

**SINTESIS DAN PEMANFAATAN NANOPARTIKEL ARANG
AKTIF DARI TEMPURUNG KELAPA UNTUK
PENGOLAHAN LIMBAH RUMAH MAKAN**

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
KAISAR HIDAYAT
NIM. 160702107
Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2021 M/1441 H**

LEMBAR PERSETUJUAN
SINTESIS DAN PEMANFAATAN NANOPARTIKEL ARANG AKTIF
DARI TEMPURUNG KELAPA UNTUK PENGOLAHAN LIMBAH
RUMAH MAKAN

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
KAISAR HIDAYAT
NIM. 160702107
Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh

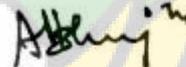
Banda Aceh, 26 Januari 2021
Telah Diperiksa dan Disetujui oleh:

Pembimbing I



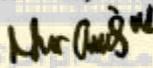
(Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc)
NIDN: 2013128901

Pembimbing II



(T. 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

A R - R A N I R Y

**Sintesis dan Pemanfaatan Nanopartikel Arang Aktif dari
Tempurung Kelapa untuk Pengolahan Limbah Rumah
Makan**

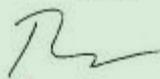
TUGAS AKHIR

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

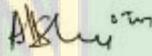
Pada Hari/Tanggal: Selasa, 26 Januari 2021
16 Jumadil Akhir 1442

Panitia Ujian Munqasyah Skripsi

Ketua,


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

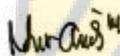
Sekretaris,


T. Muhammad Ashari, M.Sc.
NIDN. 2002028301

Penguji I,


Sri Nengsih, S.Si, M.Sc.
NIDN. 2010088501

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 : Kaisar Hidayat
NIM : 160702107
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Sintesis dan Pemanfaatan Nanopartikel Arang Aktif Dari Tempurung Kelapa Untuk Pengolahan Limbah Rumah Makan

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

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. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 26 januari 2021
Yang Menyatakan,



Kaisar Hidayat

ABSTRAK

Nama : Kaisar Hidayat
NIM : 160702107
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Sintesis Dan Pemanfaatan Nanopartikel Arang Aktif Dari Tempurung Kelapa Untuk Pengolahan Limbah Rumah Makan
Tanggal Sidang : 26 Januari 2021
Tebal Skripsi : 59 halaman
Pembimbing I : Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.
Pembimbing II : Teuku Muhammad Ashari, M.Sc.
Kata Kunci : Nanopartikel, arang aktif, sintesis, pemanfaatan, limbah rumah makan.

Sumber limbah domestik berasal dari kegiatan sehari-hari yang menghasilkan limbah memasak, mencuci, mandi serta kegiatan peternakan dan pertanian. Limbah limbah mengandung bahan-bahan yang dapat merusak lingkungan serta membahayakan kehidupan manusia. Salah satunya adalah *grey water*. *Grey water* adalah air limbah yang berasal dari kegiatan rumah tangga tapi tidak termasuk toilet. Limbah domestik dapat menyebabkan timbulnya berbagai penyakit karena terkandung bahan organik, anorganik dan gas di dalamnya. Limbah domestik diolah dengan memanfaatkan nanopartikel arang aktif tempurung kelapa. Penelitian ini bertujuan untuk melihat efektivitas dan efisiensi pengolahan limbah domestik dengan nanopartikel arang aktif tempurung kelapa. Hasil analisa berdasarkan variasi waktu dan massa arang aktif, pengujian pH diukur dengan pH meter sesuai baku mutu 6-7, Sedangkan untuk COD dengan *spektrofotometri* berturut-turut sebesar 96,62 %, TSS dengan metode gravimetri berturut-turut sebesar 88,59%,. Hasil analisa SPSS menggunakan regresi linier sederhana untuk variasi massa (gram) dan waktu kontak menunjukkan nilai signifikansi berturut-turut sebesar 0.000 lebih kecil < dari pada probabilitas 0,005 sehingga ada pengaruh waktu terhadap pH. Kemudian analisa hasil korelasi antar parameter COD, TSS dan pH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter COD dan pH berkorelasi, yang berarti

terdapat korelasi antara variabel yang dihubungkan dengan taraf signifikansi 1% berdasarkan nilai R untuk korelasi kuat (-0,727).



KATA PENGANTAR

Bismillah dengan memanjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT, tuhan yang Maha Esa, Pencipta alam semesta beserta isinya dan tempat berlindung bagi Umat-Nya, tidak lupa juga shalawat dan salam kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW, rasul seluruh umat manusia.

Dengan pertolongan dan hidayah-Nya penulis dapat menyusun tugas akhir **“Sintesis dan Pemanfaatan Nanopartikel Arang Aktif dari Tempurung Kelapa untuk Pengolahan Limbah Rumah Makan”** Proposal ini telah penulis susun dengan maksimal dan dengan bantuan dari berbagai pihak sehingga dapat memperlancar pembuatan proposal tugas akhir ini, untuk itu penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Dr. Azhar Amsal, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
2. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si, selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan.
3. Ibu Yeggi Darnas M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan.
4. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc, selaku Pembimbing Akademik yang telah berkenan mengarahkan dan membimbing saya.
5. Dr. Abdullah Mujahid Hamdan M.Sc, selaku Dosen Pembimbing yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu serta solusi pada setiap permasalahan dan kesulitan dalam penulisan Tugas Akhir.
6. Bapak Teuku Muhammad Ashari S.T., M.Sc, selaku Dosen Pembimbing II yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu serta solusi pada setiap masalah dan kesulitan dalam penulisan Tugas Akhir.
7. Ibu Sri Nengsih, S.Si, M.Sc, selaku Dosen Penguji I yang telah berkenan memberikan saran, tambahan ilmu dan solusi dalam penulisan Tugas Akhir.
8. Dr. Eng Nur Aida, M.Si, selaku Dosen Penguji II yang telah berkenan memberikan saran, tambahan ilmu dan solusi dalam penulisan Tugas Akhir.
9. Bapak-bapak dan ibu- ibu dosen di Program Studi Teknik Lingkungan Uin Ar-Raniry yang telah memberikan pengetahuan yang sangat bermanfaat selama masa perkuliahan.
10. Ibu Idariani yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.

11. Ibu Nurul Huda S.Pd yang sudah banyak membantu dalam proses penelitian dan administrasi.
12. Seluruh staf/karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Uin Ar-Raniry yang telah memberikan banyak bantuan.

Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi orang banyak. Penulis sadar bahwa tugas akhir ini tidak luput dari kesalahan. Oleh sebab itu penulis menerima saran dan kritikan yang membangun untuk penyempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata saya sebagai penulis sampaikan terimakasih.

Banda Aceh, 18 Desember 2021
Penulis,

Kaisar Hidayat



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRAC	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian	5
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	6
3.1 Limbah Cair Domestik	6
3.1.1 Standar Baku Mutu Limbah Cair Domestik.....	7
3.1.2 Sumber Limbah Domestik.....	7
3.1.3 Karakteristik Limbah Cair Domestik	7
3.2 Karbon Aktif.....	10
3.3 Nanopartikel	12
3.4 Tempurung Kelapa	13
3.5 Adsorpsi.....	14
BAB III : METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Metode Penelitian	16
3.2 Lokasi Penelitian Sampel	17
3.2.1 Lokasi Penelitian dan Pengambilan Sampel.....	17
3.2.2 Teknik Pengambilan Sampel.....	17

3.3 Tahap Pembuatan Arang Aktif Tempurung Kelapa.....	18
3.3.1 Bahan.....	18
3.3.2 Pembuatan Arang Aktif.....	18
3.3.3 Analisis Kualitas Arang Aktif.....	19
3.4 Pembuatan Nanopartikel Arang Aktif Tempurung Kelapa.....	20
3.5 Eksperimen Penyerapan Limbah Domestik.....	21
3.6 Analisis Data.....	21
3.6.1 Analisa Penentuan Uji Kualitas.....	21
3.6.2 Analisa Statistik SPSS.....	23
BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Hasil.....	25
4.1.1 Karakteristik Nanopartikel Arang Aktif.....	25
4.1.2 Hasil Eksperimen.....	27
4.1.3 Analisis COD.....	27
4.1.4 Hasil Pengolahan TSS dengan Arang Aktif Nanopartikel.....	28
4.1.5 Analisis Nilai pH.....	29
4.2 Pembahasan.....	30
BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN.....	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN I.....	45
LAMPIRAN II.....	51
LAMPIRAN III.....	53
LAMPIRAN IV.....	57

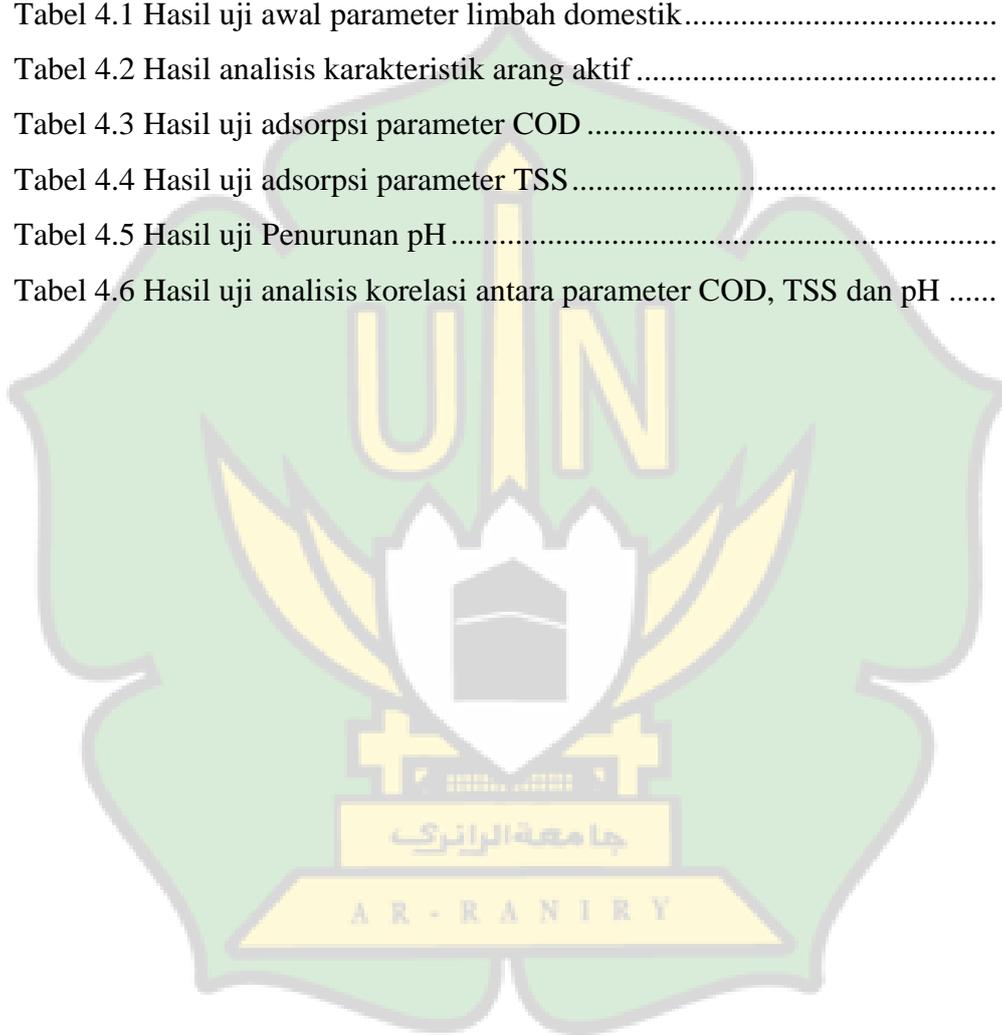
DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alur penelitian.....	16
Gambar 3.2 Informasi Peta Lokasi Pengambilan Sampel.....	17
Gambar 3.3 <i>Shaker Mill</i>	21
Gambar 4.1 Bulir arang aktif	26
Gambar 4.2 Pengolahan limbah domestik	27
Gambar 4.3 Grafik hasil uji parameter COD limbah rumah makan	28
Gambar 4.4 Grafik hasil uji parameter TSS limbah rumah makan.....	29
Gambar 4.5 Grafik Presentasi Penurunan COD.....	32
Gambar 4.6 Grafik Penurunan TSS	34
Gambar 4.7 Grafik Perubahan pH.....	35
Gambar 4.8 Grafik korelasi COD dan TSS, pH dan COD dan TSS dan pH ...	36



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Baku Mutu Air Limbah.....	6
Tabel 3.1 Bahan Pembuatan Arang Aktif Tempurung Kelapa	18
Tabel 3.2 Karakteristik Arang Aktif	19
Tabel 3.3 Bahan Eksperimen Penyerapan Limbah Domestik.....	21
Tabel 4.1 Hasil uji awal parameter limbah domestik.....	25
Tabel 4.2 Hasil analisis karakteristik arang aktif	26
Tabel 4.3 Hasil uji adsorpsi parameter COD	27
Tabel 4.4 Hasil uji adsorpsi parameter TSS	28
Tabel 4.5 Hasil uji Penurunan pH.....	29
Tabel 4.6 Hasil uji analisis korelasi antara parameter COD, TSS dan pH	37



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Laju pertumbuhan penduduk Indonesia mengalami peningkatan setiap tahunnya. Pada tahun 2020, Indonesia tercatat memiliki 268,6 juta penduduk (Data Penduduk, BPS). Karena hal tersebut, aktivitas rumah tangga atau tempat umum menjadi salah satu sumber penghasil limbah yang signifikan di Indonesia. (Afandi, 2013; Ulum, 2015 dan Nilandita dkk., 2019). Menurut Undang-Undang No. 18 Tahun 2008, limbah domestik merupakan air limbah yang berasal dari kegiatan sehari-hari yang menghasilkan limbah memasak, mencuci, mandi serta kegiatan peternakan dan pertanian.

