum penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu:

1. Studi literatur, merupakan studi yang dilakukan untuk mengetahui informasi dan mengumpulkan data terkait dengan penelitian baik dari buku, jurnal maupun skripsi.
2. Observasi awal, merupakan tahap untuk mengetahui kondisi air sumur, sehingga bisa ditentukan alternatif pengolahan yang sesuai.
3. Tahap persiapan, adalah tahap menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian dengan tujuan agar waktu dan pekerjaan yang dilakukan bisa efektif.
4. Pembuatan karbon aktif, merupakan tahap kulit pisang kepok diproses menjadi karbon aktif yang akan digunakan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi parameter Mn, kekeruhan, kesadahan dan pH di dalam air.
5. Pembuatan nanopartikel, merupakan tahap menambah luas permukaan adsorben karbon aktif dari kulit pisang kepok yang berukuran lebih kecil dengan tujuan untuk meningkatkan daya serap parameter Mn, kekeruhan, kesadahan dan pH di dalam air.
6. Tahap karakterisasi, adalah tahapan untuk mengetahui mutu karbon aktif yang dihasilkan dengan mengacu pada SNI 06-3730-1995 dan untuk mengetahui bentuk permukaan partikel.
7. Tahap eksperimen, adalah tahapan untuk mengetahui pengaruh variabel terhadap penurunan kandungan parameter kekeruhan, kesadahan, pH dan Mn di dalam air, tujuannya adalah untuk membandingkan hasil uji dengan baku mutu air bersih yang telah ditentukan sesuai PERMENKES No. 32 Tahun 2017
8. Tahap analisis data. Tahap ini dilakukan apabila sampel air telah diuji parameternya sehingga menjadi informasi dan bisa dipergunakan untuk penarikan kesimpulan.

9. Tahapan penarikan kesimpulan, yaitu menjawab berapa persen efisiensi nanopartikel dan non nanopartikel karbon aktif dari kulit pisang kepok untuk mengadsorpsi Mn, kekeruhan, kesadahan dan pH di dalam air.

Tahapan umum penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Tahapan umum penelitian

3.2 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di beberapa lokasi yaitu: (i) lokasi pengambilan sampel air sumur di Desa Gajah Aye, Kecamatan Pidie, Kabupaten Pidie. Pemilihan lokasi pengambilan sampel air di Desa Gajah Aye dikarenakan kondisi sumur di wilayah ini kualitasnya menurun yaitu berwarna, keruh, mengandung mangan yang tinggi dan terindikasi sadah sehingga harus dilakukan pengolahan untuk menghasilkan air yang bersih dan sesuai dengan baku mutu. Kondisi air sumur dapat dilihat pada Gambar 3.3.; (ii) lokasi produksi karbon aktif dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan

UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan lokasi produksi nanopartikel karbon aktif dilakukan di FMIPA Fisika Unsyiah Banda Aceh; (iii) lokasi pemeriksaan parameter air bersih dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry dan Dinas Kesehatan UPTD Balai Laboratorium Kesehatan; (iv) tempat pengambilan kulit pisang kapok dari usaha kecil pisang goreng di Kopelma Darussalam, Banda Aceh.



Gambar 3.2 Informasi Peta Lokasi Pengambilan Sampel Air Sumur.

3.3 Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel

Sampel air diambil pada air sumur yang telah dipilih sebanyak 20 liter. Teknik pengambilan sesuai dengan SNI 6989.58:2008 tentang metode pengambilan contoh air tanah dengan tahapan sebagai berikut:

1. Sampel air diambil menggunakan alat *water sampler* yang diturunkan ke dalam sumur sampai kedalaman tertentu.

2. Alat pengambil sampel diangkat setelah sampel air terisi.
3. Sampel air dipindahkan dari alat pengambil sampel ke dalam wadah dengan ketentuan sesuai dengan (SNI 6989.58:2008) sebagai berikut:
 - a. Terbuat dari bahan gelas atau plastik Polietilen (PE) atau Poli Propilen (PP) atau teflon.
 - b. Dapat ditutup dengan akurat dan rapat.
 - c. Bersih dan bebas dari kontaminan.
 - d. Tidak mudah pecah.
 - e. Tidak berinteraksi dengan contoh.



Gambar 3.3 Kondisi air sumur di Desa Gajah Aye Kecamatan Pidie Kabupaten Pidie.

3.4 Pembuatan Karbon Aktif

3.4.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada proses pembuatan kulit pisang kepok sebagai karbon aktif dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Bahan yang digunakan dalam pembuatan karbon aktif

Nama Bahan	Volume	Satuan
Kulit pisang kepok	5	kg
Asam klorida (HCl)	86,61	ml
Aquades	4	L

3.4.2 Tahapan pembuatan karbon aktif

Tahap pembuatan karbon aktif dari kulit pisang kepok adalah sebagai berikut:

1. Kulit pisang dicuci dengan air (Patracia, 2018).
2. Kulit pisang dikeringkan selama dua hari di bawah sinar matahari
3. Kulit pisang dipotong dengan ukuran ± 3 cm (Adinata, 2013).
4. Kulit pisang dikeringkan dalam oven selama 2 jam dengan suhu 105°C (Masriatini, 2017).
5. Kulit pisang kepok diuji kadar air sampai nilainya konstan dengan metode gravimetri (Setyadi dkk., 2016).
6. Potongan kulit pisang dihaluskan hingga berbentuk serbuk dengan mortar (Masriatini, 2017).
7. Serbuk kulit pisang dimasukkan dalam *furnace* untuk proses karbonisasi dengan suhu 400°C selama 1,5 jam (Masriatini, 2017).
8. Serbuk kulit pisang kemudian diayak dengan ayakan 100 *mesh* (Jubilate dkk., 2016).
9. Serbuk kulit pisang sebanyak 100 gr diaktivasi menggunakan HCl dengan konsentrasi 1 M, aktivasi memakai HCl karena bisa melarutkan pengotor dan menghasilkan pori-pori yang optimal (Arung dkk., 2014).
10. Karbon aktif kulit pisang kepok direndam dengan HCl selama 24 jam dengan perbandingan volume 2:1 yaitu 200 ml HCl dan 100 gr karbon (Arung dkk., 2014 dan Patracia, 2018).
11. Karbon aktif dicuci menggunakan aquades hingga pH mendekati 7 (Patracia, 2018).
12. Karbon aktif disaring dengan kertas saring *Whatman* Nomor 1.

13. Karbon aktif dikeringkan di dalam oven pada suhu 105°C sampai beratnya konstan (Patracia, 2018).

3.5 Karakterisasi Karbon Aktif

3.5.1 Rendemen

Perhitungan rendemen dengan membandingkan berat bahan baku kering dengan berat bahan setelah menjadi karbon aktif (Jubilate dkk., 2016)

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{W_2}{W_1} \times 100\%, \quad (1)$$

dengan W_1 adalah massa kulit pisang kepek kering dan W_2 adalah massa karbon kulit pisang kepek.

3.5.2 Penentuan kadar abu

Cawan porselin yang telah ditimbang berat (W_1) kemudian ditempatkan 1 gram karbon kulit pisang di dalamnya. Cawan yang berisi sampel diabukan dalam *furnace* dengan suhu 750 °C selama 2 jam. Setelah jadi abu didinginkan dalam desikator dan beratnya ditimbang hingga konstan (W_2) (Dewi, 2015).

$$\text{Kadar Abu} = \frac{W_2}{W_1} \times 100\%, \quad (2)$$

dengan W_1 adalah bobot awal sampel (gram) dan W_2 adalah bobot akhir sampel (gram).

3.5.3 Penentuan kadar air

Adsorben karbon aktif sebanyak 1 gram ditempatkan dalam cawan porselin dengan bobot keringnya sudah diketahui, kemudian dikeringkan cawan berisi sampel dalam oven dengan suhu 105 °C selama 3 jam dan kemudian didinginkan. Sampel disimpan dalam desikator dan ditimbang untuk mengetahui kadar airnya (Jubilate dkk., 2016).

$$\text{Kadar Air} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%, \quad (3)$$

dengan W_1 adalah bobot sampel sebelum pemanasan (gram) dan W_2 adalah bobot sampel setelah pemanasan (gram).

3.6 Pembuatan Nanopartikel

Tahapan pembuatan nanopartikel karbon aktif dari kulit pisang kepok adalah sebagai berikut:

1. Karbon aktif yang sudah diayak dengan ayakan 100 *mesh* di masukkan ke dalam tabung yang dipasang pada alat *shaker mill*.
2. Penumbukan serbuk karbon aktif dilakukan dengan alat *shaker mill* dengan waktu selama 10 jam.
3. Penumbukan dengan *shaker mill* dilakukan dengan kecepatan 500 rpm dan menggunakan bola baja ukuran $\frac{1}{4}$ inchi.

Menurut Masyabi (2017), waktu *milling* yang semakin lama menyebabkan bola penggiling terus menumbuk partikel karbon sehingga semakin kecil ukuran karbon yang dihasilkan. Selain itu, kecepatan *milling* juga mempengaruhi terbentuknya ukuran nano suatu partikel. Semakin bertambah kecepatan *milling* maka ukuran partikel yang dihasilkan semakin kecil. Penelitian tersebut terbukti dengan menghasilkan ukuran partikel terkecil pada waktu 20 jam dengan kecepatan 190 rpm.

3.7 Eksperimen-eksperimen

3.7.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada eksperimen penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Bahan yang digunakan dalam Eksperimen

Nama Bahan	Besar	Satuan
Partikel karbon aktif yang sudah di ayak dengan ukuran 100 mesh	20	gram
Nanopartikel karbon aktif	70	gram
Sampel air	20	Liter

3.7.2 Prosedur eksperimen efektivitas nanopartikel

Prosedur untuk mengetahui pengaruh variabel bebas yaitu massa dan waktu kontak pengadukan karbon aktif kulit pisang kepok terhadap variabel terikat yaitu kekeruhan, kesadahan, pH dan Mn dalam mengolah air adalah sebagai berikut:

1. Adsorben karbon aktif nanopartikel dengan massa 1 gram dimasukkan ke dalam Erlenmeyer yang berisi 500 ml sampel air (Putra dkk., 2019).
2. Campuran adsorben dengan sampel air diaduk dengan menggunakan flokulator dengan kecepatan 200 rpm (Faisal dkk., 2018) selama 5 menit.
3. Langkah 1 dan 2 diulang selama masing-masing 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 25 menit.
4. Langkah 1-3 diulang untuk massa adsorben 2 gram, 3 gram, 4 gram dan 5 gram sehingga diperoleh 25 perlakuan.
5. Sampel didiamkan selama 30 menit untuk pengendapan.

3.7.3 Prosedur eksperimen efektivitas non nanopartikel

Prosedur untuk mengetahui pengaruh variabel bebas yaitu massa dan waktu kontak pengadukan karbon aktif kulit pisang kepok terhadap variabel terikat yaitu kekeruhan, kesadahan, pH dan Mn dalam mengolah air adalah sebagai berikut:

1. Adsorben karbon aktif non nanopartikel dengan massa 4 gram dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berisi 500 ml sampel air (Putra dkk., 2019).
2. Campuran adsorben dengan sampel air diaduk dengan menggunakan flokulator dengan kecepatan 200 rpm (Faisal dkk., 2018) selama 20 menit.
3. Langkah 1 dan 2 diulang selama 25 menit.
4. Langkah 1-3 diulang untuk massa adsorben 5 gram sehingga diperoleh 4 perlakuan.
5. Sampel didiamkan selama 30 menit untuk pengendapan.

3.8 Pengukuran Parameter Air Bersih

3.8.1 Pengukuran parameter pH

Pengecekan pH dari sampel air sumur akan dibaca menggunakan alat pengukur pH meter. Cara pengukuran pH dijelaskan sesuai (SNI 06-6898.11-2004) sebagai berikut:

1. Keringkan elektroda dengan kertas tisu, selanjutnya bersihkan menggunakan air suling.
2. Elektroda dibilas dengan contoh uji.
3. pH meter dicelupkan kedalam elektroda sehingga menunjukkan pembacaan yang akurat.
4. Hasil dari pembacaan skala atau angka dicatat pada tampilan dari pH meter.



Gambar 3.4 pH meter.

3.8.2 Pengukuran mangan (Mn)

Pengukuran Mn dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala (SNI 6989.5:2009). Bahan dan Pengujian ditunjukkan dalam Lampiran 5, kemudian dilakukan perhitungan dengan persamaan 7.

$$\text{Konsentrasi logam mangan, Mn (mg/L)} = C \times fp, \quad (4)$$

dengan C adalah kadar yang didapat hasil pengukuran (mg/L) dan fp adalah faktor pengenceran.

3.8.3 Pengukuran kekeruhan

Parameter kekeruhan diukur dengan nefelometer (SNI 06-6989.25-2005). Bahan dan Pengujian ditunjukkan dalam Lampiran 5, kemudian dilakukan perhitungan dengan persamaan 8.

$$Kekeruhan (NTU) = A \times fp, \quad (5)$$

dengan A adalah kekeruhan dalam NTU contoh yang diencerkan dan fp adalah faktor pengenceran.

3.8.4 Pengukuran kesadahan

Parameter kesadahan diukur dengan metode titrimetri sesuai dengan SNI 06-6989.12-2004. Bahan dan Pengujian ditunjukkan dalam Lampiran 5, kemudian dilakukan perhitungan dengan persamaan 9.

$$Kesadahan\ Total = \frac{1000}{V\ sampel} \times V\ EDTA(a) \times M\ EDTA \times 100, \quad (6)$$

dengan V_{sampel} adalah volume larutan contoh uji (mL), $V_{EDTA(a)}$ adalah volume rata-rata larutan baku Na_2EDTA untuk titrasi kesadahan total (mL) dan M_{EDTA} adalah molaritas larutan baku Na_2EDTA untuk titrasi (mmol/mL)

3.9 Analisis Data

3.9.1 Efektivitas adsorben nanopartikel dan non nanopartikel karbon aktif

Untuk mengetahui efektivitas penurunan parameter dalam air pada setiap perlakuan baik menggunakan karbon aktif atau nanopartikel karbon aktif dapat diukur dengan persamaan:

$$\% \text{ Penurunan} = \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\%, \quad (7)$$

dengan C_o adalah konsentrasi awal dan C_e adalah konsentrasi akhir (Hevira dkk., 2019).

3.9.2 Analisis statistik

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian eksperimen skala laboratorium dilakukan pengujian dengan dua variabel bebas yaitu massa adsorben dan lama waktu kontak. Pengukuran parameter kekeruhan, kesadahan, pH dan Mn

dilakukan sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan. Sehingga untuk menentukan hasil akhir digunakan uji analisis data statistik yaitu dengan menggunakan software SPSS (*Statistical Product and Service Solutions*). SPSS merupakan salah satu perangkat lunak untuk membantu perhitungan secara statistik yang cepat dan akurat (Suyitno dan Heriawati, 2015).

Penelitian ini menggunakan jenis analisa data regresi linier sederhana untuk melihat hubungan secara linier antara dua atau lebih variabel bebas dengan variabel terikat. Analisis ini digunakan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh variabel bebas yaitu massa adsorben dan lama waktu kontak terhadap variabel terikat yaitu kadar kekeruhan, kesadahan, pH dan Mn (Mona dkk., 2015). Menurut Rohman, (2018) rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Y = a + b X, \quad (8)$$

dengan Y adalah variabel terikat, X adalah variabel bebas satu (massa adsorben), a adalah nilai konstanta, b adalah nilai koefisien regresi Selain itu, penelitian ini juga menggunakan analisis korelasi. Uji korelasi tujuannya untuk melihat hubungan dari dua hasil pengukuran atau dua variabel yang diteliti, sehingga diperoleh derajat hubungan antara variabel X dengan variabel Y. Ada dua cara pengambilan keputusan dalam analisis korelasi yaitu:

1. Berdasarkan nilai signifikansi. Jika nilai signifikan $< 0,05$ maka terdapat korelasi, sebaliknya jika nilai signifikan $> 0,05$ maka tidak terdapat korelasi.
2. Berdasarkan tanda bintang (**). Jika terdapat tanda bintang pada *pearson correlation* maka antara variabel yang dianalisis terjadi korelasi, sebaliknya jika tidak terdapat tanda bintang pada *pearson correlation* maka antara variabel yang dianalisis tidak terjadi korelasi. Selain dengan menggunakan program SPSS, untuk menentukan nilai korelasi juga dapat diukur dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{xy}{x^2 (y^2)}, \quad (9)$$

dimana r_{xy} adalah koefisien korelasi, x adalah jumlah data x dan y adalah jumlah data y .



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Hasil penelitian terdiri dari hasil uji parameter air bersih, analisis karakteristik baku mutu karbon aktif dari kulit pisang kepok dan hasil nanopartikel dari karbon aktif, analisis efektivitas penyerapan parameter air bersih menggunakan nanopartikel karbon aktif, analisis efektivitas penyerapan parameter air bersih menggunakan non nanopartikel karbon aktif, analisis regresi linier sederhana dan analisis korelasi.

4.1.1 Hasil uji parameter air bersih

Hasil uji air sumur berdasarkan parameter kekeruhan, Mangan (Mn), kesadahan dan pH dapat dilihat pada Tabel 4.1. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017, air sumur yang berlokasi di Desa Gajah Aye Kecamatan Pidie Kabupaten Pidie terbukti tercemar, dikarenakan nilai pengujian melebihi dari baku mutu yang telah ditentukan.

Tabel 4.1 Hasil pengujian parameter air bersih sebelum dilakukan perlakuan.

Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil
Fisika			
Kekeruhan	Skala NTU	25	54
Kimia			
Mangan (Mn)	mg/l	0,5	2,304
Kesadahan	mg/l	500	600
Keasaman (pH)	-	6,5 – 8,5	9,9

4.1.2 Karakteristik karbon aktif dan hasil nanopartikel dari karbon aktif

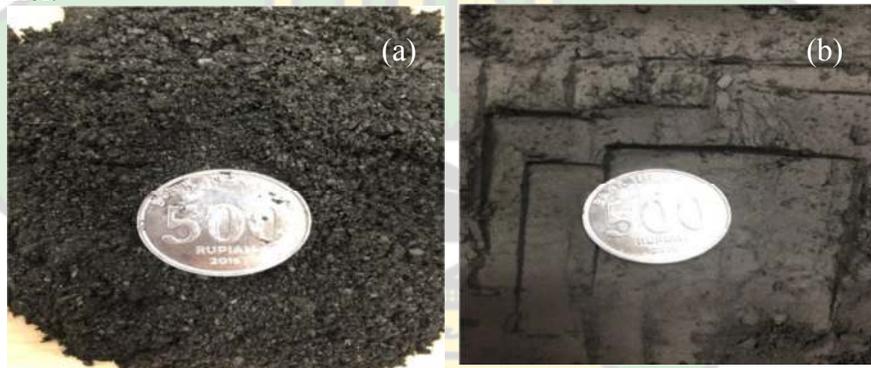
Karakteristik karbon aktif diperoleh melalui uji baku mutu karbon aktif. Hasil uji karakteristik karbon aktif dari kulit pisang kepok berdasarkan parameter rendemen, kadar air dan kadar abu dapat dilihat pada Tabel 4.2. Berdasarkan SNI No. 06-3730-1995, kadar air memiliki nilai maksimum 15% dan kadar abu 10 %. Hasil uji karbon aktif dari kulit pisang kepok memiliki nilai rendemen sebesar 28,102 %,

nilai kadar air sebesar 11 % dan nilai kadar abu sebesar 5 %, hal ini menunjukkan bahwa karbon aktif dari kulit pisang kepok telah memenuhi standar baku mutu karbon berdasarkan SNI No. 06-3730-1995.

Tabel 4.2 Hasil analisis baku mutu karbon aktif

Uraian	Hasil Analisis Karbon Aktif (%)	Prasyarat Kualitas (%)
Rendemen	28,102	-
Kadar air	11	Maks.15
Kadar abu	5	Maks. 10

Gambar 4.1 menunjukkan hasil pembuatan karbon aktif menjadi nanopartikel karbon aktif. Berdasarkan gambar dapat dilihat bahwa penampakan fisik ukuran nanopartikel.



Gambar 4.1 Penampakan fisik karbon aktif. a) sebelum dijadikan nanopartikel, b) setelah dijadikan nanopartikel

4.1.3 Hasil uji pengolahan air bersih menggunakan nanopartikel dan non nanopartikel

Tabel 4.3 menunjukkan hasil uji pada perlakuan yang menggunakan nanopartikel karbon aktif dari kulit pisang terhadap parameter kekeruhan, kesadahan, pH dan Mangan (Mn). Sedangkan Tabel 4.4 menunjukkan hasil uji pada perlakuan yang menggunakan non nanopartikel karbon aktif dari kulit pisang kepok terhadap parameter kekeruhan, kesadahan, pH dan Mangan (Mn).

Sebagai contoh, untuk perhitungan efektivitas penyerapan kekeruhan dengan massa 3 gram dan waktu kontak 20 menit, dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \% \text{ penyerapan} &= \frac{C_o - C_e}{C_o} \times 100\% \\ &= \frac{54 - 5,92}{54} \times 100\% \\ &= 89,02\%, \end{aligned}$$

dengan C_o adalah konsentrasi pencemar sebelum diolah dan C_e adalah konsentrasi pencemar setelah diolah. Sehingga untuk penyerapan kekeruhan dengan massa 3 gram dengan waktu kontak 20 menit diperoleh efektivitas sebesar 89,02%.

Tabel 4.3 Hasil penyerapan parameter air bersih dengan nanopartikel karbon aktif.

Massa (gr)	Waktu Kontak (Menit)	pH	Mn (mg/L)	Ef. Mn (%)	Kekeruhan (NTU)	Ef. Kekeruhan (%)	Kesadahan (mg/L)	Ef. Kesadahan (%)
1	5	8,7	1,415	38,59	37,12	0,00	3,72	99,38
	10	8,7	1,406	38,98	37,00	0,32	3,62	99,39
	15	8,7	1,346	41,58	32,68	11,96	3,65	99,39
	20	8,6	1,320	42,71	29,00	21,88	2,67	99,56
	25	8,6	1,297	43,71	29,00	21,88	2,39	99,60
2	5	8,6	1,269	44,92	34,29	7,62	4,90	99,18
	10	8,6	1,047	54,56	34,09	8,16	3,99	99,34
	15	8,5	0,970	57,90	27,41	26,16	3,49	99,42
	20	8,5	0,858	62,76	15,79	57,46	3,05	99,39
	25	8,5	0,850	63,11	7,89	78,74	3,02	99,50
3	5	8,3	0,841	63,50	26,77	27,88	6,57	98,91
	10	8,2	0,764	66,84	18,45	50,30	5,50	99,08
	15	8,2	0,756	67,19	16,48	55,60	5,10	99,15
	20	8,2	0,715	68,97	10,68	71,23	6,57	98,91
	25	8,1	0,713	69,05	8,78	76,35	2,63	99,56
4	5	8,0	0,696	69,79	25,17	32,19	6,93	98,85
	10	8,0	0,576	75,00	17,79	52,07	8,33	98,61
	15	8,0	0,559	75,74	15,53	58,16	6,62	98,90
	20	7,9	0,476	79,34	9,00	75,75	6,04	98,99
	25	7,8	0,397	82,77	3,49	90,60	5,63	99,06
5	5	7,3	0,003	99,87	0,00	100	8,52	98,58
	10	7,3	0,140	93,92	0,00	100	7,87	98,69
	15	7,3	0,337	85,37	0,00	100	5,35	99,11
	20	7,2	0,345	85,03	0,00	100	7,19	98,80
	25	7,0	0,474	79,43	0,00	100	5,90	99,02

Tabel 4.4 Hasil penyerapan parameter air bersih dengan non nanopartikel karbon aktif.