Berdasarkan keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 68 Tahun 2016, parameter air limbah domestik terdiri dari parameter *biological oxygen demand (BOD)*, *chemical oxygen demand (COD)*, *total suspended solid (TSS)*, *power of hydrogen (pH)*, *total coliform*, minyak dan lemak. Parameter tersebut yang dijadikan acuan dalam menganalisis kualitas dan mutu air limbah domestik. Air limbah mengandung bahan-bahan yang dapat merusak lingkungan serta membahayakan kehidupan manusia. Salah satunya adalah *grey water*. *Grey water* adalah air limbah yang berasal dari kegiatan rumah tangga tapi tidak termasuk toilet. Selain itu, kegiatan rumah tangga juga menghasilkan limbah kotoran manusia atau *black water*. Limbah cair domestik dapat menyebabkan timbulnya berbagai penyakit karena terkandung bahan organik, anorganik dan gas di dalamnya (Filliazati dkk., 2013; Wirawan, 2014 dan Alfrida, 2016). Mikroba yang terkandung di dalam air seperti *Coliform fecal (FC)* dan *Escherichia coli (EC)* adalah beberapa pencemar dari air bersih yang dapat menyebabkan penyakit seperti diare, gatal-gatal, infeksi, air menjadi bau dan keruh, serta penyakit lainnya yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia (Widiyanto dkk., 2015).

Salah satu metoda untuk menghilangkan zat pencemar dari air limbah adalah metoda adsorpsi. Adsorpsi merupakan terjerapnya suatu zat molekul atau ion pada permukaan adsorben. Adsorpsi adalah suatu proses yang terjadi ketika

suatu fluida (cairan maupun gas) terikat kepada suatu padatan dan akhirnya membentuk suatu film (lapisan tipis) pada permukaan padatan tersebut. Berbeda dengan absorpsi, dimana fluida terserap oleh fluida lainnya dengan membentuk suatu larutan. Dalam adsorpsi digunakan istilah adsorbat dan adsorben, dengan adsorbat adalah substansi yang terjerap atau substansi yang akan dipisahkan dari pelarutnya, sedangkan adsorben merupakan suatu media penyerap yang dalam hal ini berupa senyawa karbon (Haura dkk., 2017).

Karbon aktif atau arang aktif adalah suatu karbon yang mampu menyerap dengan baik terhadap anion, kation dan molekul dalam bentuk senyawa organik maupun anorganik, baik berbentuk larutan atau gas. Dalam meningkatkan daya serap arang dilakukan proses aktivasi sehingga bahan tersebut diubah menjadi arang aktif. Dibandingkan dengan arang (biasa), permukaan pada arang aktif relatif telah bebas dari deposit, pori-pori yang terbuka serta permukaan yang luas. Hal inilah yang menjadikan arang aktif mempunyai daya serap yang sangat tinggi (Lempang, 2014).

Salah satu bahan organik yang potensial diolah menjadi karbon aktif adalah tempurung kelapa (Masthura, 2018). Tempurung kelapa mengandung karbon, sehingga dapat dijadikan arang aktif untuk mengatasi permasalahan limbah cair domestik. Perkembangan dan inovasi dalam pemanfaatan tempurung kelapa menjadi karbon aktif sangat maju, dikarenakan material ini memiliki keunggulan berupa efisien, murah dan mudah didapat (Nustini, 2019). Arang aktif tempurung kelapa diketahui telah digunakan dalam mengabsorpsi gas dan air pada sumur (Suhartana, 2006). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Silaban (2018) arang aktif tempurung kelapa berpotensi dan sangat efisien dalam menyerap logam berat Cd dan Cu hingga persentase hingga 100%. Penelitian yang dilakukan Pambayun (2013) dalam mendegradasi fenol dengan arang aktif tempurung kelapa, didapatkan hasil arang aktif tempurung kelapa mampu mendegradasi fenol dengan persentase hingga 99,75%. Dapat disimpulkan arang aktif tempurung kelapa sangat berpotensi dan efisien dalam mengolah limbah. Berdasarkan hasil uji pendahuluan¹ diperoleh

¹ Dokumentasi dapat dilihat pada Lampiran I

hasil uji rendemen arang aktif tempurung kelapa sebesar 18,5%, kadar air sebesar 12,5% dan kadar abu sebesar 5,5%. Berdasarkan SNI 06-3730-1995, hasil uji pendahuluan tersebut menunjukkan bahwa karbon aktif tempurung kelapa sangat potensial untuk dijadikan karbon aktif dalam mengadsorpsi serta menurunkan kadar parameter limbah domestik.

Salah satu faktor arang aktif menjadi efisien adalah dengan luas permukaannya, sehingga rongga arang aktif akan semakin banyak. Semakin kecil ukuran arang aktif semakin luas permukaannya. Perluasan permukaan dapat dilakukan dengan merekayasa suatu bahan menjadi nanopartikel (Saputro dkk, 2019). Nanopartikel adalah partikel berukuran 1 sampai 1000 nanometer. Adsorben nanopartikel diketahui memiliki efisien yang tinggi, proses yang lebih cepat, reaktif dalam menghilangkan kontaminan dan dapat digunakan berulang-ulang kali (Qayyum, 2018). Menurut Faisal dkk. (2018) efisiensi adsorpsi karbon aktif nanopartikel untuk menyerap Cu adalah sebesar 97,8%. Hasil ini menunjukkan arang aktif dalam bentuk nanopartikel dalam mengolah kontaminan lebih optimal. Berdasarkan hal tersebut, upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efektifitas suatu arang aktif seperti arang aktif dari tempurung kelapa dapat dilakukan dengan menjadikan arang aktif tersebut sebagai nanopartikel. Namun, sejauh ini belum ada laporan terkait sintesa dan pemanfaatan nanopartikel arang aktif dari tempurung kelapa.

1.2. Rumusan Masalah

Arang aktif dari tempurung kelapa diketahui efektif sebagai adsorben untuk menghilangkan zat pencemar. Namun, sejauh ini nano partikel dari karbon aktif tempurung kelapa belum pernah disintesa dan diuji kemampuannya dalam mereduksi tingkat polutan limbah domestik rumah makan. Berdasarkan hal tersebut, pertanyaan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas nanopartikel arang aktif tempurung kelapa dalam menormalisasi parameter pH limbah domestik rumah makan?
2. Bagaimana efektivitas nanopartikel arang aktif tempurung kelapa dalam mereduksi parameter COD limbah domestik rumah makan?

3. Bagaimana efektivitas nanopartikel arang aktif tempurung kelapa dalam mereduksi parameter TSS limbah domestik rumah makan?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis efektivitas nanopartikel arang aktif tempurung kelapa dalam menormalisasi parameter pH limbah domestik rumah makan.
2. Untuk menganalisis efektivitas nanopartikel arang aktif tempurung kelapa dalam mereduksi parameter COD limbah domestik rumah makan.
3. Untuk menganalisis efektivitas nanopartikel arang aktif tempurung kelapa dalam mereduksi parameter TSS limbah domestik rumah makan.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti, hasil dari penelitian dapat menjadi acuan dalam pengembangan nanopartikel karbon aktif tempurung kelapa yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah domestik.
2. Bagi masyarakat, penelitian ini dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang manfaat nanopartikel karbon aktif tempurung kelapa yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah domestik. Sehingga, dapat diterapkan dan menjadi referensi bagi masyarakat.
3. Bagi pemerintah, penelitian ini dapat memberikan referensi terkait penggunaan nanopartikel karbon aktif tempurung kelapa yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah domestik. Sehingga, dapat diimplementasikan pada level kebijakan publik.

1.5 Batasan Penelitian

Efektivitas adsorpsi nanopartikel arang aktif tempurung kelapa dipengaruhi oleh parameter seperti suhu, waktu, kecepatan putaran dan massa adsorben, namun dalam penelitian ini hanya menguji pengaruh waktu dan massa terhadap efektivitas adsorpsi limbah domestik. Sementara itu, parameter air limbah domestik terdiri dari parameter *biological oxygen demand (BOD)*, *chemical oxygen demand (COD)*, *total suspended solid (TSS)*, *power of hydrogen (pH)*, *total coliform*, minyak dan lemak, namun dalam penelitian ini hanya menguji *chemical oxygen demand (COD)*, *total suspended solid (TSS)* dan *power of hydrogen (pH)*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Limbah Cair Domestik

Limbah cair domestik termasuk ke dalam salah satu sumber pencemar bagi perairan dan lingkungan. Faktor pencemarnya terkandung bahan organik yang tinggi di dalam limbah domestik berpengaruh meningkatnya pencemaran badan air. Limbah cair domestik meliputi air limbah dari dapur, toilet dan bekas cucian yang mengandung sabun dan mikroorganisme. Bila limbah domestik langsung dibuang ke air atau lingkungan tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu, maka akan sangat berbahaya bagi lingkungan. Maka diperlukan pengolahan limbah domestik agar menurunkan parameter-parameter dan kandungan organik sebelum dibuang ke badan air atau lingkungan (Wirosoedarmo dkk., 2016).

Limbah cair rumah tangga atau domestik berasal dari buangan dari penggunaan air untuk kebersihan. Limbah air domestik mempunyai komposisi bahan organik dan senyawa mineral yang bersumber dari sabun, urin dan sisa makanan yang dibuang. Limbah ini berbentuk suspensi ada pula yang terlarut. Seperti limbah domestik di kota besar, beban total organik pada limbah cair domestik bisa mencapai 70% dari total keseluruhan limbah cair domestik. Limbah cair rumah tangga mempunyai parameter TSS 25-183 mg/l, COD 100-700 mg/l, BOD 47-466 mg/l dan total coliform 56 - $8,3 \times 10^7$ CFU/100 ml. Apabila langsung dibuang ke lingkungan akan sangat berbahaya dan menjadi sumber penyakit bagi masyarakat (Nasihah dkk., 2018).

Kehadiran limbah cair domestik dapat berdampak buruk dan negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Hal ini harus ditangani dengan pengolahan limbah cair domestik ini untuk mengurai polutan dan zat-zat yang berbahaya jika limbah cair domestik ini masuk ke badan air. Pengolahan limbah cair domestik ini harus mampu mengurangi bahkan menghapus kandungan bahan organik yang berbahaya bagi lingkungan sampai tingkat efisiensi 95%. Sehingga, saat limbah cair domestik dibuang ke lingkungan atau ke badan air tidak menjadi

masalah bagi lingkungan dan tidak menjadi dampak negatif seperti penyakit bagi masyarakat (Kholif dkk., 2018).

3.1.1. Standar Baku Mutu Limbah Cair Domestik

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk-Setjen/2016 tentang baku mutu air limbah domestik dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1. Standar Baku Mutu Air Limbah Domestik.

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
1	pH	-	6-9
2	BOD	mg/l	30
3	COD	mg/l	100
4	TSS	mg/l	30
5	minyak dan lemak	mg/l	5
6	Amoniak	mg/l	10
7	<i>Total coliform</i>	Jumlah/100ml	3000

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan republik Indonesia Nomor: P. 68 tahun 2016.

3.1.2. Sumber Limbah Domestik

Air buangan berasal dari berbagai sumber (Anggereni, 2009), secara garis besar air buangan dapat dikelompokkan menjadi:

1. Air buangan yang bersumber dari rumah tangga, yaitu air limbah yang berasal dari pemukiman penduduk. Pada umumnya air limbah ini terdiri dari ekskreta (tinja dan air seni), air kamar mandi serta cucian dapur, dan umumnya terdiri bahan organik.
2. Air buangan kotapraja, yaitu air buangan yang berasal dari daerah perkotaan, hotel, restoran, tempat-tempat umum, tempat-tempat ibadah dan sebagainya
3. Air buangan industri, air dari akibat proses produksi yang berasal dari berbagai jenis industri.