Massa (gr)	Waktu Kontak (Menit)	pH	Mn (mg/L)	Ef. Mn (%)	Kekeruhan (NTU)	Ef. Kekeruhan (%)	Kesadahan (mg/L)	Ef. Kesadahan (%)
4	20	9,1	2,236	2,95	27,08	49,85	7,19	98,80
	25	8,9	2,150	6,68	26,07	49,85	4,57	99,24
5	20	8,4	1,654	28,21	20,94	61,22	5,86	99,02
	25	7,9	1,637	28,95	18,89	65,02	5,13	99,15

4.2 Pembahasan

4.2.1 Karakteristik karbon aktif dan hasil nanopartikel dari karbon aktif

Berdasarkan Tabel 4.1, mutu karbon aktif dari kulit pisang kepok telah memenuhi standar baku mutu sesuai dengan SNI. 06-3730-1995. Hasil tersebut menunjukkan bahwa karbon aktif dari kulit pisang kepok sangat potensial digunakan untuk penyerapan parameter air bersih seperti Mn, kekeruhan, kesadahan dan pH. Hasil uji rendemen memiliki nilai sebesar 28,102%, besarnya nilai rendemen karbon aktif menunjukkan jumlah karbon yang dihasilkan setelah proses karbonisasi dan aktivasi.

Hasil uji kadar air memiliki nilai sebesar 11%, yang berarti kandungan air pada bahan baku karbon aktif mengalami penurunan saat proses karbonisasi. Hal ini disebabkan semakin kecil persentase kadar air maka semakin meningkat daya serap karbon aktif terhadap zat pencemar. Menurut Muna (2011), suhu dan waktu pirolisis mempengaruhi kandungan air dalam bahan baku yang akan digunakan sebagai karbon aktif sehingga semakin meningkat suhu dan waktu pirolisis maka kandungan air yang terdapat dalam karbon akan semakin menurun. Selain itu, menurut Verayana dkk. (2018) penurunan kadar air hubungannya sangat erat dengan sifat higroskopis dari aktivator HCl. Molekul air pada karbon aktif akan terikat oleh aktivator sehingga pori-pori karbon semakin besar.

Hasil uji kadar abu memiliki nilai sebesar 5%, yang berarti bahwa kadar abu telah memenuhi standar baku mutu karbon aktif sesuai dengan SNI. 06-3730-1995. Menurut Verayana dkk. (2018) mengasumsikan bahwa kadar abu merupakan sisa

mineral yang tertinggal pada saat proses karbonisasi, karena karbon aktif yang berasal dari bahan alam tidak hanya mengandung senyawa karbon tetapi juga mengandung beberapa mineral, kemudian sebagian mineral akan hilang ketika proses karbonisasi dan aktivasi, sebagian lagi diperkirakan masih tertinggal dalam karbon aktif. Tujuan penentuan kadar abu untuk mengetahui kandungan oksida logam yang terdapat pada karbon aktif.

Berdasarkan penampakan fisik pada Gambar 4.1, karbon aktif kulit pisang kepok yang sudah dijadikan nanopartikel memiliki ukuran relatif sangat kecil dibandingkan arang aktif sebelum dijadikan nanopartikel. Menurut Ismiyati (2020) dengan ukuran karbon aktif yang kecil akan menyebabkan permukaan semakin luas sehingga efisiensi pemisahan terhadap pencemar juga semakin tinggi. Namun, diperlukan investigasi lanjutan untuk mengkarakterisasi ukuran nanopartikel karbon aktif yang digunakan dengan analisis *particle size analyzer* atau dengan pengamatan *scanning electron microscopy*, untuk memperoleh ukuran dan bentuk morfologi bulirnya.

4.2.2 Hasil uji pengolahan air bersih menggunakan nanopartikel dan non nanopartikel

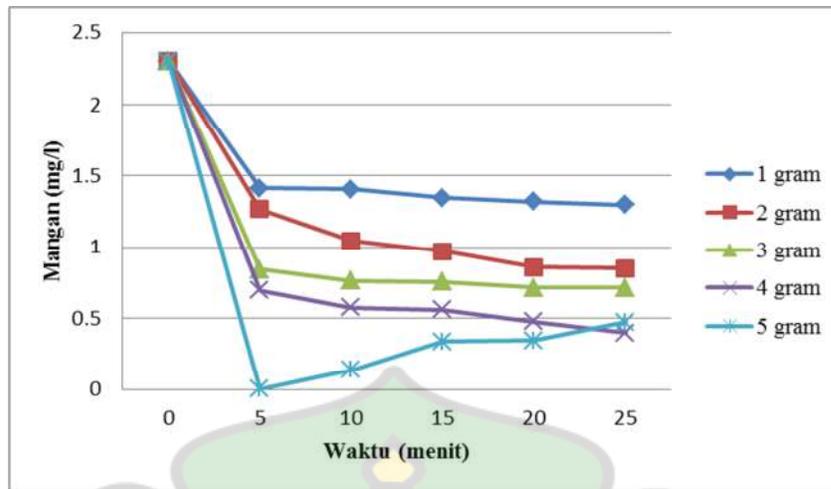
Berdasarkan Tabel 4.3, dapat dilihat bahwa kandungan Mangan (Mn) terus mengalami penurunan seiring bertambahnya massa dan lamanya waktu kontak. Hasil uji regresi linear sederhana menunjukkan variabel massa dan waktu kontak berpengaruh terhadap adsorpsi Mn (nilai sig masing-masing $0,000 < \text{probabilitas } 0,05$). Dengan perlakuan tersebut, maka diketahui bahwa nanopartikel karbon aktif merupakan adsorben paling efektif dalam penurunan ion logam, khususnya Mn. Hasil ini menguatkan laporan Faisal dkk. (2018) yang menggunakan karbon aktif nanopartikel dari cangkang sawit juga terbukti mampu menyerap ion logam Cu dengan efektivitas penyerapan 97,8%.

Pada massa 5 gram waktu kontak 5 menit, nilai Mn sebesar 0,003 mg/L, yang berarti nanopartikel karbon aktif dari kulit pisang kepok mencapai batas optimal

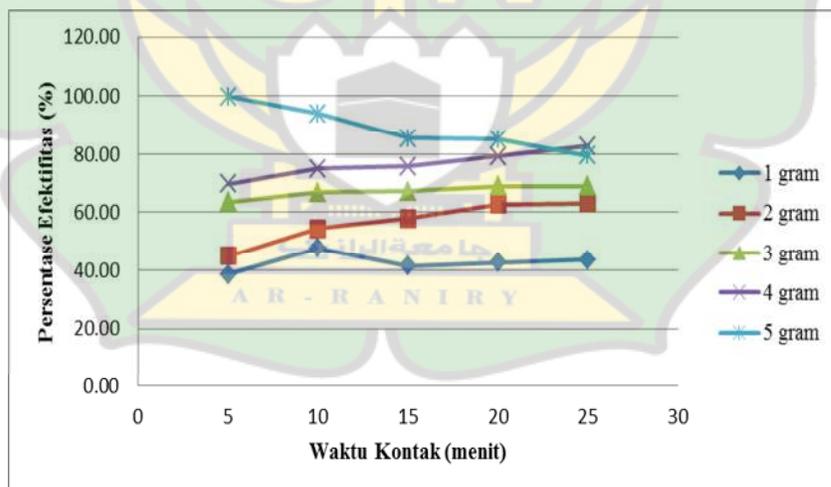
penyerapan kandungan Mn dengan efektivitas 99,87%, dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3. Namun, untuk perlakuan 5 gram waktu kontak 10 menit, efektivitas nanopartikel karbon aktif semakin menurun.

Menurut Faisal dkk. (2018), hal ini disebabkan karena permukaan adsorben telah mengalami titik jenuh sehingga tidak mampu menyerap ion-ion Mn. Masih menurut Faisal dkk. (2018), penyebab lainnya adalah pori-pori permukaan nanopartikel karbon aktif telah tertutupi oleh molekul-molekul ion logam yang diserap. Selain itu, menurut Bana dkk. (2015), lama waktu kontak mengakibatkan adsorben dari kulit pisang kepok jenuh, ini dikarenakan permukaan ion adsorben tidak kuat untuk mengikat kation logam yang tersisa dalam larutan. Secara teoritis, penyerapan ion Mn oleh adsorben disebabkan karena kulit pisang kepok mengandung zat pektin dan selulosa yang memiliki gugus fungsi gula karboksil (-COOH) dan gugus fungsi hidroksil (-OH) sehingga mampu mengikat ion logam yang terdapat dalam air (Putra dkk., 2019)

Berdasarkan Tabel 4.4 dengan perlakuan menggunakan non nanopartikel karbon aktif, nilai Mn mengalami penurunan, akan tetapi masih di atas baku mutu yang di perbolehkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 37 Tahun 2017 dengan nilai Mn maksimal 0,5 mg/L. Hal ini dikarenakan ukuran karbon yang lebih besar dari nano mengakibatkan kecilnya ruang permukaan untuk menyerap ion Mn. Menurut Thuraidah dkk. (2015), dosis adsorben dari kulit pisang kepok mempunyai pengaruh terhadap penurunan kadar Mn dalam air. Semakin banyak penambahan adsorben dari kulit pisang kepok ke dalam air maka kadar Mn semakin menurun. Selain itu, menurut Ismiyati (2020) lamanya waktu kontak akan menyebabkan jumlah pencemar yang terkandung dalam air juga semakin berkurang. Sehingga perlu investigasi lanjutan untuk penyerapan Mn menggunakan non nanopartikel dengan penambahan massa adsorben dan lama waktu kontak untuk menurunkan kadar Mn dalam air sesuai dengan baku mutu yang telah ditentukan.



Gambar 4.2 Grafik penurunan Mangan (Mn) terhadap waktu kontak pada perlakuan nanopartikel.

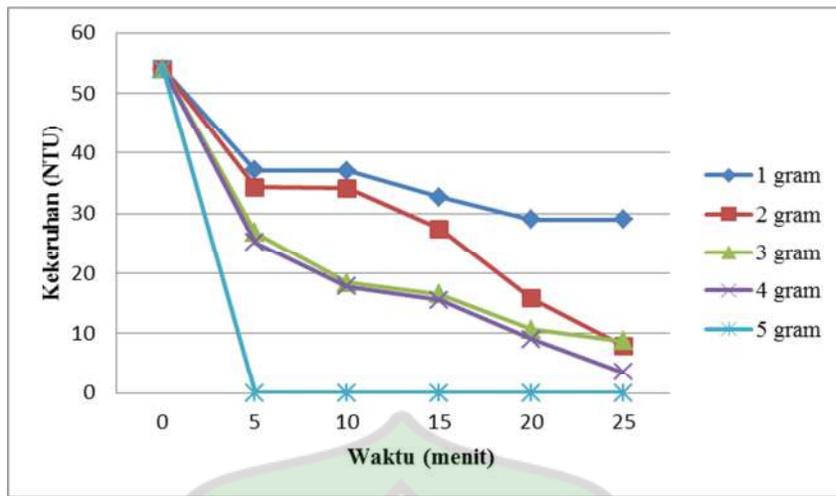


Gambar 4.3 Grafik persentase penurunan Mangan (Mn) terhadap waktu pada perlakuan nanopartikel.