3.1.3. Karakteristik Limbah Cair Domestik

Karakteristik limbah cair domestik (Metcalf, 2003) terdiri dari tiga yaitu sebagai berikut:

1. Karakteristik Fisika

Berikut adalah beberapa karakteristik fisika pada limbah cair, diantaranya:

a. Bau

Bau biasanya dihasilkan melalui zat kimia pada proses perusakan susunan jaringan materi pada limbah yang tercampur di udara.

b. Suhu

Dalam aktivitas yang terjadi pada limbah cair suhu berperan penting dalam organisme air, laju reaksi dan reaksi kimia, oleh sebab itu kestabilan suhu berefek terhadap mikroorganisme yang berkembang dalam limbah cair

c. Warna

Pada limbah cair domestik biasanya limbah berwarna abu-abu bahkan ada yang berwarna kehitaman, hal ini disebabkan oleh waktu dan kondisi anaerob yang meningkat.

d. *Total Solid*

Merupakan komponen yang menyebabkan pendangkalan pada dasar air hal ini terjadi dikarenakan bahan organik dan anorganik yang terlarut tersuspensi atau mengendap di dasar air.

e. *Total Suspended Solid*

Merupakan padatan total berupa lumpur dan tanah yang terdapat dalam limbah cair yang tertahan oleh saringan dengan ukuran tertentu.

f. *Turbidity*

Turbidity atau kekeruhan disebabkan oleh zat padat tersuspensi, baik yang bersifat organik maupun anorganik, serta menunjukkan sifat optis air yang akan membatasi pencahayaan ke dalam air.

2. Karakteristik Kimia

Berikut adalah beberapa karakteristik kimia pada limbah cair, diantaranya:

1. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Biological oxygen demand atau kebutuhan oksigen biologis di dalam air berfungsi sebagai pendegradasi limbah organik yang dilakukan oleh mikroorganisme dengan memanfaatkan oksigen.

2. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

Chemical oxygen demand adalah kebutuhan oksigen yang digunakan sebagai penguraian unsur pencemar secara kimia yang terdapat dalam limbah cair domestik.

3. Protein

Pada proses penguraian dan pembusukan dalam limbah cair protein berperan penting dalam menimbulkan bau yang tidak sedap dan biasanya mengganggu penciuman.

4. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan senyawa yang tersusun atas karbon, oksigen dan hidrogen, yang apabila mengalami proses fermentasi oleh enzim dan senyawa tertentu maka akan menghasilkan gas karbon dioksida dan alkohol.

5. Lemak dan Minyak

Minyak dan lemak merupakan zat pencemar yang biasanya berasal dari rumah makan dan pencucian peralatan rumah tangga hasil proses masak.

6. Detergen

Merupakan salah satu zat pencemar yang bersumber kegiatan pencucian pakaian dari rumah tangga, *laundry*, asrama dan kos-kosan.

7. pH

Merupakan derajat keasaman pada suatu larutan, semakin tinggi nilai pH maka suatu larutan akan bersifat basa sebaliknya apabila semakin kecil nilai pH pada suatu larutan maka akan bersifat asam, sedangkan pH normal yaitu berkisar dari angka 6-9.

8. Alkalinitas

Merupakan penetralan oleh air terhadap asam tanpa penurunan kadar pH.

9. Besi dan Mangan

Air yang berwarna kecoklatan merupakan salah satu indikasi air tercemar logam besi dan mangan hal ini terjadi dikarenakan logam besi dan mangan teroksidasi dalam air.

10. Klorida

Merupakan salah satu desinfektan yang digunakan dalam pengolahan air, namun klorida juga memiliki efek samping diantaranya yaitu dapat membuat pipa pada instalasi air menjadi rusak dan air menjadi asin.

11. Phospat

Kandungan phospat yang tinggi dalam perairan merupakan sumber nutrisi bagi alga namun semakin banyak kadar phospat dalam air maka pertumbuhan alga sulit untuk dikendalikan sehingga menyebabkan bluming alga yang berakibat terhadap perkembangbiakan flora dan fauna di perairan jadi terhambat dan mengalami kekurangan oksigen.

12. Sulfur

Sulfur atau belerang apabila dalam kadar yang tinggi akan berbau busuk dan akan bersifat racun sedangkan pada air apabila konsentrasinya terlalu banyak maka akan menaikkan keasaman air.

13. Logam berat dan beracun

Logam berat seperti tembaga (Cu), perak (Ag), seng (Zn), kadmium (Cd), merkuri (Hg), timah (Sn), kromium, besi (Fe), dan nikel (Ni). Logam tersebut apabila dalam konsentrasi besar maka akan membahayakan bagi makhluk hidup.

14. Fenol

Fenol adalah zat kristal yang memiliki bau yang khas namun tidak berwarna apabila bereaksi dengan chlor maka akan berubah menjadi chlorophenol yang akan menciptakan bau dan rasa pada air.

3. Karakteristik Biologi

Banyaknya mikroorganisme yang terkandung dalam limbah cair merupakan parameter yang digunakan untuk menentukan karakteristik biologi, dalam proses biologi biasanya mikroorganisme melakukan perubahan menjadi senyawa baru yang memanfaatkan zat organik yang terkandung dalam limbah.

3.2. Karbon Aktif

Karbon aktif adalah porositas atau ruang yang diselimuti dengan senyawa karbon. Karbon aktif dapat diartikan sebagai senyawa karbon amorf dengan luas

area tinggi antara 500 - 2.000 m²/g dan porositas tinggi. Karbon aktif dengan struktur yang berpori dipakai dalam berbagai aplikasi seperti adsorben zat logam, adsorben zat warna, adsorben gas, elektroda superkapasitor dan lain-lain (Kristianto, 2017). Perkembangan karbon aktif memberikan dampak positif untuk masyarakat, meningkatkan ekonomi masyarakat, memperbanyak lapangan kerja, meningkatkan ekspor impor dan lain-lain. Indonesia salah satu negara yang memproduksi karbon aktif. Tahun 1998 sebanyak 24.903 ton, tahun 1999 sebanyak 26.610 ton, hingga pada tahun 2001 mencapai 30.161 ton/tahun dengan volume ekspor hingga 11.834 ton. Pasar internasional karbon aktif dapat mencapai harga 20 dolar Amerika per kilogramnya (Arsyad dan Hamdi, 2010).

Adsorben yang paling banyak digunakan untuk tujuan ini adalah karbon aktif, karbon aktif merupakan adsorben yang paling umum digunakan untuk proses adsorpsi karena kapasitas adsorpsinya yang tinggi. Namun demikian, karbon aktif yang tersedia secara komersial memiliki harga yang cukup mahal, oleh karena itu, banyak dilakukan pengembangan untuk mencari adsorben alternatif (Raditya dan Hendiyanto, 2016). Karbon aktif yaitu suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% senyawa karbon. Selain untuk bahan bakar, karbon dapat digunakan sebagai penyerap. Karbon aktif dapat dihasilkan dari beberapa bahan yang mengandung banyak karbon seperti kayu, serbuk gergajian kayu, kulit biji, sekam padi, tempurung, gambut, bagase, batubara, lignit dan tulang binatang. Aktivasi meningkatkan ukuran pori-pori karbon aktif dan membentuk pori-pori yang saling berikatan, dengan adanya peningkatan volume pori mikro (lebar pori < 2 nm) dan luas permukaan internal (Silaban, 2018).

Arang aktif dibuat dengan beberapa tahapan. Pertama tahap dehidrasi dengan menggunakan oven, kedua tahap karbonisasi dengan menggunakan *furnace* untuk menghasilkan arang dan ketiga tahap aktivasi. Tahap aktivasi dengan metode kimia dan metode fisika untuk pengaktifan arang aktif (Setiyoningsih dkk, 2018). Mutu permukaan aktif tergantung dengan bahan baku, pengaktif, suhu dan cara. Pembuatan arang aktif melalui dua cara aktivasi, fisik dan kimia. Proses fisik terdapat dua tahap, pertama karbonisasi kedua aktivitas. Proses kimia dengan cara bahan diimpregnasi dengan bahan pengaktif terlebih dahulu kemudian

dikarbonisasi. Aktivasi arang aktif dengan uap panas bertujuan untuk memperluas ukuran pori pada arang aktif, juga cukup efektif dalam melebarkan dan membentuk mikropori arang aktif (Yuningsih dkk., 2016).

3.3. Nanopartikel

Nanopartikel adalah partikel dengan ukuran antara 100-1000 nanometer. Dalam nanoteknologi, objek kecil yang berperilaku sebagai satu kesatuan terhadap sifat dan transportasinya disebut partikel. Partikel ultra halus sama dengan nanopartikel, berukuran 100 sampai 100 nanometer. Partikel halus berukuran 100 sampai 1000 nanometer. Nanopartikel dapat mengubah sifat dan fungsi, dan dapat menunjukkan sifat baru atau lebih baik dari partikel bulk yang lebih besar (Saputro dkk, 2019). Adapun terdapat dua metode dalam pembuatan nano partikel. Pertama dengan metode *top-down*, metode *top-down* yaitu menggerus material besar hingga menjadi kecil. Kedua metode *bottom-up*, adalah metode dengan menyusun atom-atom hingga menjadi partikel berukuran nanometer (Kurniawan, 2018).

Teknologi pembuat nanopartikel menjadi hal baru yang penting dalam dunia rekayasa material karena manusia berusaha mengintegrasikan kerja dan fungsi dari produk dalam ukuran kecil. Produk yang lebih kecil bukan untuk memperindah tapi juga untuk memperkecil energi yang dibutuhkan, mempercepat proses serta menghemat biaya pekerjaan. Pengembangan nanoteknologi ini adalah strategi meningkatkan nilai tambah bagi sumber daya saing bangsa sekaligus menambah pendapatan negara (Balfas dkk., 2016).

Partikel dengan ukuran sepersejuta milimeter atau nanopartikel, sekarang dipakai dalam berbagai produk canggih. Salah satunya nanopartikel digunakan dalam teknik panel surya, pelapisan permukaan, pengecatan, mikro-elektronik sebagai suku cadang sampai kedokteran modern. Produksi nanopartikel ini masih terus disempurnakan. Produksi nanopartikel ini dapat dilakukan dengan pendekatan *top-down* (penggilingan secara mekanik/*mechanical milling*) dengan menggunakan *ball mill*, dan *bottom-up* misal dengan *sol-gel* (Qayyum, 2018). Penyempurnaan produksi nanopartikel sudah sangat berkembang pesat. Partikel dengan ukuran sepersejuta milimeter atau ukuran nanometer kini digunakan secara luas sampai produk canggih. Nanopartikel sudah digunakan dalam teknik pengecatan, panel

surya, suku cadang mikroelektronik, kedokteran modern dan produk canggih lainnya (Mardani, 2019).

3.4. Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa biasanya dianggap hanya sebagai limbah pada industri pengolahan kelapa, dan dianggap sebagai masalah lingkungan karena ketersediaannya yang banyak. Namun, arang tempurung kelapa ini masih bisa diolah menjadi produk dengan nilai ekonomis yang tinggi sebagai arang atau karbon aktif. Karena tempurung kelapa ini salah satu bahan alam yang memiliki kandungan karbon. Dibandingkan dengan bahan lainnya seperti sekam padi, biji kopi, sekam padi, tulang binatang, batubara dan berbagai jenis kayu, tempurung kelapa menjadi bahan terbaik untuk dijadikan arang aktif. Karena tempurung kelapa memiliki pori yang banyak, reaktifitas yang tinggi, kadar abu rendah dan kelarutan dalam air yang tinggi (Pambayun dkk, 2013). Sebagai bahan sisa dan menjadi sampah, tempurung kelapa bisa dimanfaatkan menjadi bahan dengan biaya produksi yang rendah dan memberi manfaat dalam penyelesaian masalah lingkungan seperti dapat dijadikan arang atau arang aktif dalam mengatasi limbah pada lingkungan. Indonesia yang menjadi negara tropis dengan ketersediaan kelapa yang melimpah, mampu menjamin ketersediaan tempurung kelapa yang banyak dan dapat dijadikan sumber bahan arang aktif yang murah dan efisien (Budi, 2011).

Pada wilayah perdesaan sabut serta tempurung kelapa biasa dimanfaatkan menjadi bahan bakar tempurung kering bahkan arang tempurung. Tempurung kelapa menjadi alat peraga edukatif (APE) pada pelajaran seperti fisika, kimia bahkan biologi. Tempurung kelapa selain menjadi bahan bakar arang maupun langsung. Tempurung kelapa dapat dijadikan bahan adsorpsi dalam industri, seperti dijadikan arang aktif atau karbon aktif. Jadi arang aktif adalah arang yang mempunyai kemampuan daya adsorpsi lebih tinggi dari arang biasa (Masthura, 2018).

Perkembangan dan inovasi dalam pemanfaatan tempurung kelapa menjadi sangat maju. Tempurung kelapa dapat dijadikan karbon aktif sebagai media adsorben atau penjerap material kotor yang ada di limbah cair atau badan air. salah satu cara untuk mengurangi pencemaran lingkungan dengan melakukan proses

adsorpsi. Adsorpsi adalah penyerapan kontaminan yang terkandung dalam air menggunakan karbon aktif dengan material berpori. Tempurung kelapa dapat menjadi potensi untuk masyarakat dalam mengatasi pencemaran lingkungan akibat limbah cair di samping murah, mudah ditemukan dan efisien (Nustini, 2019). Kebutuhan dan peningkatan permintaan arang aktif diakibatkan oleh banyaknya pengaplikasian arang aktif di berbagai peralatan bantu manusia. Arang aktif sering digunakan untuk berbagai industri. Seperti, industri makanan, minuman, obat, pengolahan air (penjernihan air) dan lain-lain. Bahan biomassa banyak dijadikan arang aktif, salah satunya tempurung kelapa. Tempurung kelapa memiliki mikropori yang banyak, kadar abu rendah serta kelarutan air tinggi dan reaktifitas yang tinggi (Taer dkk., 2015).

3.5. Adsorpsi

Suatu fenomena permukaan yang terjadi karena akumulasi suatu spesies pada batas permukaan padat-cair disebut adsorpsi. Gaya tarik menarik menyebabkan adsorpsi. Terdapat dua tipe adsorpsi, pertama adsorpsi fisis atau Van der Waals. adsorpsi fisis atau Van der Waals yaitu adsorpsi non-spesifik dan non-selektif penyebab gaya tarik menarik disebabkan ikatan koordinasi hidrogen dan gaya Van der Waals. Adsorben bereaksi secara kimiawi maka disebut chemisorption. Nilai panas adsorpsi setara dengan reaksi kimia karena adanya ikatan kimia yang terbentuk maupun yang terputus selama proses adsorpsi (Widayatno dkk., 2017). Peningkatan adsorpsi arang aktif dapat dilakukan dengan cara aktivasi untuk memperbesar pori arang aktif. Terdapat aktivasi secara kimia dan aktivasi secara fisika. Aktivasi kimia dengan menggunakan bahan pengaktif, sedangkan aktivasi secara fisika dilakukan pada suhu fisika dilakukan dengan pemanasan pada suhu tinggi dari 800°C hingga 1000°C (Jasmal dan Ramlawati, 2015).

Metode adsorpsi menggunakan arang aktif menjadi salah satu metode yang dapat menangani pengolahan air limbah. Karbon arang aktif masih dianggap mahal, maka diperlukan alternatif yang relatif murah dalam pengelolaan atau pembuatan arang aktif. Proses adsorpsi dipengaruhi beberapa faktor. Suhu, rasio massa zat penjerap, ukuran butir penjerap terhadap massa larutan. Kecepatan perpindahan

massa partikel zat terjerap dari larutan ke permukaan zat penjerap berpengaruh dari faktor-faktor tersebut (Adiningtyas, 2016). Terdapat beberapa faktor pengaruh adsorben dalam menyerap adsorbat yaitu suhu mempengaruhi daya serap adsorben, pH yang mempengaruhi aktivitas gugus fungsi adsorben, berat adsorben mempengaruhi gugus aktif adsorben dan waktu kontak untuk melihat banyaknya arang aktif yang menyerap zat (Aisyahlika dkk., 2018).

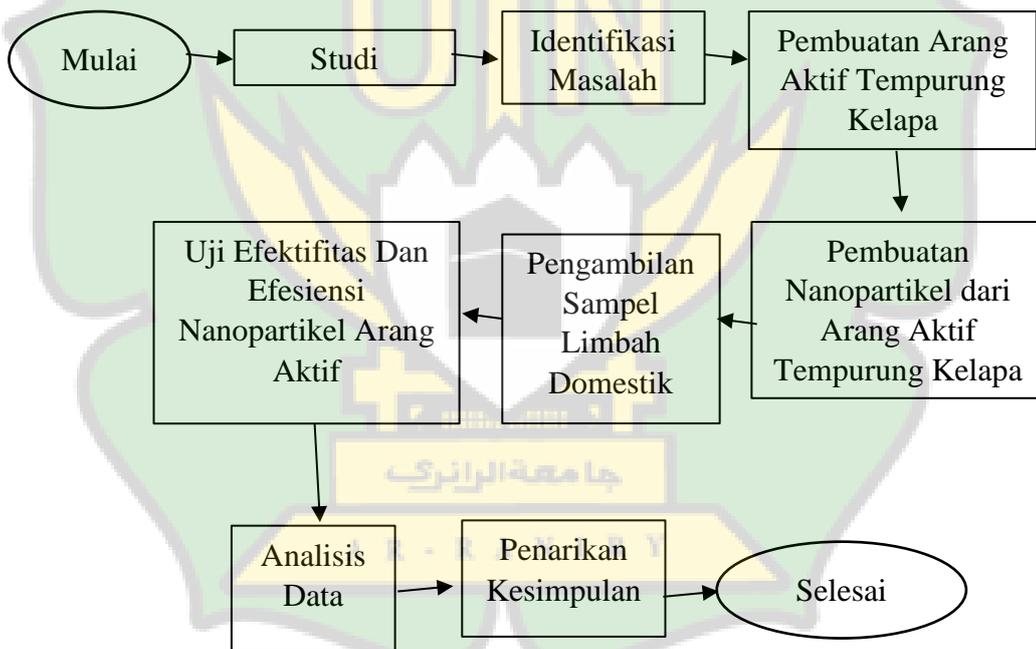


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Secara umum, metode penelitian ini didahului oleh studi literatur dan identifikasi masalah. Selanjutnya dilakukan pembuatan arang aktif tempurung kelapa. Lalu dilakukan pembuatan nanopartikel dari arang aktif tempurung kelapa. Kemudian dilakukan pengambilan sampel limbah domestik. Selanjutnya dilakukan uji efektivitas dan efisiensi nanopartikel arang aktif. Kemudian dilakukan analisis data dan penarikan kesimpulan. Secara menyeluruh, alur penelitian yang dilakukan dilihat pada diagram alir Gambar 3.1.

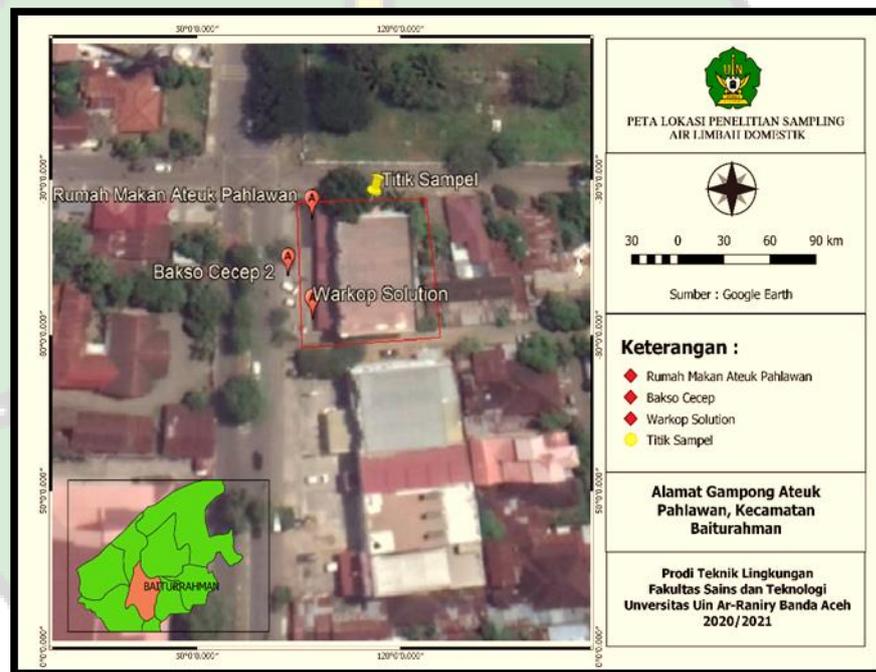


Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah-langkah Kerja

3.2. Lokasi Penelitian Sampel

3.2.1. Lokasi Penelitian dan Pengambilan Sampel

Sampel yang diambil pada penelitian ini adalah air limbah domestik rumah makan yang berada di Gampong Ateuk Deah Tanoh, Kecamatan Baiturrahman, Kota Banda Aceh Gambar 3.2. Pembuatan arang aktif tempurung kelapa, analisis karakteristik aktif nanopartikel dan eksperimen reduksi kontaminan limbah domestik dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Pembuatan arang aktif tempurung kelapa menjadi nanopartikel dengan alat *shaker mills* dilakukan di Laboratorium Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.



Gambar 3.2 Informasi Peta Lokasi Pengambilan Sampel

3.2.2. Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *grab sampling* atau sesaat. Pengambilan dilakukan pada saluran sebelum masuk ke perairan (SNI 6989.59:2008) dengan tahapan sebagai berikut:

1. Sampel limbah domestik diambil langsung dari tempat pembuangan akhir limbah rumah makan yang berada di Gampong Ateuk Deah Tanoh, Kecamatan Baiturrahman, Kota Banda Aceh. Waktu yang dilakukan pada pagi hari antara

pukul 07.00 sampai 10.00 WIB. Pemilihan waktu tersebut dikarenakan intensitas aktivitas mulai dari jam kerja masak, mencuci piring, pakaian dan air mandi bagi pekerja di toko tersebut. Sampel diambil dengan menggunakan gayung bertangkai dan dimasukkan ke dalam wadah atau drum dengan kapasitas 500 ml dengan ketentuan sesuai (SNI 6989.59:2008) sebagai berikut:

1. Terbuat dari bahan yang tidak mempengaruhi sifat.
2. Mudah dipisahkan kedalam botol penampung tanpa ada bahan sisa tersuspensi di dalamnya,
3. Mudah dicuci dari bekas sebelumnya.
4. Mudah dan nyaman untuk dibawa.
5. Kapasitas tergantung dari tujuan penelitian.

3.3. Tahap Pembuatan Arang Aktif Tempurung Kelapa

3.3.1. Bahan

Bahan yang digunakan pada pembuatan arang aktif tempurung kelapa ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Bahan Pembuatan Arang Aktif Tempurung Kelapa

Bahan	Besar	Satuan	Kegunaan
Tempurung kelapa	1	kg	Adsorben Arang Aktif
HCl 0,1 M	500	ml	Aktivasi Arang Aktif

3.3.2. Pembuatan Arang Aktif

Pembuatan arang aktif tempurung kelapa sebagai berikut:

1. Tempurung kelapa dikeringkan dengan menggunakan oven pada temperatur 110°C selama 3 jam (Verayana, 2018).
2. Kadar air tempurung kelapa dipastikan hilang menggunakan metode gravimetri (Marpaung, 2018).
3. Tempurung kelapa dimasukkan ke dalam *furnace* pada suhu 600°C selama 2 jam (Rahadiasti, 2016).
4. Tempurung kelapa dihaluskan menggunakan alat *mortar* dan *pestle* sehingga terbentuk serbuk yang lolos pada 200 *mesh* (Setiawan, 2018).

5. Arang tempurung kelapa yang sudah halus direndam ke dalam larutan pengaktif berupa bahan kimia HCl 0,1 M (500 ml) selama 24 jam (Irawan, 2016). Proses pembuatan larutan HCl ditunjukkan pada lampiran 1.
6. Arang aktif tempurung kelapa dicuci menggunakan aquades, agar menghilangkan sisa HCl yang terdapat pada arang tempurung kelapa.
7. Kemudian ditiriskan dengan menggunakan kertas saring dengan tujuan memisahkan arang aktif dengan larutan.
8. Kemudian arang aktif tempurung kelapa dikeringkan di dalam oven selama 110°C selama 3 jam (Verayana, 2018).

3.3.3 Analisis Kualitas Arang Aktif

Menentukan arang aktif telah terbentuk dengan baik dapat diketahui melalui, karakteristik arang aktif setelah melalui beberapa pengujian mutu arang aktif meliputi penentuan rendemen, kadar air, dan kadar abu. Kualitas arang aktif mengacu pada SNI No. 06-3730-1995 tentang standar mutu arang aktif yang ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Karakteristik Arang Aktif

Parameter	Standar Mutu Arang Aktif (SNI No. 06-3730-1995)
Rendemen	-
Kadar Air	Maksimum 15%
Kadar Abu	Maksimum 10%

Rendemen arang aktif dihitung dengan cara membandingkan antara berat bahan baku yang diarangkan dengan berat arang aktif setelah karbonisasi ditunjukkan pada Persamaan (1) (Wirosoedarmo, 2016).

$$\text{Rendemen (\%)} = \left(\frac{b}{a}\right) \times 100\% \quad , \quad (1)$$

dengan a adalah berat bahan baku yang diarangkan (g), dan b adalah berat arang yang dihasilkan (g).