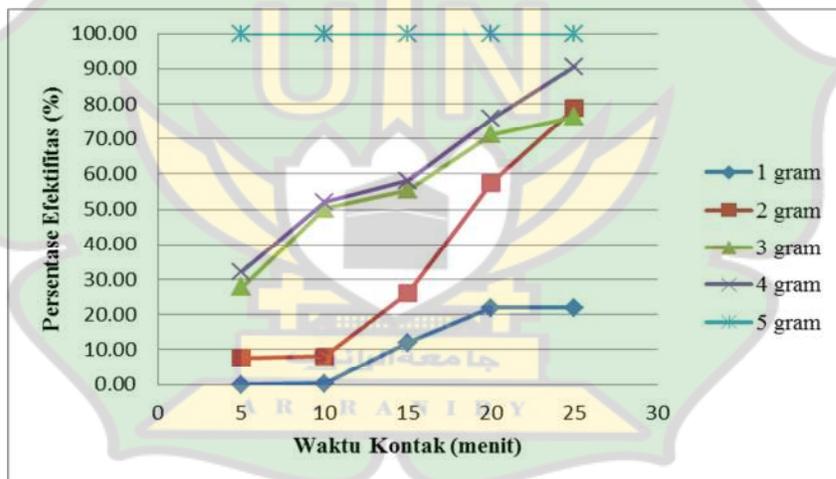
Berdasarkan Tabel 4.3, dapat dilihat bahwa parameter kekeruhan terus mengalami penurunan seiring bertambahnya massa dan lamanya waktu kontak. Hasil analisis regresi linear sederhana menunjukkan adanya pengaruh variabel massa karbon dan waktu kontak terhadap parameter kekeruhan dalam pengolahan air bersih (nilai sig masing-masing $0,000 < \text{probabilitas } 0,05$). Pada massa 5 gram waktu kontak

5 menit penyerapan terhadap kekeruhan sudah mencapai batas optimal, partikel yang menyebabkan kekeruhan terserap oleh adsorben karbon aktif sehingga nilai kekeruhan batas optimal adalah 0 NTU. Menurut Ismiyati (2020), semakin lama waktu kontak maka proses penyerapan juga semakin tinggi dan semakin besar massa adsorben maka semakin tinggi penyerapan terhadap adsorbat. Hal ini disebabkan karena jumlah massa adsorben dengan jumlah partikel dan luas permukaan sebanding sehingga efisiensi pemisahan terhadap pencemar dalam air juga meningkat. Selain itu, penurunan kekeruhan juga disebabkan oleh proses pengendapan nanopartikel sehingga adsorbat yang menyebabkan kekeruhan juga ikut terendap dengan adsorben nanopartikel. Menurut Suganda (2018), dalam menurunkan kekeruhan diperlukan waktu pengendapan untuk memberi kesempatan partikel-partikel padat membentuk flok yang relatif besar. Nilai persentase efektivitas nanopartikel terhadap parameter kekeruhan sebesar 100%, yang berarti karbon aktif kulit pisang kepok berukuran nanopartikel sangat efektif dalam menurunkan parameter kekeruhan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4 dan 4.5.

Berdasarkan Tabel 4.4, menunjukkan bahwa penurunan kekeruhan terhadap waktu dengan perlakuan non nanopartikel juga mengalami penurunan seiring bertambahnya massa dan lama waktu kontak. Pada massa 5 gram waktu kontak 25 menit nilai kekeruhan sebesar 18,89 NTU dan sudah sesuai dengan baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017 dengan nilai kekeruhan yang diperbolehkan pada air bersih adalah 25 NTU. Namun, perlakuan non nanopartikel tidak seefektif nanopartikel. Nilai persentase efektivitas non nanopartikel sebesar 65,02%, sehingga karbon aktif yang lebih efektif dalam proses penurunan parameter kekeruhan adalah karbon aktif dengan ukuran nanopartikel.



Gambar 4.4 Grafik penurunan kekeruhan terhadap waktu kontak pada perlakuan nanopartikel.



Gambar 4.5 Grafik persentase penurunan kekeruhan terhadap waktu pada perlakuan nanopartikel.

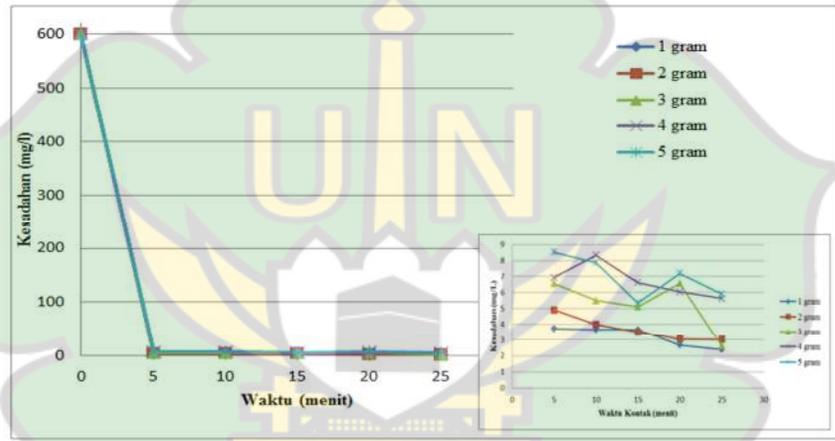
Berdasarkan Tabel 4.4, bahwa penurunan kesadahan terhadap waktu kontak perlakuan non nanopartikel juga mengalami penurunan seiring bertambahnya massa dan lama waktu kontak. Pada massa 5 gram waktu kontak 25 menit nilai kesadahan sebesar 5,13 mg/L dengan efektivitas 99,15% dan sudah di bawah baku mutu menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 37 Tahun 2017 dengan nilai kesadahan maksimal adalah 500 mg/L. Namun, perlakuan nanopartikel lebih efektif dari non nanopartikel. Menurut Rahma (2013) dalam penelitiannya

menggunakan karbon aktif dari tempurung kelapa, penurunan parameter kesadahan dipengaruhi oleh ukuran media yang digunakan yaitu semakin kecil ukuran media yang digunakan maka luas permukaan akan semakin luas sehingga penyerapan kesadahan juga semakin banyak.

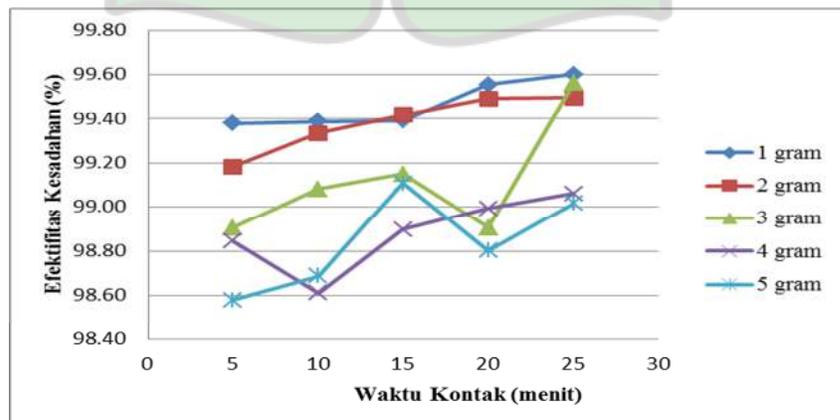
Hasil analisis regresi linear sederhana menunjukkan adanya pengaruh massa karbon dan waktu kontak dengan parameter kesadahan (nilai sig masing-masing $0,000 < \text{probabilitas } 0,05$). Menurut Qonita dkk. (2019), pemilihan karbon aktif dalam penurunan kesadahan adalah karena memiliki sifat fisika ataupun kimia yang sangat menarik, mampu menyerap zat organik maupun anorganik serta dapat menukar kation. Menurut penelitian Ristiana dkk. (2009) dan Lustiningrum (2013), yang menggunakan arang aktif dari tempurung kelapa, menyatakan bahwa arang aktif diproses sedemikian rupa sehingga terbukanya pori-pori dan mampu menyerap ion Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg) yang menyebabkan kesadahan pada air.

Berdasarkan Tabel 4.3, dapat dilihat bahwa penurunan kesadahan paling optimal adalah pada massa 1 gram waktu kontak 5 menit sudah dapat menurunkan kesadahan dibawah standar baku mutu, meskipun demikian lama waktu kontak paling efektif adalah 25 menit. Hal ini menunjukkan bahwa penyerapan paling optimal pada massa 1 gram adalah dengan waktu kontak 25 menit dengan efektivitas sebesar 99,60%. Namun, semakin besar massa adsorben yang digunakan, justru semakin sulit daya serap terhadap adsorbat, dikarenakan jumlah massa yang terlalu banyak sehingga pori-pori adsorben sangat banyak dan permukaan untuk penyerapan juga semakin luas serta gaya tarik-menarik adsorben bukan hanya terjadi dengan adsorbat, melainkan dengan adsorben itu sendiri. Menurut Oktaviani (2017), laju adsorpsi menurun karena adsorben karbon aktif sudah tidak dapat menyerap adsorbat dalam air dan mengalami desorpsi. Selain itu, pada awal penyerapan terdapat cukup banyak sisi aktif yang tersedia pada permukaan adsorben, tetapi seiring dengan lamanya waktu kontak, pori-pori pada adsorben hampir dipenuhi oleh kation dari dalam larutan.

Pada massa 3 gram, nilai kesadahan semakin menurun dari waktu kontak 5 menit sampai 15 menit, namun terjadi peningkatan pada waktu 20 menit. Ini terjadi karena penggunaan adsorben pada massa 3 gram mempunyai waktu kontak yang optimal adalah 15 menit sehingga pada waktu kontak selanjutnya daya serap adsorben akan menurun karena terjadinya proses desorpsi yaitu pelepasan kembali adsorbat dari adsorben. Pada waktu kontak 25 menit terjadi penurunan kesadahan, ini disebabkan lamanya waktu kontak pengadukan sehingga adsorben yang sudah mengalami desorpsi akan mengadsorpsi kembali adsorbat yang terlepas. Begitu juga dengan massa 4 gram dan 5 gram, dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan 4.7.

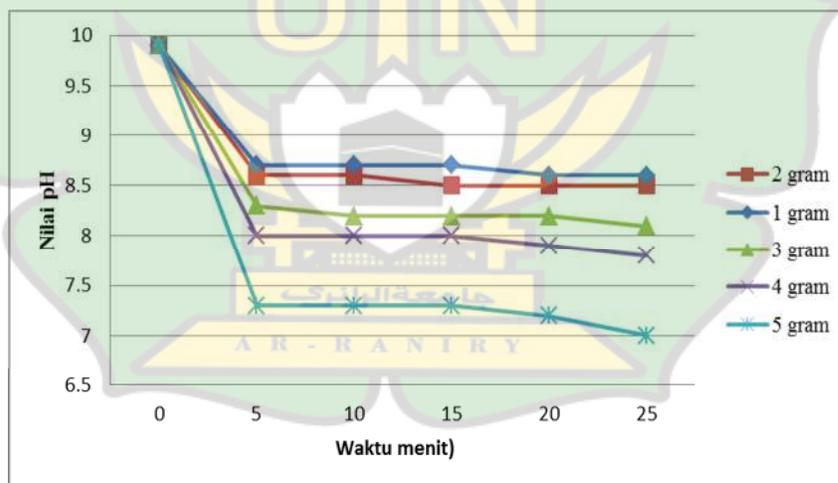


Gambar 4.6 Grafik penurunan kesadahan terhadap waktu kontak pada perlakuan nanopartikel.



Gambar 4.7 Grafik persentase penurunan kesadahan terhadap waktu pada perlakuan nanopartikel.

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa parameter pH telah mengalami penurunan seiring bertambahnya massa dan lamanya waktu kontak. Penurunan pH paling bagus adalah pada perlakuan massa 5 gram waktu kontak 25 menit dengan nilai pH yaitu 7 dan telah sesuai dengan standar baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017, nilai pH yang diperbolehkan dalam air bersih adalah 6,5-8,5. Menurut Rahayu dkk. (2015), dengan penelitiannya menggunakan zeolite dalam meningkatkan nilai pH dari kondisi asam mengatakan bahwa ketika terjadi penyerapan zat organik maupun anorganik, maka sifat kimia air yang berupa pH juga berubah. Sehingga, ketika adsorben nanopartikel karbon aktif dari kulit pisang kepok menyerap adsorbat yang berupa zat organik maupun anorganik, maka nilai pH juga akan menurun. Penurunan nilai pH dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Grafik penurunan nilai pH terhadap waktu kontak perlakuan nanopartikel.