Arang aktif ditimbang sebanyak 2 gram dimasukkan ke dalam cawan porselin yang sebelumnya telah ditimbang dan diketahui beratnya. Cawan beserta arang aktif kemudian dimasukkan ke dalam oven yang diatur suhunya pada 105°C selama

3 jam, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang massanya, ditunjukkan pada Persamaan (2) (Wirosoedarmo, 2016)

$$Kadar\ Air = \frac{(a-b)}{a} \times 100\% \quad , \quad (2)$$

dengan a adalah berat arang awal (g), dan b adalah berat contoh setelah dikeringkan (g)

Arang aktif ditimbang sebanyak 2 gram dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah diketahui beratnya, kemudian contoh dipijarkan dalam *muffle furnace* pada suhu 500°C selama 2 jam atau sampai semua contoh menjadi abu. Cawan kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang, ditunjukkan pada Persamaan (3) (Wirosoedarmo, 2016)

$$Kadar\ Abu = \frac{a}{b} \times 100\% \quad , \quad (3)$$

dengan a adalah berat abu (g), dan b adalah berat arang kering pada saat awal (g).

3.4. Pembuatan Nanopartikel Arang Aktif Tempurung Kelapa

Proses pembuatan nanopartikel arang aktif dari tempurung kelapa dijelaskan sebagai berikut:

1. Arang aktif tempurung kelapa dimasukkan ke dalam tabung untuk ditumbuk (Qayyum, 2018).
2. Arang aktif tempurung kelapa ditumbuk menjadi nanopartikel menggunakan alat *shaker mill* PPF-UG (Qayyum, 2018). *Shaker mill* ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.3 Shaker Mill.

- Arang aktif tempurung kelapa ditumbuk dengan alat *shaker mill* dilakukan dengan selama 15 jam (Setiawan, 2018)

3.5. Eksperimen Penyerapan Limbah Domestik

Bahan eksperimen penyerapan limbah domestik ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Bahan Eksperimen Penyerap Limbah Domestik.

Bahan dan Alat	Besar	Satuan
Nanopartikel arang aktif tempurung kelapa	24	gr
Limbah domestik	6000	ml
<i>Beaker Glass</i>	500	ml
Flokulator	1	unit

Nanopartikel arang aktif tempurung kelapa sebanyak 1 gr dimasukkan ke dalam *beaker glass* dengan ukuran 500 ml. Kemudian ditambahkan sampel limbah domestik hingga volume campuran menjadi 500 ml.

- Selanjutnya campuran diaduk dengan menggunakan flokulator dengan kecepatan 100 rpm selama 30 menit.
- Prosedur 1 diulangi untuk waktu kontak selama 15, 45 dan 60 menit.
- Prosedur 1 dan 2 dan diulangi untuk fraksi sampel 2 gr dan 3 gr sehingga diperoleh 12 perlakuan.
- Sampel didiamkan selama 30 menit, untuk proses pengendapan.

3.6. Analisis Data

3.6.1. Analisa Penentuan Uji Kualitas

Berdasarkan data yang diperoleh penentuan pengukuran *Power of Hydrogen* (pH), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Total Suspended Solid* (TSS) dilakukan dengan pengukuran skala Laboratorium dan pengukuran langsung dilapangan. Pengukuran parameter kualitas air akan dihitung sebanyak 2 kali percobaan. Kemudian beberapa parameter untuk penentuan nilai uji kualitas dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

Untuk menghitung parameter TSS maka dilakukan Persamaan 1;

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{volume contoh uji, mL}}, \quad (1)$$

dengan A adalah berat kertas saring + residu kering (mg), dan B adalah berat kertas saring, (mg).

Selanjutnya untuk proses penentuan COD merujuk pada SNI 6989.2-2009. Persiapan sampel COD dimasukkan limbah cair sebanyak 2,5 ml kedalam tabung reaksi dan disusun dalam rak tabung reaksi dengan diberi label nama sesuai dengan dosis yang diberikan. Kemudian ditambahkan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ sebanyak 1,5 ml dengan menggunakan pipet tetes. Lalu ditambahkan lagi H_2SO_4 sebanyak 3,5 ml dengan menggunakan pipet tetes dan ditutup.

Proses inkubator pertama diambil COD reaktor merk Hanna, disambungkan stop kontak, tekan tombol start dan ditunggu sampai 150°C sampai inkubator mengeluarkan bunyi. Lalu dimasukkan kedalam tabung reaksi yang berisikan sampel yang sudah disiapkan tadi kedalam inkubator. Kemudian ditekan tombol start maka timer akan berjalan, ditunggu selama 2 jam hingga inkubator akan berbunyi lagi. Selanjutnya diangkat tabung reaksi tadi didinginkan sampai 60°C , sampel siap diuji.

Pengujian COD yaitu dinyalakan alat COD meter 571, dilakukan kalibrasi alat dengan cara dimasukkan aquades ke dalam tabung cell dan dimasukkan kedalam alat COD Meter sampai muncul angka 0,0 mg/L, jika sudah maka alat sudah dikalibrasi dan siap digunakan. Kemudian dihomogenkan sampel terlebih dahulu, lalu sampel dituangkan kedalam tabung cell dan siap dimasukkan kedalam alat COD Meter. Selanjutnya ditekan *measure*, lalu tekan Enter, maka akan muncul nilai COD dan dicatat hasilnya.

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

4. Kertas tisu untuk mengeringkan elektroda, selanjutnya bersihkan menggunakan air suling.
5. Elektroda dibilas dengan contoh uji.

6. pH meter dicelupkan kedalam elektroda sehingga menunjukkan pembacaan yang akurat.
7. Hasil dari pembacaan skala atau angka dicatat pada tampilan dari pH meter.

3.6.2 Analisa Statistik SPSS

SPSS (*Statistical Product for Service Solutions*, dulunya *Statistical Packedge for Social Sciences*) Ini adalah program komputer statistik yang dapat mengolah data statistik dengan cepat dan akurat. SPSS memiliki representasi yang baik (dalam bentuk grafik dan tabel), Dinamis (mudah untuk mengubah data dan analisis terbaru) dan mudah ditautkan dengan aplikasi Lainnya (misalnya, mengekspor data ke atau dari Excel). Dilihat dari namanya, SPSS memang sangat membantu dalam menyelesaikan berbagai masalah ilmu sosial. Terutama dalam analisis statistik (Hasyim, 2015).

SPSS merupakan program aplikasi komputer yang berfungsi untuk menyusun, menyajikan, dan menganalisis data. Data yang dimaksud adalah data numerik atau data berupa angka (data kuantitatif) bukan data dalam bentuk kata-kata (string) atau kalimat. Untuk data kualitatif yang biasanya diperoleh dalam penelitian kuantitatif yang bervariasi *dummy* (*dummy variable*), maka disarankan sebelum menganalisis data kualitatif tersebut terlebih dahulu data diubah atau ditransformasi ke dalam bentuk data kuantitatif. Pada umumnya, dalam mengubah data kualitatif ke bentuk data kuantitatif digunakan skala likert (Maswar, 2017).

Analisis regresi adalah suatu metode statistik yang mengamati hubungan antara variabel terikat Y dan serangkaian variabel bebas X_1, \dots, X_p . Tujuan dari metode ini adalah untuk memprediksi nilai Y untuk nilai X yang diberikan. Model regresi linier sederhana adalah model regresi yang paling sederhana yang hanya memiliki satu variabel bebas X. Analisis regresi memiliki beberapa kegunaan, salah satunya untuk melakukan prediksi terhadap variabel terikat Y [4]. Ditunjukkan pada Persamaan 5:

$$Y = a + bX, \quad (5)$$

dengan Y adalah variabel terikat yang diramalkan, X adalah variabel bebas, a adalah intercept, yaitu nilai Y pada saat $X=0$, dan b adalah slope, yaitu perubahan rata-rata

Y terhadap perubahan satu unit X. Koefisien a dan b adalah koefisien regresi dimana nilai a dan b dapat dicari menggunakan persamaan 6 dan 7:

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}, \quad (6)$$

$$a = \frac{\sum y - b(\sum x)}{n}, \quad (7)$$

Dengan nilai a adalah slope, b adalah intercept dan n adalah banyaknya data yang digunakan dalam perhitungan (Hijriani, 2016).



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Hasil pengujian sampel dengan parameter pH, COD dan TSS sebelum dilakukan perlakuan ditunjukkan pada Tabel. 4.1, sedangkan pengujian setelah perlakuan ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.1. Hasil pengujian parameter limbah domestik sebelum dilakukan perlakuan.

No.	Parameter	Hasil uji	Baku Mutu	Keterangan
1	pH	3,0	6-9	Tidak memenuhi syarat
2	COD	118 mg/l	100 mg/l	Tidak memenuhi syarat
3	TSS	184	30 mg/l	Tidak memenuhi syarat

**(Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P. 68 tahun 2016 Tentang Baku mutu air limbah domestik, dan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001)*

4.1.1 Karakteristik Nanopartikel Arang Aktif

Tabel 4.2 menunjukkan hasil analisa karakteristik nanopartikel arang aktif tempurung kelapa. Arang aktif tempurung kelapa mempunyai nilai rendemen sebesar 18,5%, kadar air 12,5% dan kadar abu sebesar 5,5% sehingga hasil tersebut menunjukkan bahwa karakteristik arang aktif dari tempurung kelapa sesuai standar baku mutu berdasarkan SNI No. 06-3730-1995.

Tabel 4.2 Hasil analisis karakteristik arang aktif tempurung kelapa dan perbandingannya dengan SNI No. 06-3730-1995.

No	Parameter	Hasil Analisis Arang Aktif (%)	Standar Mutu Arang Aktif (SNI No. 06-3730-1995)
1	Rendemen	18,5	-
2	Kadar Air	12,5	Maksimum 15%
3	Kadar Abu	5,5	Maksimum 10%

Gambar 4.1 menunjukkan penampakan fisik arang aktif dan arang aktif yang telah disintesis menjadi nano partikel. Berdasarkan penampakannya, dapat dilihat perbedaan bulir antara arang aktif sebelum dijadikan nanopartikel dan setelah dijadikan nanopartikel.



Gambar 4.1 Bulir arang aktif. a) sebelum dijadikan nanopartikel, b) setelah dijadikan arang aktif.

Gambar 4.2 menunjukkan penampakan fisik limbah domestik sebelum perlakuan, dalam proses perlakuan dan hasil setelah perlakuan dengan nanopartikel arang aktif tempurung kelapa. Berdasarkan hasilnya, sebelum perlakuan limbah domestik berwarna lebih keruh dan setelah perlakuan dengan arang aktif nanopartikel limbah domestik lebih jernih.



Gambar 4.2 Pengolahan limbah domestik. a) sebelum pengolahan, b) proses pengolahan dengan arang aktif nanopartikel, c) setelah pengolahan dengan arang aktif nanopartikel.

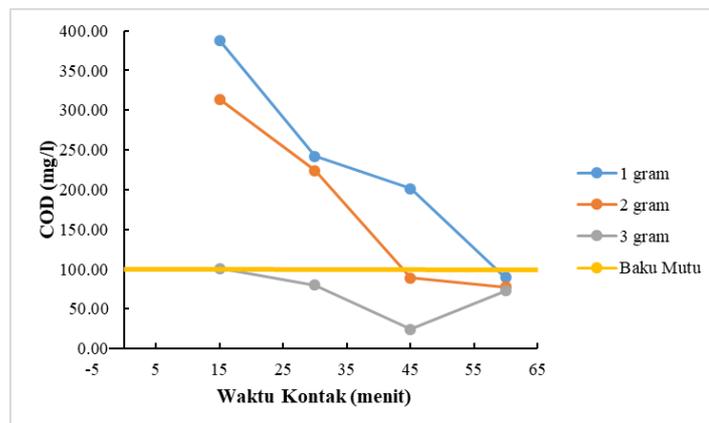
4.1.2 Hasil Eksperimen

4.1.3 Analisis COD

Berdasarkan hasil uji adsorpsi parameter COD menggunakan nanopartikel arang aktif dari tempurung kelapa dengan variasi massa 1, 2, dan 3 gram serta waktu kontak 15, 30, 45 dan 60 menit. Nilai penurunan parameter COD dapat dilihat pada tabel 4.2. Nanopartikel arang aktif tempurung kelapa mampu menurunkan kadar COD hingga 96,62% pada massa 3 gram dengan waktu kontak 45 menit. Hasil penurunan nilai COD dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Tabel 4.3 Hasil uji adsorpsi parameter COD. Baris berwarna kuning menunjukkan efektivitas adsorpsi paling optimal dengan massa nanopartikel arang aktif dan waktu kontak.

Massa (gram)	Waktu Kontak (menit)	COD (mg/l)	Efektivitas Degradasi COD (%)
1	15	388,0	45,96
	30	242,0	66,30
	45	201,0	72,01
	60	89,5	87,53
2	15	314,0	56,27
	30	224,0	68,80
	45	88,7	87,65
	60	77,6	89,19
3	15	100,7	85,97
	30	80,1	88,84
	45	24,3	96,62
	60	72,8	89,86



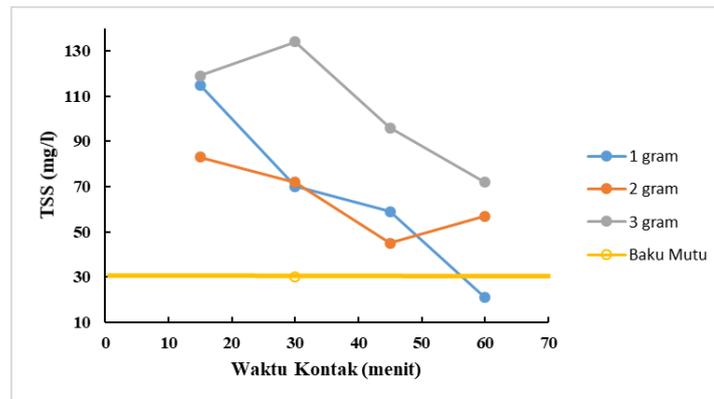
Gambar 4.3 Grafik hasil uji parameter COD limbah rumah makan

4.1.4 Hasil Pengolahan TSS dengan Arang Aktif Nanopartikel

Uji adsorpsi parameter TSS menggunakan nanopartikel arang aktif dari tempurung kelapa dengan variasi massa 1, 2, dan 3 gram serta waktu kontak 15, 30, 45 dan 60 menit. Dapat dilihat pada Tabel 4.3. Nanopartikel arang aktif dari tempurung kelapa mampu menurunkan kadar TSS hingga 88,59% pada massa 1 gram dan waktu kontak 60 menit. Hasil penurunan nilai TSS dapat di lihat pada Gambar 4.4.

Tabel 4.4 Hasil uji adsorpsi parameter TSS. Baris berwarna kuning menunjukkan efektivitas adsorpsi paling optimal dengan massa nanopartikel arang aktif dan waktu kontak.

Massa (gram)	Waktu Kontak (menit)	TSS (mg/l)	Efektivitas Degradasi TSS (%)
1	15	115	37,50
	30	70	61,96
	45	59	67,93
	60	21	88,59
2	15	83	54,89
	30	72	60,87
	45	45	75,54
	60	57	69,02
3	15	119	35,33
	30	134	27,17
	45	96	47,83
	60	72	60,87



Gambar 4.4 Grafik hasil uji parameter TSS limbah rumah makan

4.1.5 Analisis Nilai pH

Tabel 4.5 Hasil uji penurunan pH.

Massa (gram)	Waktu Kontak (menit)	pH
1	2	3
1	15	5,1
	30	5,4
	45	6,2
	60	6,5
2	15	5,4
	30	5,7
	45	6,2
	60	6,8
3	15	5,9
	30	6,2
	45	6,5
	60	7,9

Tabel 4.4 menunjukkan hasil pengukuran nilai pH menggunakan nanopartikel arang aktif dari tempurung kelapa, dengan variasi massa 1, 2, dan 3 gram serta waktu kontak 15, 30, 45 dan 60 menit. Nanopartikel arang aktif tempurung kelapa mampu menetralkan nilai pH hingga 6-9 sesuai dengan baku mutu sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk-Setjen/2016.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil uji pada Tabel 4.1, arang aktif tempurung kelapa yang disintesis memenuhi standar baku mutu sesuai SNI No. 06-3730-1995. Hasil tersebut menunjukkan bahwa arang aktif tempurung kelapa potensial untuk dijadikan adsorben. Hasil uji rendemen arang aktif sebesar 18,5%. Kadar air arang aktif sebesar 12,5%, dengan baku mutu yang dipersyaratkan adalah kurang dari sama dengan 15%. Hasil ini mengindikasikan arang aktif yang telah disintesis dapat digunakan dengan optimal dalam proses adsorpsi. Hasil analisis kadar abu adalah sebesar 5,5%, dengan batas maksimum yang dipersyaratkan baku mutu adalah 10%. Hasil ini menunjukkan arang aktif potensial memiliki daya adsorpsi yang tinggi karena kemungkinan hadirnya kandungan mineral yang terdapat dalam abu seperti kalsium, kalium, magnesium, dan natrium akan menyebar dalam kisi-kisi arang aktif (Jamilatun, 2014).

Tabel 4.2 menunjukkan hasil efektivitas penurunan nilai COD. Hasil-hasil analisis pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa nano partikel arang aktif mampu menurunkan kadar parameter COD hingga di bawah baku mutu sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk-Setjen/2016. Efektivitas degradasi nilai COD telah mencapai 96,62% dengan waktu kontak selama 40 menit dan massa arang aktif yang digunakan sebanyak 3 gram. Penurunan kadar COD di dalam limbah yang diolah, disebabkan luasnya permukaan nanopartikel arang aktif tempurung kelapa. Luasnya permukaan meningkatkan daya adsorpsi terhadap bahan organik di dalam limbah. Luasnya permukaan dapat berasal dari dua faktor, yaitu (i) pori-pori di dalam arang aktif, dan (ii) ukuran arang aktif dalam bentuk nano, yang jauh lebih luas dibandingkan dengan arang aktif yang tidak disintesis ke dalam bentuk nanopartikel. Secara teoritis, adsorpsi adalah suatu proses ketika partikel “menempel” pada suatu permukaan akibat dari adanya “perbedaan” muatan lemah di antara kedua benda (gaya Van der Waals). Jika zat yang diadsorpsi merupakan elektrolit maka adsorpsi akan berjalan lebih cepat dan hasil adsorpsi lebih banyak jika dibandingkan dengan larutan non elektrolit. Hal ini disebabkan karena larutan elektrolit terionisasi sehingga didalam larutan terdapat ion-ion dengan muatan berlawanan yang

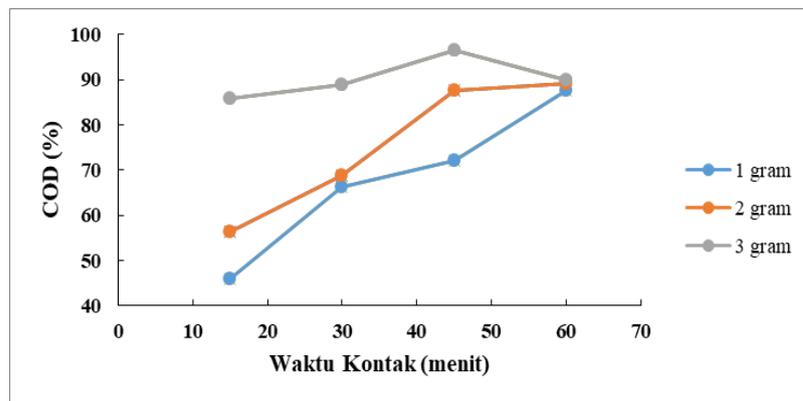
menyebabkan gaya tarik-menarik Van der Waals semakin besar, berarti daya adsorpsi semakin besar. Sehingga akhirnya akan terbentuk suatu lapisan tipis partikel-partikel halus pada permukaan tersebut (Setyobudiarso, 2014).

Gambar 4.5 menunjukkan persentase penurunan COD terhadap waktu kontak, terhadap tiga variasi massa 1, 2 dan 3 gram. Untuk perlakuan massa 1 gram, peningkatan persentase terjadi dari waktu kontak 15, 30, 45 dan 60 menit. Untuk perlakuan dengan massa 2 gram, terjadi peningkatan persentase yang signifikan dari waktu kontak ke waktu kontak berikutnya. Sementara itu, terjadi perbedaan pola degradasi untuk perlakuan massa 3 gram. Pada perlakuan ini, peningkatan persentase yang signifikan dari waktu kontak 15 menit, 30 menit dan 45 menit, namun, pada waktu 60 menit terjadi penurunan persentase. Terjadinya penurunan nilai COD mengindikasikan terjadinya proses adsorpsi oleh nanopartikel arang aktif. Dari Gambar 4.5 persentase degradasi COD dapat dikelompokkan berdasarkan perlakuan jumlah massa yang digunakan, dengan $3 \text{ gr} > 2 \text{ gr} > 1 \text{ gr}$. Hal ini menunjukkan kemampuan adsorpsi sangat dipengaruhi oleh jumlah massa yang digunakan. Proses penurunan COD mengalami laju degradasi relatif tinggi pada proses-proses awal dibandingkan proses-proses selanjutnya. Hal ini diduga disebabkan oleh pada awal proses adsorpsi seluruh permukaan pori arang aktif masih kosong dan molekul akan menempel dan membentuk suatu lapisan pada permukaan sehingga laju berlangsung cepat. Hasil penelitian ini berbeda dengan Wicheisa (2018) yang menyatakan arang aktif tempurung kelapa dalam bentuk non nano hanya mampu mendegradasi COD hingga 68,37%. Hal ini menunjukkan bahwa proses degradasi COD dengan arang aktif nanopartikel lebih optimal dibandingkan dengan arang aktif biasa.

Temuan ini berbeda dengan hasil-hasil lain yang menunjukkan semakin lama waktu kontak maka permukaan yang kosong akan semakin berkurang sehingga kemampuan adsorben untuk menyerap molekul menurun (Aisyahlia, 2013). Menurut Siregar (2015), efisiensi karbon aktif dalam mendegradasi COD semakin menurun seiring dengan bertambahnya waktu operasi. Hal ini terjadi karena kemampuan karbon aktif dalam mengadsorpsi berkurang. Berkurangnya kemampuan karbon aktif disebabkan karena pori-pori pada permukaan karbon telah

jenuh. Namun, dari pengamatan penurunan COD pada penelitian ini cenderung bersifat linear terhadap waktu. Hal ini mengindikasikan bahwa karbon aktif yang digunakan masih belum mengalami penjumlahan dan masih tersedia permukaan yang dapat digunakan sebagai adsorben. Hal ini menguatkan bahwa nanopartikel adalah adsorben yang dapat digunakan lebih lama dibandingkan dengan adsorben non nano partikel. Namun, perlu dilakukan investigasi lanjutan mengenai titik jenuh adsorben arang aktif dalam mereduksi limbah organik.

Hasil analisis data regresi linear sederhana digunakan untuk mengetahui pengaruh massa nanopartikel arang aktif dan waktu kontak terhadap parameter COD. Diketahui bahwa output nilai pengaruh massa nanopartikel terhadap COD adalah 0,037 lebih besar dari $<$ probabilitas 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima dan H_a ditolak, yang berarti bahwa tidak ada pengaruh antara massa nanopartikel arang aktif terhadap parameter COD. Sedangkan output nilai pengaruh waktu kontak terhadap COD adalah 0,002 lebih kecil dari $<$ probabilitas 0,05, yang berarti bahwa ada pengaruh antara waktu kontak arang aktif terhadap parameter COD. Massa nanopartikel arang aktif tidak berpengaruh terhadap nilai COD disebabkan pada penambahan 1 gram nanopartikel arang aktif sudah mencapai efektivitas sebanyak 87,53%, dimana hasil efektivitas tersebut sudah mencapai nilai optimal dan pada penambahan massa adsorben 2 gram dan 3 gram mempunyai nilai efektivitas yang tidak begitu berbeda. Namun, terdapat pengaruh antara waktu kontak arang aktif terhadap parameter COD hal ini disebabkan kemampuan arang aktif nanopartikel ini bertambah tiap waktunya dalam mendegradasi nilai COD, semakin tinggi waktu semakin meningkatkan kemampuan arang aktif nanopartikel. Tetapi terjadi penurunan pada menit terakhir disebabkan arang aktif telah mencapai titik jenuh (Siregar, 2015)



Gambar 4.5 Grafik presentasi penurunan COD terhadap waktu kontak, terhadap tiga variasi massa 1, 2 dan 3 gram.