Tabel 4.4, nilai pH juga mengalami penurunan dengan perlakuan menggunakan non nanopartikel karbon aktif. pH paling bagus adalah pada perlakuan massa 5 gram waktu kontak 25 menit dengan nilai pH yaitu 7,9. Hasil uji statistik regresi linear sederhana digunakan untuk mengetahui keterkaitan antara massa karbon, waktu kontak dengan parameter pH. Dari hasil uji regresi linear sederhana

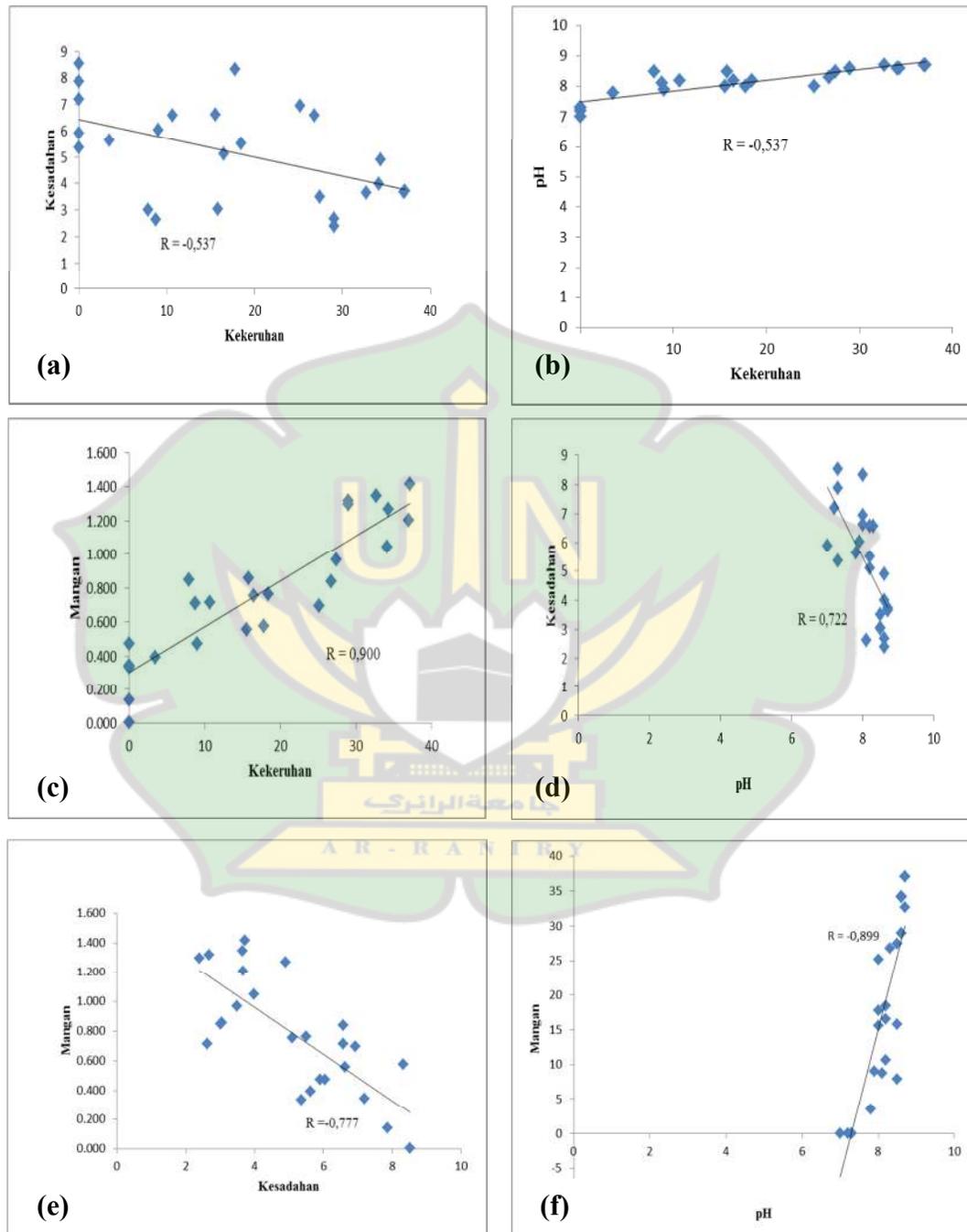
didapat bahwa terdapat keterkaitan antara massa dan waktu kontak terhadap parameter pH yang memiliki nilai sig masing-masing $0,000 < \text{probabilitas } 0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh antara massa dan waktu kontak terhadap parameter pH.

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan, nanopartikel karbon aktif dari kulit pisang kepok sangat efektif digunakan dalam penurunan parameter Mn, kekeruhan, kesadahan dan pH dalam air tanah. Namun, nanopartikel tersebut menyebabkan perubahan warna yang disebabkan tersuspensinya material dari karbon aktif, dapat dilihat pada Lampiran 3 sehingga diperlukan pengolahan selanjutnya untuk menjernihkan air seperti filtrasi, koagulasi – flokulasi dan elektrokoagulasi.

Berdasarkan Tabel 4.5 hasil uji korelasi perlakuan nanopartikel mengidentifikasi bahwa ada hubungan antara parameter Mn, kekeruhan, kesadahan dan pH. Hubungan antara parameter tersebut karena terdapat hubungan yang signifikan yaitu muncul dua bintang (**), yang berarti terdapat korelasi antara variabel yang dihubungkan dengan taraf 1% berdasarkan nilai R untuk korelasi kuat (0,505). Berdasarkan Tabel 4.5, diperoleh hasil signifikan yang sangat kuat dan searah yang ditandai dengan plus (+) antara parameter kekeruhan dengan Mn dan kesadahan dengan pH. Selain itu, juga diperoleh hasil signifikan yang kuat dan tidak searah yang ditandai dengan minus (-) antara parameter kekeruhan dengan kesadahan, kekeruhan dengan pH, kesadahan dengan Mn dan pH dengan Mn. Adapun gambar korelasi antara parameter kekeruhan, kesadahan, pH dan Mn seperti yang ditunjukkan Gambar 4.9.

Tabel 4.5 Hasil uji korelasi perlakuan nanopartikel antara parameter kekeruhan, kesadahan, pH dan Mn. Nilai R untuk korelasi kuat (0,505) ditandai arsir kuning

	Kekeruhan	Kesadahan	pH	Mn
Kekeruhan	1	-0,537**	-0,537**	0,900**
Kesadahan		1	0,722**	-0,777**
pH			1	-0,899**
Mn				1



Gambar 4.9 Hasil analisis korelasi perlakuan nanopartikel. (a) kekeruhan dengan kesadahan, (b) kekeruhan dengan pH, (c) kekeruhan dengan mangan,

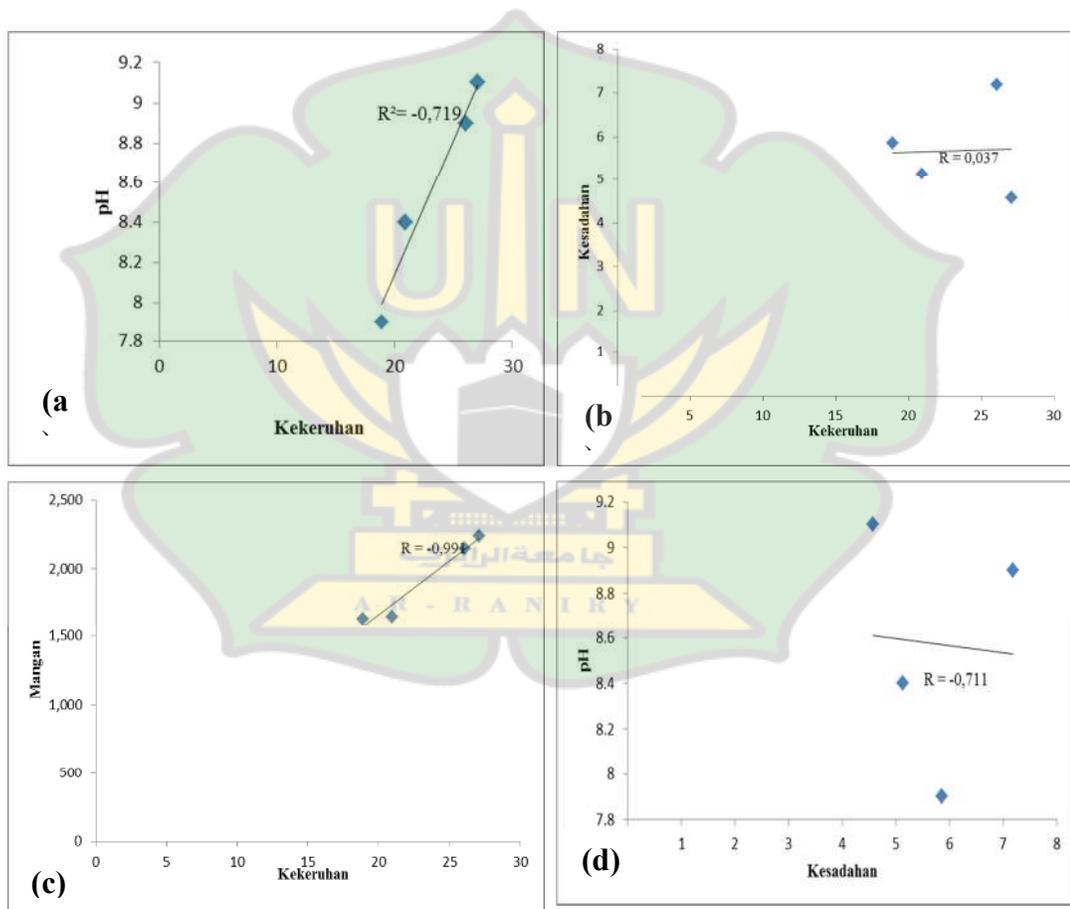
(d) pH dengan kesadahan, (e) kesadahan dengan mangan dan (f) pH dengan mangan.

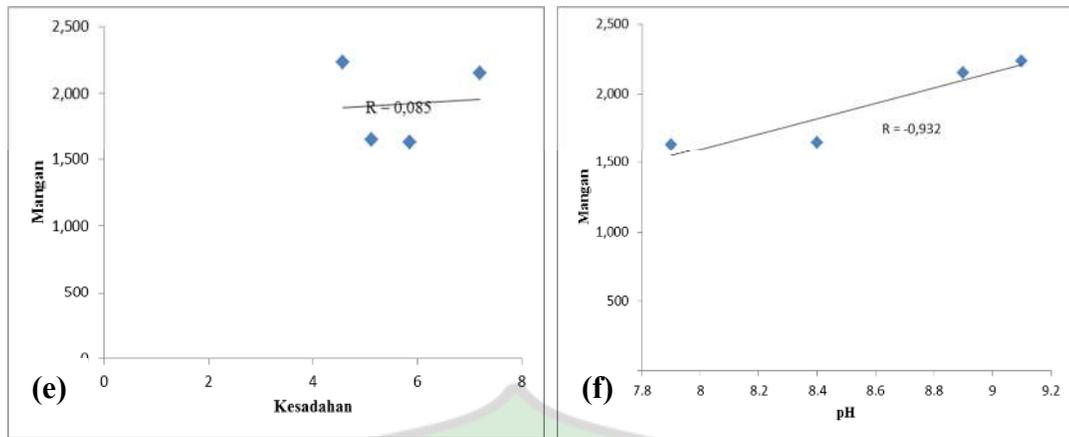
Berdasarkan hasil korelasi Pearson pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.9; (a) terdapat korelasi negatif yang signifikan antara kekeruhan dengan kesadahan. Korelasi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kesadahan berbanding lurus dengan penurunan kekeruhan. Hal ini mengindikasikan bahwa adsorben karbon aktif dari kulit pisang kepok kemungkinan mengandung zat-zat yang menyebabkan kesadahan meningkat. (b) Terdapat korelasi negatif yang signifikan antara kekeruhan dengan pH, menunjukkan bahwa peningkatan pH berbanding lurus dengan penurunan kekeruhan. (c) Terdapat korelasi positif yang signifikan antara kekeruhan dengan mangan. Korelasi positif antara kekeruhan dengan konsentrasi Mn di dalam air kemungkinan disebabkan karena penyebab kekeruhan adalah partikel-partikel yang mengandung Mn. (d) Terdapat korelasi positif yang signifikan antara kesadahan dengan pH. Menurut Aribiyanto (2016), salah satu parameter yang mempengaruhi tingkat kesadahan air adalah pH, sehingga semakin tinggi pH maka semakin tinggi tingkat kesadahan air. (e) Terdapat korelasi negatif yang signifikan antara kesadahan dengan Mn, dan (f) terdapat korelasi negatif yang signifikan antara pH dengan mangan, yang berarti ion yang menyebabkan pH tinggi tidak berpengaruh terhadap tingginya kandungan mangan dalam air (Aribiyanto, 2016).

Berdasarkan Tabel 4.6 hasil uji korelasi perlakuan non nanopartikel mengidentifikasi bahwa tidak ada hubungan antara parameter kekeruhan dengan kesadahan, kekeruhan dengan pH, kesadahan dengan pH, kesadahan dengan Mn, pH dengan Mn, karena nilai yang dihasilkan lebih besar dari $>0,05$. Namun, untuk parameter kekeruhan dengan Mn terdapat korelasi negatif yang signifikan. Gambar korelasi antara parameter kekeruhan, kesadahan, pH dan Mn seperti yang ditunjukkan Gambar 4.10. Berdasarkan Tabel 4.6 dan Gambar 4.10, grafik hasil uji analisis korelasi menunjukkan bahwa terdapat hubungan korelasi negatif yang signifikan antara parameter kekeruhan dengan Mn.

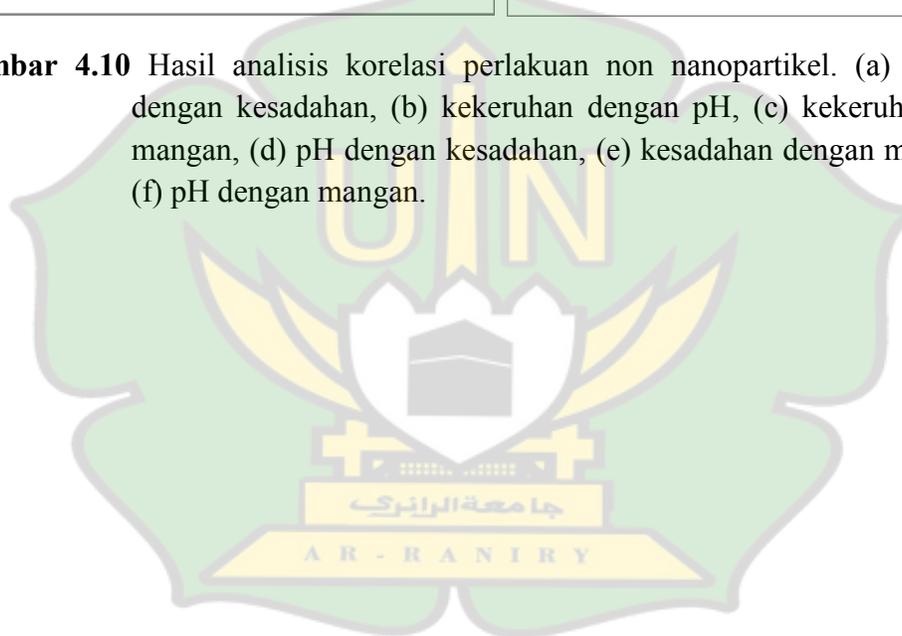
Tabel 4.6 Hasil uji korelasi antar parameter perlakuan non nanopartikel antara parameter kekeruhan, kesadahan, pH dan Mn. Nilai R untuk korelasi kuat (0,990) ditandai arsir kuning

	Kekeruhan	Kesadahan	pH	Mn
Kekeruhan	1	0,037	-,0719	-0,991**
Kesadahan		1	-0,711	0,085
pH			1	-0,932
Mn				1





Gambar 4.10 Hasil analisis korelasi perlakuan non nanopartikel. (a) kekeruhan dengan kesadahan, (b) kekeruhan dengan pH, (c) kekeruhan dengan mangan, (d) pH dengan kesadahan, (e) kesadahan dengan mangan dan (f) pH dengan mangan.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah:

1. Efektivitas paling tinggi dalam penurunan konsentrasi Mn dengan menggunakan nanopartikel karbon aktif kulit pisang kepok dalam pengolahan air bersih adalah 99,87% pada waktu 5 menit dengan massa 5 gr untuk 500 ml air.
2. Efektivitas paling tinggi dalam penurunan kekeruhan dengan menggunakan nanopartikel karbon aktif kulit pisang kepok dalam pengolahan air bersih adalah 100% pada waktu kontak 5 menit dengan massa arang aktif 5 gr untuk 500 ml air.
3. Efektivitas paling tinggi dalam penurunan kesadahan dengan menggunakan nanopartikel karbon aktif kulit pisang kepok dalam pengolahan air bersih adalah 99,60% pada waktu 25 menit dengan massa 1 gr untuk 500 ml air.
4. Pengolahan air bersih dengan nanopartikel karbon aktif kulit pisang kepok mernormalisasikan nilai pH sesuai dengan baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 dengan massa 5 gr untuk 500 ml air.

5.2 Saran

Adapun saran dan masukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Adanya produksi nanopartikel karbon aktif dari kulit pisang kepok sebagai bahan alternatif pengolahan air terutama pada kondisi air sumur yang tercemar dengan kandungan logam berat.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk parameter logam lain seperti Pb, Fe dan Cu untuk mengetahui perbedaan daya serap adsorben karbon aktif dari kulit pisang kepok.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, C., Khair, R.M., dan Saputra, M.W. (2015). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata L.*) Sebagai Karbon Aktif Untuk Pengolahan Air Sumur Kota Banjarbaru: Fe dan Mn. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 1(1), 8-15.
- Adinata, M.R. (2013). *Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Sebagai Karbon Aktif*. Skripsi. Jawa Timur. Universitas Pembangunan Nasional “VETERAN” Jawa Timur.
- Aribiyanto, M.A.A. (2016). *Pemetaan Tingkat Kesadahan Air Sumur di Wilayah Surabaya Barat Berbasis Aplikasi Sistem Geografis (SIG)*. Skripsi. Surabaya. Universitas Airlangga.
- Arung, S., Yudi, M., Chadijah, St. (2014). Pengaruh Konsentrasi Aktivator Asam Klorida (HCl) terhadap Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao. L.*) pada Zat Warna *Methanil Yellow*. 52-63.
- Asip, F., Mardhiah, R., dan Husna. (2008). Uji Efektivitas Cangkang Telur dalam Mengadsorpsi Ion Fe dengan Proses *Batch*. *Jurnal Teknik Kimia*. 2(15), 22-26.
- Bana, V.S.S., Yulianti, L.I.M., dan Pranata, F.S. (2015). Potensi Pektin Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca forma typica*) untuk Menyerap Logam Berat Kadmium (Cd). 1-7.
- Bujawati, E., Rusmin, M dan Basri, S. (2014). Pengaruh Ketebalan Arang Tempurung Kelapa Terhadap Tingkat Kesadahan Air Di Wilayah Kerja Puskesmas Sudu Kabupaten Enrekang Tahun 2013. *Kesehatan*. 7(1), 332-345.
- Busyairi, M., Firlina., Sarwono, E., Saryadi. (2019). Pemanfaatan Serbuk Kayu Meranti Menjadi Karbon Aktif untuk Penurunan Kadar Besi (Fe), Mangan (Mn) dan Kondisi pH pada Air Asam Tambang. *Sains dan Teknologi Lingkungan*. 11(2), 87-101.
- Dewi, M.S. (2015). *Pemanfaatan Arang Kulit Pisang Raja Teraktivasi H_2SO_4 untuk Menurunkan Kadar Ion Pb^{2+} dalam Larutan*. Skripsi. Semarang. Universitas Negeri Semarang.
- Erawati, E. dan Fernando, A. (2018). Pengaruh Jenis Aktivator dan Ukuran Karbon Aktif terhadap Pembuatan Adsorben dari Serbuk Gergaji Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*). *Integrasi Proses*, 7(2), 58–66.
- Fadhillah, M dan Wahyuni, D. (2016). Efektivitas Penambahan Karbon Aktif Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis*) dalam Proses Filtrasi Air Sumur.

- Faisal, M., Abubakar., Kelana, S.P., Nanda, D.E. (2018). Adsorpsi Ion Logam Cu (II) Menggunakan Karbon Aktif Nanopartikel Dari Cangkang Sawit Hasil Pirolisis. *Inovasi Ramah Lingkungan*. 1(1), 23-27.
- Febrina, L dan Ayuna A. (2015). Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dan Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik. *Teknologi*. 7(1), 35-44.
- Hevira, Linda., Zein, R., dan Munaf, E. (2019). Efisiensi Penyerapan Ion Logam terhadap pH dan Waktu Kontak Menggunakan Cangkang Ketapang. *Katalisator*, 4(1), 42-52.
- Ismiyati, M. (2020). *Pemanfaatan Sabut Kelapa dan Tempurung Kelapa sebagai Bioadsorben untuk Penurunan Kadar Besi (Fe) dengan Sistem Batch*. Skripsi. Surabaya. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel.
- Jatmiko, W.A. (2019). *Pengaruh Rasio Jumlah dan Diameter Bola Baja dalam Proses Sintesis Material dengan Shaker Milling terhadap Ukuran Partikel Kaolin*. Skripsi. Semarang. Universitas Negeri Semarang.
- Jubilate, F., Zaharah, T. A., dan Syahbanu, I. (2016). Pengaruh Aktivasi Arang dari Limbah Kulit Pisang Kepok sebagai Adsorben Besi (II) pada Air Tanah, 5(4), 14–21.
- Kurniawan, F. (2018). *Kajian Produksi Nanopartikel dari Arang Bambu dengan Tumbukan Bola Baja Diameter 1/4 Inchi*. Skripsi. Surakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Laos, L.E. dan Selan, A. (2016). Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Ilmu Pendidikan Fisika*, 1(1), 32–36.
- Leimkuehler, E.P. (2010). Production, Characterization, and Applications of Activated Carbon.
- Lestari, K.D., Ratnani, R.D., Suwardiyo., Khilis,N. (2017). Pengaruh Waktu Kontak dan Suhu Pembuatan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa sebagai Upaya Pemanfaatan Limbah dengan Suhu Tinggi secara Pirolisis. *Teknik Kimia*. 2(1), 32-38.
- Lustiningrum, I.A. (2013). *Pengaruh Lama Kontak Karbon Aktif terhadap Penurunan Kadar Kesadahan Air Sumur di Desa Kismoyoso Kecamatan Ngemplak Kabupaten Boyolali*. Skripsi. Surakarta. Universitas Muhammadiyah.
- Maiza, R.K., Hasan, M., Fadly, M., dan Astuti. (2019). Sintesis Karbon Aktif dari Kulit Pisang untuk Pemurnian Air Tambang Emas dari Logam Berat di Sungai

- Batang Pelangki Kabupaten Sijunjung. *Fisika dan Aplikasinya*, 5(1), 7-11.
- Mandasari, I dan Purnomo, A. (2016). Penurunan Ion Besi (Fe) dan Mangan (Mn) Dalam Air Dengan Serbuk Gergaji Kayu Kamper. *Jurnal Teknik ITS*. 5(1), 11-16.
- Mardani, Y. (2019). *Kajian Produksi Nanopartikel dari Arang Akasia dengan Tumbukan Bola Baja Diameter 3/16 Inchi dengan Perlakuan NaOH*. Skripsi. Surakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Mashabi, A.H. (2017). *Pengaruh Waktu dan Kecepatan Milling terhadap Ukuran Partikel Karbon Berbahan Tempurung Kelapa dengan Metode Mechanical Milling*. Skripsi. Malang. Universitas Brawijaya.
- Mashadi, A., Surendro, B., Rakhmawati, A dan Amin, M. (2018). Peningkatan Kualitas pH, Fe dan Kekeruhan dari Air Sumur Gali dengan Metode Filtrasi. *Riset Rekayasa Sipil*, 1(2). 105-113.
- Masriatini, R. (2017). Pembuatan Karbon Aktif Kulit Pisang. 2(1), 53-57.
- Maulinda, L., ZA, N., dan Sari, D.N. (2015). Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 11–19.
- Mona, M.G., Kekenusa, J.S., dan Prang, J.D. (2015). Penggunaan Regresi Linear Berganda untuk Menganalisis Pendapatan Petani Kelapa Studi Kasus: Petani Kelapa Di Desa Beo, Kecamatan Beo Kabupaten Talaud. 4(2), 176-203.
- Muhriz, M., Subagio, A., dan Pardoyo. (2011). Pembuatan Zeolit Nanopartikel dengan Metode *High Energy Milling (Zeolite Nanoparticle Fabrication Using High Energy Milling Method)*. *Sains Dan Matematika*, 19(1), 11–17.
- Muliyana, R. (2019). *Upaya Penurunan Kadar Logam Berat Air Menggunakan Metode Elektrokoagulasi untuk Menghasilkan Air Bersih*. Skripsi. Medan. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.
- Muna, A.N. (2011). Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif dari Batang Pisang sebagai Adsorben untuk Penyerapan Ion Logam Cr (VI) pada Air Limbah Industri.
- Munfiah, S., Nurjazuli dan Setiani, O. (2013). Kualitas Fisik dan Kimia Air Sumur Gali Bor di Wilayah Kerja Puskesmas Guntur II Kabupaten Demak. *Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 12(2), 154-159.
- Nyoman, R.N., Amri, I dan Harun, H. (2018). Perbandingan Kadar Kesadahan Air PDAM dan Air Sumur Suntik Kelurahan Tondo Kota Palu Tahun 2017. *Ilmiah*

Kedokteran. 5(3). 12-21.