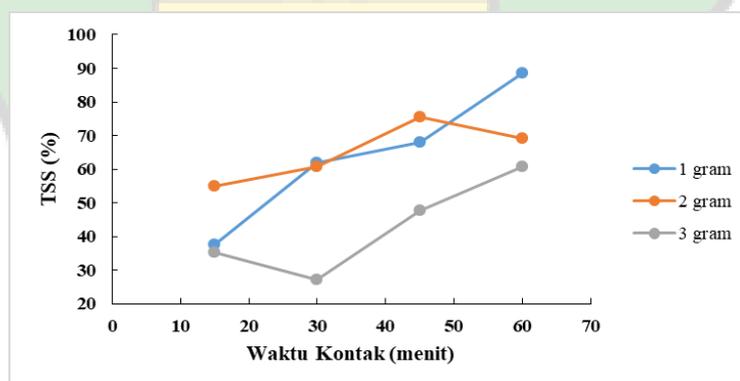
Tabel 4.3 menunjukkan nilai TSS dengan nanopartikel arang aktif. Hasil uji nanopartikel arang aktif dalam menurunkan kadar TSS mengalami perubahan signifikan dari waktu ke waktu selama eksperimen. Berdasarkan hal tersebut, nanopartikel arang aktif mampu menurunkan kadar TSS dengan maksimum sebesar 88,59%. Nilai maksimum tersebut diperoleh dengan perlakuan eksperimen massa arang aktif sebanyak 1 gram dan waktu kontak 60 menit. Gambar 4.3 menunjukkan hasil untuk nanopartikel arang aktif bermassa 1 gram pada penurunan TSS. Peningkatan persentase cukup signifikan terjadi dari waktu 15, 30, 45 dan 60 menit. Pada nanopartikel arang aktif bermassa 2 gram terjadi peningkatan persentase yang signifikan dari waktu kontak 15, 30 dan 45 menit tetapi terjadi penurunan pada waktu kontak 60 menit. Nilai TSS ditentukan oleh jumlah partikel padat yang terkandung di dalam limbah. Menurut Imamah (2007), waktu kontak merupakan hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Gaya adsorpsi molekul dari suatu zat terlarut akan meningkat apabila waktu kontak dengan karbon aktif makin lama. Waktu kontak yang lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang teradsorpsi berlangsung lebih baik.

Pada nanopartikel arang aktif bermassa 3 gram terjadi peningkatan persentase yang waktu kontak 15 menit, tetapi pada waktu kontak 30 menit terjadi penurunan dan peningkatan persentase kembali pada waktu kontak 45 menit hingga waktu kontak 60 menit terjadi penurunan persentase. Penurunan TSS pada

eksperimen kemungkinan disebabkan adanya adsorpsi dari arang aktif yang mempunyai sifat penukar kation sehingga mampu menyerap TSS (Sulistiyanti, 2018). Terjadinya kenaikan TSS selama eksperimen kemungkinan disebabkan ada proses desorpsi selama proses pengolahan limbah. Proses desorpsi disebabkan oleh gaya mekanis dan tumbukan di dalam larutan selama pengadukan (Irmanto, 2009).

Berdasarkan Gambar 4.6, efektivitas penurunan TSS terjadi pada perlakuan secara berurutan 1 gr > 2 gr > 3 gr. Hal tersebut menunjukkan bahwa banyaknya massa arang aktif yang digunakan sebagai adsorben justru menurunkan efektivitas degradasi nilai TSS. Hasil ini diduga disebabkan oleh adanya kontribusi penambahan partikel padat yang tersuspensi dari material karbon aktif. Pada studi-studi selanjutnya, khususnya pada tahap implementasi pada skala besar, inovasi dan teknik yang dapat mereduksi masalah ini perlu untuk dilakukan.

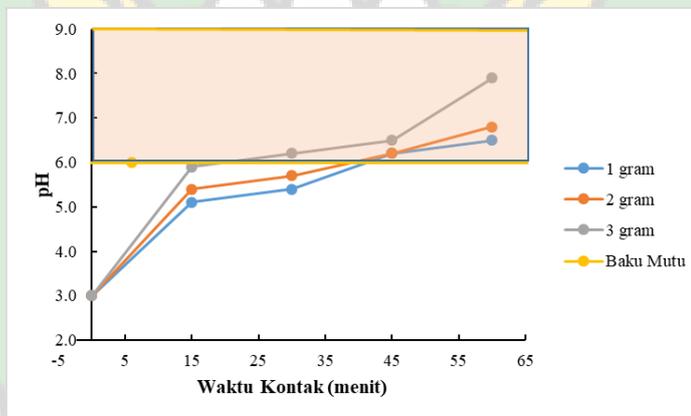
Hasil analisis data regresi linear sederhana digunakan untuk mengetahui pengaruh massa nanopartikel arang aktif dan waktu kontak terhadap parameter TSS. Diketahui bahwa output nilai pengaruh massa nanopartikel terhadap TSS adalah 0,092 lebih besar dari < probabilitas 0,05, sehingga diartikan tidak ada pengaruh antara massa nanopartikel arang aktif terhadap parameter COD. Begitu juga dengan pengaruh waktu kontak terhadap TSS. Output nilainya adalah 0,414 lebih besar dari < probabilitas 0,05, sehingga tidak ada pengaruh antara waktu kontak arang aktif terhadap parameter TSS.



Gambar 4.6 Grafik penurunan TSS terhadap waktu kontak, terhadap tiga variasi massa 1, 2 dan 3 gram.

Tabel 4.4 menunjukkan hasil uji nilai pH mengalami peningkatan dari masing-masing perlakuan. Berdasarkan sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk-Setjen/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, pH limbah domestik yang diizinkan dibuang ke lingkungan adalah 6-9, sehingga nilai pH masih dalam ambang batas. Rendahnya nilai pH di dalam limbah menunjukkan bahwa limbah bersifat asam. Keasaman limbah disebabkan oleh adanya bahan-bahan pencemar organik sebagai buangan rumah makan. Pencemar tersebut dapat berupa asam organik, organik karbon, nitrat dan fosfat (Fauziah, 2019).

Hasil analisis data regresi linear sederhana variabel waktu kontak terhadap parameter pH. 0,125 lebih besar dari $<$ probabilitas 0,05, menunjukkan tidak ada pengaruh antara massa nanopartikel arang aktif terhadap parameter pH. Sedangkan output nilai pengaruh waktu kontak terhadap pH adalah 0,017 lebih kecil dari $<$ probabilitas 0,05, yang berarti bahwa ada pengaruh antara waktu kontak arang aktif terhadap parameter pH.



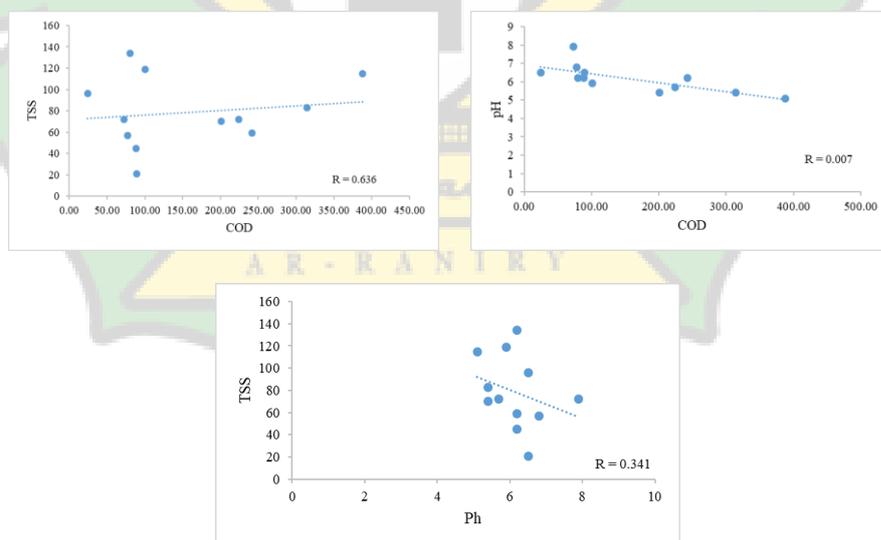
Gambar 4.7 Grafik perubahan nilai pH terhadap waktu kontak (menit). Arang aktif bermassa 1 gram ditandai dengan garis berwarna biru, 2 gram ditandai dengan garis berwarna oranye dan 3 gram yang ditandai dengan garis berwarna abu.

Gambar 4.7 menunjukkan hasil pada nanopartikel pada peningkatan pH. Setiap perlakuan mengalami peningkatan persentase yang cukup signifikan terjadi dari waktu kontak 15, 30, 45 hingga 60 menit. Hal ini menunjukkan bahwa

terjadinya peningkatan nilai pH pada limbah domestik dengan nanopartikel arang aktif dapat disebabkan adanya kation dalam arang aktif yang terlarut dalam air limbah domestik, sehingga, pH sesuai dengan baku mutu dan aman jika langsung dibuang ke lingkungan (Mardhia, 2018).

Gambar 4.8 merupakan grafik korelasi antara parameter COD dan TSS. Diketahui bahwa output nilai parameter COD dan TSS adalah 0,636 lebih besar dari $> 0,05$ sehingga tidak terdapat korelasi yang signifikan, yang berarti tidak ada hubungan antara parameter COD dan TSS. Lemahnya korelasi COD dan TSS menunjukkan zat pencemar di dalam limbah berasal dari bahan organik dan bukan dari bahan an organik seperti logam berat (Nikoonahad dkk, 2016).

Grafik pada Gambar 4.8 merupakan grafik korelasi antara parameter COD dan pH. Diketahui bahwa output nilai parameter COD dan pH adalah 0,007 lebih kecil dari $> 0,05$ sehingga terdapat korelasi yang signifikan, yang berarti ada hubungan antara parameter COD dan pH. Korelasi antara parameter pH dan TSS. diketahui bahwa output nilai parameter pH dan TSS adalah 0,341 lebih besar dari $> 0,05$ sehingga tidak terdapat korelasi yang signifikan, yang berarti tidak ada hubungan antara parameter pH dan TSS.



Gambar 4.8 Grafik korelasi COD dan TSS, pH dan COD dan TSS dan pH.

Grafik pada Gambar 4.7, grafik hasil uji analisis korelasi menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara parameter COD dan TSS serta parameter pH dan TSS, karena nilai yang dihasilkan lebih besar dari $> 0,05$. Namun,

untuk parameter COD dan pH terdapat hubungan yang signifikan karena nilai yang dihasilkan adalah 0,007 yang berarti lebih kecil dari $< 0,05$. Hubungan antara parameter COD dengan pH memiliki nilai yang searah.

Tabel 4.6 Hasil uji analisis korelasi antara parameter COD, TSS dan pH. Nilai R untuk korelasi kuat (-0,727) ditandai arsir kuning.

	COD	TSS	pH
COD	1	0,153	-0,727**
TSS		1	-0,301
pH			1

Berdasarkan Tabel 4.5, diketahui bahwa output nilai korelasi antara masing-masing variabel parameter yang dihubungkan tidak mempunyai dua tanda bintang (**), ini berarti tidak terdapat korelasi antara variabel yang dihubungkan. Namun, untuk output nilai korelasi antara parameter COD dan pH begitu juga sebaliknya mempunyai dua tanda bintang (**), yang berarti terdapat korelasi antara variabel yang dihubungkan dengan taraf signifikansi 1% berdasarkan nilai R untuk korelasi kuat (-0,727).

Berdasarkan penampakan fisik hasil olahan, diperoleh hasil yang belum jernih. Hasil ini akibat oleh adanya kontribusi nanopartikel arang aktif yang tersuspensi. Pada tahap implementasi selanjutnya seperti pada skala besar, inovasi dan teknik yang dapat mereduksi masalah ini perlu untuk dilakukan untuk pengolahan limbah domestik dengan arang aktif nanopartikel. Sehingga penelitian ini mampu mencapai hasil yang diinginkan dalam penerapannya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah:

1. Nanopartikel arang aktif tempurung kelapa menormalkan pH di dalam limbah rumah makan sesuai dengan baku mutu SNI 06-6898.11-2004.
2. Nanopartikel arang aktif tempurung kelapa dapat mereduksi kandungan COD di dalam limbah rumah makan hingga 96,62% dengan fraksi massa 3 gram untuk 500mL limbah selama 45 menit.
3. Nanopartikel arang aktif tempurung kelapa dapat mereduksi kandungan TSS di dalam limbah rumah makan hingga 88,59% dengan fraksi massa 1 gram untuk 500mL limbah selama 60 menit.