- Oktaviani, A.B.D. (2017). *Adsorpsi Ion Kalsium Menggunakan Adsorben Karbon Aktif dari Kulit Pisang Ambon Teraktivasi H₂SO₄*. Skripsi. Malang. Universitas Brawijaya.
- Patracia, D. (2018). *Penggunaan Kulit Pisang Kepok (Musa paradise Linn) dalam Penurunan Kadar Pb Di Sumur Monitoring TPA Pakusari Jember*. Skripsi. Jember, Universitas Jember.
- Putra, I.P.K.A., Narwati., Hermiyanti, P., dan Trisyanti, H. (2019). Bioadsorben Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminata L.*) dalam Menurunkan Kadar Timbal (Pb) pada Larutan Pb. *Penelitian Kesehatan Suara Forikes*, 10(4), 1–7.
- Qonita, H.N., Izah, M., Harahap, N.A.H., Sumantri, I. (2019). Pengurangan Kesadahan Ca dan Mg dengan Karbon Aktif dan Pengaruhnya terhadap Kelayakan Konsumsi pada Air Tanah di Dusun Samirejo, Kelurahan Talakboto, Kecamatan Simo, Kabupaten Boyolali. 88-814.
- Rachmansyah, F., Utomo, S.B dan Sumardi. (2014). Perancangan dan Penerapan Alat Ukur Kekeruhan Air Menggunakan Metode Nefelometrik pada Instalasi Pengolahan Air dengan Multi Media Card (MMC) sebagai Media Penyimpanan (Studi Kasus di PDAM Jember). 2(1). 17-21.
- Rahayu, A., Masturi., dan Yulianti, I. (2015). Pengaruh Perubahan Massa Zeolit terhadap Kadar pH Limbah Pabrik Gula Melalui Media Filtrasi. 5(2).
- Rahma, B. (2013). *Pengaruh Ketebalan Arang tempurung Kelapa terhadap Tingkat Kesadahan Air di Wilayah Kerja Puskesmas Sudu Kabupaten Enrekang Tahun 2013*. Skripsi. Makassar. Universitas Islam Negeri Alauddin.
- Ristiana, N., Astuti, D., dan Kurniawan, T.P. (2009). Keefektifan Ketebalan Kombinasi Zeolit dengan Arang Aktif dalam Menurunkan Kadar Kesadahan Air Sumur di Karangtengah Weru Kabupaten Sukoharjo. *Kesehatan*. 2(1), (91-102)
- Rohman, T. (2018). *Pengaruh Kepemimpinan dan Motivasi Kerja terhadap Karyawan di BPR Artahuda Mandiri Margoyoso Pati*. Skripsi. Semarang. Universitas Islam Negeri Walisongo.
- Sahabuddin, H., Harisuseno, D., dan Yuliani, E. (2014). Analisa Status Mutu Air dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Wanggu Kota Kendari. *Jurnal Teknik Pengairan*. 5(1), 19-28.
- Saputri, C.A. (2020). Kapasitas Adsorpsi Nata De Coco acterial selulose Terhadap

- Ion Pb^{2+} Menggunakan Metode Batch. *Kimia*. 14(1), 71-76.
- Situmorang, M.A., Atmono, dan Nasoetion, P. (2018). Penurunan Kadar Besi (Fe) dengan Menggunakan Metode *Aerator Pneumatic System* pada Air Sumur Gali (Studi Kasus: di Desa Sukarame Bandar Lampung). *Mahasiswa Teknik*, 1(1), 45–48.
- Suganda, L. (2018). *Efektivitas Kulit Pisang Nangka untuk Menurunkan Kekeruhan pada Air Sumur Gali "X" di Desa Bubakan Kecamatan Tulakan Kabupaten Pacitan*. Skripsi. Jawa Timur. STIKES Bhakti Husada Mulia Madiun.
- Sugesti, U. (2018). *Pembuatan dan Karakteristik ZnO/Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Teraktivasi $ZnCl_2$ Menggunakan Metode Hidrotermal untuk Penjerapan Fenol*. Skripsi. Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Sulistiyorini, I.S., Edwin, M., dan Arung, A.S. (2016). Analisis Kualitas Air pada Sumber Mata Air di Kecamatan Karang dan Kaliorang Kabupaten Kutai Timur. *Hutan Tropis*, 4(1), 64-76.
- Susana, T. (2003). Air sebagai Sumber Kehidupan. 3, 17-25.
- Susilawaty, A., Amansyah, M., dan Jumiaty. (2015). Peningkatan Kualitas Air Sumur Gali Berdasarkan Parameter Besi (Fe) dengan Pemanfaatan Kulit Pisang Kepok di Dusun Alekanrung Desa Kanrung Kabupaten Sinjai, 7(2), 166–174.
- Suyitno, P.P.W. dan Heriawati. (2015). Metode Regresi Linier Berganda Kualitas Super Member Supermall terhadap Peningkatan Jumlah Pengunjung pada Supermall Kerawang. 2(2). 101-116.
- Thuraidah, A., Kartiko, J.J., dan Ariani, L.F. (2015). Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) untuk Menurunkan Kadar Mangan Air Sumur. *Medical Laboratory Technology*. 1(1), 19-25.
- Verayana., Papatungan, M., dan Iyabu, H. (2018). Pengaruh Aktivator HCl dan H_3PO_4 terhadap Karakteristik (Morfologi Pori) Arang Aktif Tempurung Kelapa serta Uji Adsorpsi pada Logam Timbal (Pb). *Entropi*. 13(1), 67-75.
- Wardani, G.A. dan Wulandari, W.T. (2018). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata*) sebagai Biosorben Ion Timbal (II). *Kimia*, 4(2), 143–148.
- Widayatno, T., Yuliawati, T., Susilo, A.A. (2017). Adsorpsi Logam Berat (Pb) dari Limbah Cair dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Jurnal Teknologi Bahan*

Alami. 1(1), 17-23.

Yuniarti, B. (2007). *Pengukuran Tingkat Kekeruhan Air Menggunakan Turbidimeter Berdasarkan Prinsip Hamburan Cahaya*. Skripsi. Yogyakarta. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi.

No.	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan
A.	<u>Fisika</u>		
1.	Kekeruhan	NTU	25
2.	Warna	TCU	50
3.	Zat padat terlarut (<i>Total Dissolved Solid</i>)	mg/l	1000
4.	Suhu	°C	Suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$
5.	Rasa	-	Tidak berasa
6.	Bau	-	Tidak berbau
B.	<u>Kimia (wajib)</u>		
1.	pH	mg/l	6,5-8,5
2.	Besi	mg/L	1
3.	Fluorida	mg/L	1,5
4.	Kesadahan (CaCO_3)	mg/L	500
5.	Mangan	mg/L	0,5
6.	Nitrat, sebagai N	mg/L	10
7.	Nitrit sebagai N	mg/L	1
8.	Sianida	mg/L	0,1
9.	Deterjen	mg/L	0,05
10.	Pestisida total	mg/L	0,1
	<u>Kimia (Tambahan)</u>		
1	Air raksa	mg/L	0,001
2	Arsen	mg/L	0,05
3	Kadmium	mg/L	0,005
4	Kromium (valensi 6)	mg/L	0,05
5	Selenium	mg/L	0,01
6	Seng	mg/L	15
7	Sulfat	mg/L	400
8	Timbal	mg/L	0,05
9	Benzena	mg/L	0,01
10	Zat organik (KMNO_4)	mg/L	10

C	Biologi		
1.	Total coliform	CFU/100ml	50
2.	E. coli	CFU/100ml	0



Lampiran 2. Air sumur dari salah seorang warga di Desa Gajah Aye Kecamatan Pidie Kabupaten Pidie. Dokumentasi diambil pada Tanggal 23 Desember 2020.



Lampiran 3. Dokumentasi uji pendahuluan pembuatan dan karakterisasi karbon aktif dari kulit pisang kepok dan eksperimen

Keterangan	Gambar
Kulit pisang kepok	
Pengeringan kulit pisang kepok di bawah sinar matahari	
Kulit pisang kepok dipotong dengan ukuran 3 cm	
Pengeringan kulit pisang didalam oven	

		 A digital scale with a blue LCD display showing "5P-105". The scale is black and has several buttons below the display.	
Kulit pisang dengan berat konstan		 A piece of banana skin is placed on a white digital scale. The scale's green LCD display shows "74.365". The scale is on a light-colored surface.	
Pendinginan kulit pisang didalam desikator		 A glass desiccator with a lid is shown. Inside, a piece of banana skin is placed on a white surface. The desiccator is on a light-colored surface.	
Penghalusan kulit pisang dengan menggunakan mortar		 A person wearing a white lab coat, a black hijab, and a face mask is sitting at a table. They are using a white mortar and pestle to grind a piece of banana skin. A bowl of banana skin is visible on the table.	

<p>Kulit pisang di <i>furnace</i> dengan suhu 400 °C</p>	
<p>Pengayakan dengan ayak 100 <i>mesh</i></p>	
<p>Perendaman dengan HCl</p>	

<p>Penyaringan karbon yang sudah diaktivasi dengan kertas saring Whatman nomor 1</p>	
<p>Pengujian pH</p>	
<p>Pengeringan kulit pisang yang sudah diaktivasi di dalam oven</p>	

Pengujian Kadar Air	
Pengujian kadar abu	
Hasil nanopartikel karbon aktif kulit pisang kepok	

<p>Persiapan sampel air sumur untuk eksperimen.</p>	 A photograph showing five glass beakers arranged in a row on a laboratory bench. Each beaker contains a yellowish, turbid liquid, likely water samples. The beakers are placed on a light-colored surface. In the background, there is a green laboratory cabinet with the brand name 'Messgeräte' visible.
<p>Penimbangan adsorben untuk eksperimen.</p>	 A photograph of a digital analytical scale. The scale is white and blue, with a digital display showing the number '495047'. The scale is placed on a laboratory bench. A small amount of dark, granular material is visible on the weighing pan.
<p>Penambahan karbon aktif ke erlenmeyer.</p>	 A photograph showing a person wearing a white lab coat and a black hijab. The person is standing at a laboratory bench, adding a dark, granular substance (activated carbon) into an Erlenmeyer flask. The flask is placed on a green laboratory cabinet. Other glassware and equipment are visible on the bench.

<p>Proses <i>flocculator</i> sampel dengan kecepatan 200 Rpm</p>	
<p>Proses pengendapan sampel perlakuan</p>	
<p>Hasil perlakuan nanopartikel karbon aktif 1 gram waktu kontak 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 25 menit.</p>	

<p>Hasil perlakuan nanopartikel karbon aktif 2 gram waktu kontak 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 25 menit.</p>	
<p>Hasil perlakuan nanopartikel karbon aktif 3 gram waktu kontak 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 25 menit.</p>	
<p>Hasil perlakuan nanopartikel karbon aktif 4 gram waktu kontak 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 25 menit.</p>	
<p>Hasil perlakuan nanopartikel karbon aktif 5 gram waktu kontak 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 25 menit.</p>	

<p>Hasil perlakuan non nanopartikel karbon aktif 4 gram waktu kontak 20 menit dan 25 menit, dan 5 gram waktu kontak 20 menit dan 25 menit.</p>	
<p>Pengujian parameter pH.</p>	
<p>Pengujian parameter kekeruhan</p>	



Lampiran 4. Perhitungan konsentrasi HC dan hasil uji karakteristik karbon aktif.

A. Perhitungan Konsentrasi HCl 1 M

Diketahui : Densitas HCl (ρ) = 1,18 gr/mL
 % HCl = 37%
 Mr HCl = 36,5gr/mol

Ditanya : V HCl?

Penyelesaian $M_1 = \frac{\rho \times \% \times 10}{Mr}$

$$= \frac{1,18 \text{ gr/mL} \times 37 \times 10}{36,5 \text{ gr/mol}}$$

$$= 11,96 \text{ mol/ml}$$

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$V_1 = \frac{1000 \text{ ml} \times 1 \text{ M}}{11,96 \text{ M}}$$

$$= 83,61 \text{ ml}$$

B. Perhitungan Uji Karakteristik

1) Rendemen

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{W_2}{W_1} \times 100\%$$

$$= \frac{281,02 \text{ g}}{1000 \text{ g}} \times 100\%$$

$$= 28,102\%$$

2) Kadar Air

$$\text{Kadar Air} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

$$= \frac{1 \text{ g} - 0,89 \text{ g}}{1 \text{ g}} \times 100\%$$

$$= 11\%$$

3) Kadar Abu

$$\begin{aligned}\text{Kadar Abu} &= \frac{W_2}{W_1} \times 100\% \\ &= \frac{0,05 \text{ g}}{1 \text{ g}} \times 100\% \\ &= 5\%.\end{aligned}$$



Lampiran 5. Pengukuran Parameter Air Bersih

1. Pengukuran pH

pH dari sampel air sumur akan diukur menggunakan pH meter sesuai dengan SNI 06-6898.11-2004 sebagai berikut:

- a. Elektroda dikeringkan dengan kertas tisu, selanjutnya dibilas dengan air suling.
- b. Elektroda dibilas dengan contoh uji.
- c. Elektroda dicelupkan ke dalam sampel sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
- d. Hasil pembacaan skala atau angka dicatat pada tampilan pH meter.

2. Pengukuran Mangan (Mn) (SNI 6989.5:2009).

Mangan (Mn) dari sampel air sumur akan diukur menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala sesuai dengan SNI 6989.5:2009. Pengujiannya sebagai berikut:

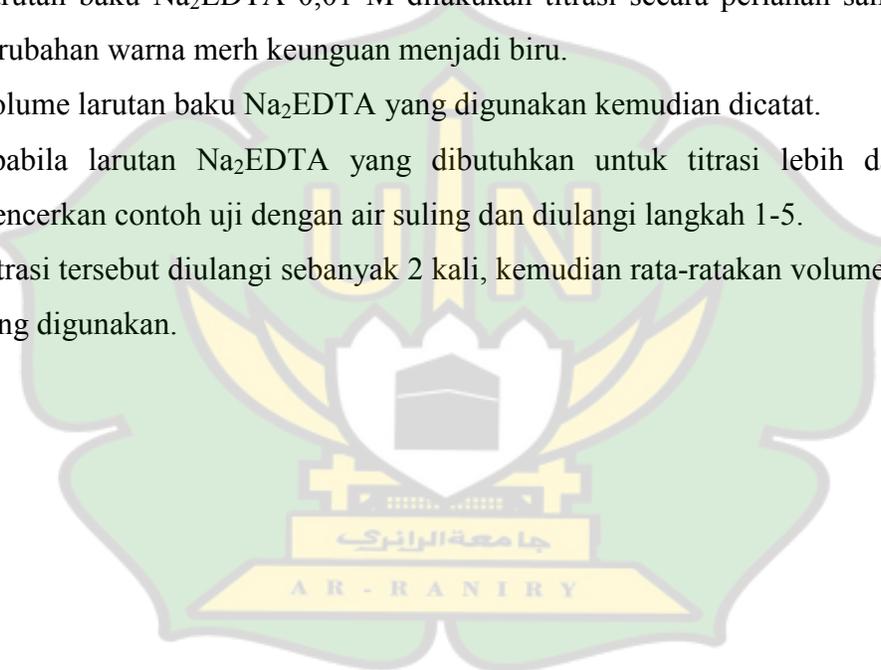
1. Persiapan contoh uji mangan terlarut
Disiapkan contoh uji yang telah disaring dengan saringan membrane berpori 0,45 μ m dan diawetkan. Contoh uji siap diukur
2. Persiapan contoh uji mangan total
 - a. Contoh uji dihomogenkan, contoh uji di pipet 50,0 mL dan di masukkan ke dalam gelas piala 100 mL atau *erlenmeyer* 100 mL.
 - b. HNO₃ pekat ditambahkan 5 mL, bila menggunakan gelas piala, ditutup dengan kaca arloji dan bila menggunakan *erlenmeyer* gunakan corong sebagai penutup.
 - c. Perlahan-lahan dipanaskan sampai sisa volumenya 15-20 mL.
 - d. Jika destruksi belum sempurna (tidak jernih), maka ditambahkan 5 mL HNO₃ pekat, kemudian ditutup gelas piala dengan kaca arloji atau ditutup *erlenmeyer* dengan corong dan dipanaskan lagi (tidak mendidih). Dilakukan proses ini secara berulang sampai semua logam larut, yang terlihat dari warna endapan dalam contoh uji menjadi agak putih atau contoh uji menjadi jernih.

- e. Kaca arloji dibilas dan di masukkan air bilasannya ke dalam gelas piala.
 - f. Contoh uji dipindahkan ke dalam labu ukur 50,0 mL (disaring jika perlu) dan ditambahkan air bebas mineral sampai tepat tanda tera dan dihomogenkan.
 - g. Contoh uji siap diukur serapannya.
3. Pengukuran contoh uji
- a. Contoh uji diaspirasikan ke dalam SSA-nyala lalu diukur serapannya pada panjang gelombang 279,5 nm. Bila diperlukan, lakukan pengenceran;
Catatan 1: Bila hasil pengukuran untuk mangan terlarut diluar kisaran pengukuran, maka dilakukan pengenceran dan diulangi langkah 1.
Catatan 2: Bila hasil pengukuran untuk mangan terlarut diluar kisaran pengukuran, maka dilakukan pengenceran dan diulangi langkah 2.
 - b. Hasil pengukuran dicatan.
- 3. Pengukuran Kekeruhan (SNI 06-6989.25-2005).**
- Cara pengujian kekeruhan ditunjukkan sesuai SNI 06-6989.25-2005, sebagai berikut:
1. Kalibrasi nefelometer
 - a. Nefelometer dioptimalkan untuk pengujian kekeruhan sesuai dengan petunjuk penggunaan alat.
 - b. Suspensi baku kekeruhan (misalnya 40 NTU) di masukkan ke dalam tabung pada nefelometer dan dipasang tutupnya.
 - c. Alat dibiarkan hingga menunjukkan nilai pembacaan yang stabil.
 - d. Alat diatur sehingga menunjukkan angka kekeruhan larutan baku (misalnya 40 NTU).
 2. Penentuan contoh uji
 - a. Tabung nefelometer dicuci dengan air suling.
 - b. Contoh uji dikocok dan di masukkan ke dalam tabung pada nefelometer dan pasang tutupnya.
 - c. Alat dibiarkan hingga menunjukkan nilai baca yang stabil.
 - d. Nilai kekeruhan contoh yang diamati kemudian dicatat.

4. Pengukuran Kesadahan

Kesadahan total dari sampel air sumur akan diukur sesuai SNI 06-6898.12-2004. Pengujiannya sebagai berikut:

1. Contoh uji diambil sebanyak 25 mL secara duplo dan di masukkan ke dalam labu *erlenmeyer* 250 mL, diencerkan dengan air suling sampai volume 50 mL.
2. Ditambah larutan penyangga pH $10 \pm 0,1$ sebanyak 1 – 2 mL.
3. Ditambahkan indikator EBT sejung spatula 30 mg sampai dengan 50 mg.
4. Larutan baku Na_2EDTA 0,01 M dilakukan titrasi secara perlahan sampai terjadi perubahan warna merah keunguan menjadi biru.
5. Volume larutan baku Na_2EDTA yang digunakan kemudian dicatat.
6. Apabila larutan Na_2EDTA yang dibutuhkan untuk titrasi lebih dari 15 ml, diencerkan contoh uji dengan air suling dan diulangi langkah 1-5.
7. Titrasi tersebut diulangi sebanyak 2 kali, kemudian rata-ratakan volume Na_2EDTA yang digunakan.



Lampiran 6. Hasil Data Penelitian.

PEMERINTAH ACEH
DINAS KESEHATAN
UPTD BALAI LABORATORIUM KESEHATAN 

Jl. Tgk. H. Mohd. Daud Beureueh No. 168 Telp. (0651) 23834 Fax. (0651) 23834 Banda Aceh Kontribusi Nasional
E-mail: labkes_aceh@yahoo.com Website: http://labkes-aceh.blogspot.com LP-1132-IDN

HASIL UJI ANALISA AIR

No Order : 022 - 051
No. Sampel : 20 - 49 / 1- 30 / 1 / 2021
Nama Pengirim : Desi Elvida
Alamat : -
Petugas Pengambil : Desi Elvida
Tanggal Ambil : 31 Desember 2020 Jam : -
Tanggal Terima : 06 Januari 2021 Jam : 11.15 Wib
Tanggal Analisa : 07 Januari 2021
Jenis sampel : Air Bersih
Lokasi : Sigli
Pengawet : -
Baku Mutu : Per.Men.Kes.RI.No.32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi

No	Kode Sampel	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	MDL	Acuan Metode
1	Uji Kontrol				2,304		
2	Nano 1gr 5 menit				1,415		
3	1gr 10 menit				1,406		
4	1gr 15 menit				1,346		
5	1gr 20 menit				1,320		
6	1gr 25 menit				1,297		
7	2gr 5 menit				1,269		
8	2gr 10 menit				1,047		
9	2gr 15 menit				0,970		
10	2gr 20 menit				0,858		
11	2gr 25 menit				0,850		
12	3gr 5 menit				0,841		
13	3gr 10 menit				0,764		
14	3gr 15 menit				0,756		
15	3gr 20 menit	Mangan (Mn) *	mg/l	0,5	0,715	0,020	SNI 6989.5-2009
16	3gr 25 menit				0,713		
17	4gr 5 menit				0,696		
18	4gr 10 menit				0,576		
19	4gr 15 menit				0,559		
20	4gr 20 menit				0,476		
21	4gr 25 menit				0,397		
22	5gr 5 menit				0,003		
23	5gr 10 menit				0,140		
24	5gr 15 menit				0,337		
25	5gr 20 menit				0,345		
26	5gr 25 menit				0,474		
27	Non Nano 4gr 20 menit				2,236		
28	4gr 25 menit				2,150		
29	5gr 20 menit				1,654		
30	5gr 25 menit				1,637		

FRL/XXI.02/Rev.1
Ket : * Parameter yang terakreditasi
Catatan :
- Lembar hasil pemeriksaan tidak diumumkan & hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Lembar hasil pemeriksaan tidak boleh digandakan & disebarluaskan tanpa persetujuan dari Kepala UPTD Balai Laboratorium Kesehatan Aceh
- Parameter pemeriksaan ini sesuai dengan Per. Men.Kes RI.No.32 Tahun 2017
- Pengambilan sampel tidak dilakukan oleh petugas LabKes, Laboratorium hanya bertanggung jawab terhadap sampel yang diterima oleh LabKes

Banda Aceh, 12 Januari 2021
Penanggung Jawab Teknis

Rekha Melati, SKM
Nip. 19720602 199403 2 003

Dipindai dengan CamScanner