5.2 Saran

Adapun saran dan masukan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai referensi untuk pemanfaatan tempurung kelapa menjadi nanopartikel arang aktif untuk permasalahan pengolahan limbah domestik yang ada berada pada perairan.
2. Penelitian lanjutan terhadap efektivitas nanopartikel arang aktif tempurung kelapa dalam mengatasi masalah limbah domestik lainnya.
3. Investigasi mengenai karakterisasi nanopartikel arang aktif tempurung kelapa perlu dilakukan dengan analisa morfologi dan ukuran bulir.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiningtyas, A., & Mulyono, P. (2016). Kinetika Adsorpsi Nikel (II) dalam Larutan Aqueous dengan Karbon Aktif Arang Tempurung Kelapa. *Jurnal Rekayasa Proses*, 10(2), 36.
- Afandi, Y. V., Sunoko, H. R., & Kismartini, K. (2014). Status Keberlanjutan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Komunal Berbasis Masyarakat Di Kota Probolinggo. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 11(2), 100.
- Agusetiani, L. (2013). Pembuatan Nanozeolit dari Zeolit Alam Secara Top Down Menggunakan High Energy Milling dan Aplikasinya untuk Penyerapan Ion Fe³⁺.
- Aisyahlika, S.Z., Firdaus, M.L., dan Elvia, R. (2018). Kapasitas Adsorpsi Aarang Aktif Cangkang Bintaro (Cerbera odollam) Terhadap Zat Warna Sintesis Reactive RED-120 Dan Reactive BLUE-198. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 2(2), 148–155.
- Al Kholif, M. (2018). Penurunan Beban Pencemar Pada Limbah Domestik Dengan Menggunakan Moving Bed Biofilter Reaktor (Mbbf). *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(1), 1–8.
- Alimsyah, A., & Damayanti, A. (2013). Penggunaan Arang Tempurung Kelapa dan Eceng Gondok untuk Pengolahan Air Limbah Tahu dengan Variasi Konsentrasi. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1), D6–D9. <http://www.ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/3170>
- Arfadiani, D., & Larasati, D. (2015). Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa Muda Melalui Pengembangan Desain Produk Alat Makan. *Jurnal Tingkat Sarjana Senirupa Dan Desain*, 1, 1–8.
- Arsad, E. (2010). Teknologi Pengolahan Dan Pemanfaatan Karbon Aktif Untuk Industri. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 2(2), 43.
- Bahrani, A., Kazemi, F., & Ghorbani, Y. (2019). Effect of different reagent regime on the kinetic model and recovery in gilsonite flotation. *Journal of Materials Research and Technology*, 8(5), 4498–4509.
- Balfas, A., Irmansyah, I., Nikmatin, S., & Sukarto, A. (2016). Pengaruh Milling Terhadap Karakteristik Nanopartikel Biomassa Rotan. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 4(1), 105566.
- Berger, A. P. L., Pezzin, R. D. O., Grillo, F. F., Junca, E., Furtado, H. S., & Oliveira, J. R. De. (2019). Analysis of the influence of adding CaF₂ and Na₂O to steel desulfurizing mixtures using computational thermodynamics. *Journal of Materials Research and Technology*, 8(5), 4651–4658.
- Budi, E. (2011). Tinjauan Proses Pembentukan dan Penggunaan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar Bahan Komponen Kandungan Sifat termal. *Jurnal Penelitian Sains*, 14(C), 25–29.
- Budi, E., Nasbey, H., Budi, S., Handoko, E., Suharmanto, P., Sinansari, R., Fisika, J., & Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, J. (2012). Kajian Pembentukan Karbon Aktif Berbahan Arang Tempurung Kelapa. *Seminar Nasional Fisika*, 62–66.
- Christiany, A. (2019). Potensi Teknis - Ekonomis Daur Ulang Air Limbah Industri Tekstil Menggunakan Aplikasi Arang Aktif. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya*

- Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 9(2), 229–240.
- Dalam, K., Kadar, M., Dan, K., & Pada, T. S. S. (2007). *Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi persyaratan*. 2007.
- Erlina, Umiatin, & Budi, E. (2015). Pengaruh Konsentrasi Larutan Koh Pada Karbon Aktif. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, IV, 55–60.
- Fajrianti, H., Oktiawan, W., & Wardhana, I. W. (2016). Pengaruh Waktu Perendaman Dalam Aktivator Naoh Dan Debit Aliran Terhadap Penurunan Krom Total (Cr) Dan Seng (Zn) Pada Limbah Cair Industri Elektrolating Dengan Menggunakan Arang Aktif Dari Kulit Pisang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(1), 1–9.
- Filliazati, M. (2013). Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Biofilter Aerob Menggunakan Media Bioball Dan Tanaman Kiambang. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 1(1), 1–10.
- Gumelar, D., & Hendrawan, Y. (2015). Pengaruh Aktivator dan Waktu Kontak Terhadap Kinerja Arang Aktif Berbahan Eceng Gondok (*Eichornia crossipes*) Pada Penurunan COD Limbah Cair Laundry. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 3(1), 15–23.
- Hasyim, M., & Listiawan, T. (2014). Penerapan Aplikasi IBM SPSS Untuk Analisis Data Bagi Pengajar Pondok Hidayatul Mubtadi'in Ngunut Tulungagung Demi Meningkatkan Kualitas Pembelajaran dan Kreativitas Karya Ilmiah Guru. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 28–35.
- Hijriani, A., Muludi, K., & Andini, E. A. (2016). Implementasi Metode Regresi Linier Sederhana Pada Penyajian Hasil Prediksi Pemakaian Air Bersih Pdam Way Rilau Kota Bandar Lampung Dengan Sistem Informasi Geografis. *Informatika Mulawarman : Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 11(2), 37.
- Hoten, H. Van. (2020). Analisis Karakterisasi Serbuk Biokeramik Dari Cangkang Telur Ayam Broiler. *Rotor*, 13(1), 1.
- Irawan, A., Rahmayetty, R., Sari, N. K., & Utami, S. (2016). Pengaruh Aktivator Kimia Pada Performansi Bioadsorben Dari Karbon Tempurung Kelapa Sebagai Penjernih Air Sumur. *Teknika: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 12(1), 103.
- Jamilatun, S., & Setyawan, M. (2014). Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Penjernihan Asap Cair. *Spektrum Industri*, 12(1), 73. 1
- Jasmal, Sulfikar, & Ramlawati. (2015). Kapasitas adsorpsi arang aktif ijuk pohon aren (*Arenga pinnata*) terhadap Pb^{2+} . *Jurnal Sainsmat*, 4(1), 57–66.
- Joharwan, J. W. (2017). *Produksi nanopartikel arang bambu wulung dengan menggunakan High Energy Milling (HEM) model shaker mill*.
- Kekerasan, M. D. A. N. (2013). Analisis Kegagalan Material Pipa Ferrule Nickel Alloy N06025 Pada Waste Heat Boiler Akibat Suhu Tinggi Berdasarkan Pengujian : Mikrofografi Dan Kekerasan. *Jurnal Teknik Mesin Undip*, 1(4), 33–39.
- Khairunnisa, Rezagama, A., & Arianto, F. (2017). Penurunan Kadar COD dan Warna pada Limbah Artifisial Batik Zat Warna Turunan Azo Menggunakan Metode Adsorpsi Arang Aktif dan Ozonasi + $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(3), 1–7.

- Kristianto, H. (2017). Review: Sintesis Karbon Aktif Dengan Menggunakan Aktivasi Kimia ZnCL₂. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(3), 104–111.
- Kusumawati, F., Sembiring, E., Handajani, M., Penelitian, P., Pekerjaan, K., & Rakyat, P. (2018). *Evaluation Of Effluent Communal Domestic Wastewater Treatment For Possible Use As Reclaimed Water*. 24, 75–88.
- Lempang, M. (2014). Pembuatan dan Kegunaan Karbon Aktif. *Info Teknis EBONI*, 11(2), 65–80.
- Mardani, Y. (2019). *Akasia Dengan Tumbukan Bola Baja Diameter*. 1–14.
- Mardhia, D., & Abdullah, V. (2018). Studi Analisis Kualitas Air Sungai Brangbiji Sumbawa Besar. *Jurnal Biologi Tropis*, 18(2). 0
- Mardianto, W. (2014). Pengolahan Limbah Cair Rumah Makan Menggunakan Sistem Kombinasi Abr Dan Wetland Dengan Sistem Kontinyu. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 2(1), 1–10.
- Marpaung, M. P., & Romelan, R. (2019). ANALISIS JENIS DAN KADAR SAPONIN EKSTRAK METANOL DAUN KEMANGI (*Ocimum basilicum* L.) DENGAN MENGGUNAKAN METODE GRAVIMETRI. *JFL : Jurnal Farmasi Lampung*, 07(2).
- Maswar, M. (2017). Analisis Statistik Deskriptif Nilai UAS Ekonomitrika Mahasiswa dengan Program SPSS 23 & Eviews 8.1. *Jurnal Pendidikan Islam Indonesia*, 1(2), 273–292.
- Melati, A., & Hidayati, E. (2017). *Aplikasi Carbon Nano Fiber Terintegrasi*. 1, 277–292.
- Narain, V., & Ray, S. (2019). Variation in mechanical properties with MnO₂ content in cast and forged in-situ Al-8Mg-MnO₂ composites. *Journal of Materials Research and Technology*, 8(5), 4489–4497.
- Nasihah, M., Saraswati, A. A., & Naja, S. (2018). Uji Pengolahan Limbah Cair Domestik Melalui Metode Koagulasi-Flokulasi dan Fitoremediasi dengan Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.). *Jurnal EnviScience*, 2(2), 76–79.
- Nikoonahad, A., & Ebrahimi, A. A. (2016). of Environmental Health and Sustainable Development Evaluation the Correlation between Turbidity and Total Suspended Solids with other Chemical Parameters in Yazd Wastewater Treatment Effluent Plant. *Journal of Environment Health and Sustainable Development*, 1(2)(September), 66–74.
- Nilandita, W., Pribadi, A., Nengse, S., Auvaria, S. W., & Nurmaningsih, D. R. (2019). Studi Keberlanjutan IPAL Komunal di Kota Surabaya (Studi Kasus di RT 02 RW 12 Kelurahan Bendul Merisi Kota Surabaya). *Al-Ard : Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(2), 46–54.
- Nurhasni, N., Salimin, Z., & Nurfitriyani, I. (2013). Pengolahan Limbah Industri Elektroplating Dengan Proses Koagulasi Flokulasi. *Jurnal Kimia VALENSI*, 3(1), 41–48.
- Nurhayati, I., Sugito, S., & Pertiwi, A. (2018). Pengolahan Limbah Cair Laboratorium dengan Adsorpsi dan Pretreatment Netralisasi dan Koagulasi. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 10(2), 125–138. rt5
- Nurmaliakasih, Y. ., Abdul, S., & Badrus, Z. (2017). Penyisihan bod dan cod limbah cair industri karet dengan sistem biofilter aerob dan plasma dielectric barrier dischare (DBD). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(1), 14.

- Nustini, Y., & Allwar, A. (2019). Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa Menjadi Arang Tempurung Kelapa dan Granular Karbon Aktif Guna Meningkatkan Kesejahteraan Desa Watuduwur, Bruno, Kabupaten Purworejo _ Nustini _ *Asian Journal of Innovation and Ent. Asian Journal of Innopation and Enterpreneurship*, 4(3), 217–226.
- Purwatingrum, O. (2018). Gambaran Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Komunal di Kelurahan Simikerto, Kecamatan Simokerto, Kota Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(82), 243–253.
- Puspita Melfi, M. Lutfi Firdaus, & Nurhamidah. (2017). Pemanfaatan Arang Aktif Sabut Kelapa Sawit Sebagai Adsoben Zat Warna Sintetis Reactive Red-120 Dan Direct Green -26. *Alotrop*, 1(1), 75–79.
- Qi, L., Ma, Z., Liang, J., Xiao, Z., Dong, M., Zhang, J., Guo, Z., Fan, J., Ding, T., & Liu, C. (2019). Thermomechanical investigation on the effect of nitroguanidine on the thermal expansion coefficient and glass transition temperature of double-base gun propellant. *Journal of Materials Research and Technology*, 8(5), 4264–4272.
- Ratnawati, R., & Ulfah, S. L. (2020). Pengolahan Air Limbah Domestik menggunakan Biosand Filter. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(1), 8–14.
- Riduan, R. (2005). *Studi Pengaruh Penambahan Karbon Aktif Pada Optimasi Penurunan Warna Dan Kandungan Organik Pada Air Gambut Menggunakan Membran Ultrafiltrasi*. 6(1), 54–60.
- Rusydi, A. F., Naily, W., & Lestiana, H. (2015). Pencemaran Limbah Domestik Dan Pertanian Terhadap Airtanah Bebas Di Kabupaten Bandung. *Jurnal Riset Geologi Dan Pertambangan*, 25(2), 87.
- Rusydi, A. F., Suherman, D., & Sumawijaya, N. (2016). Pengolahan Air Limbah Tekstil Melalui Proses Koagulasi – Flokulasi Dengan Menggunakan Lempung Sebagai Penyumbang Partikel Tersuspensi. *Arena Tekstil*, 31(2), 105–114.
- Saputro, Y., Supriyono, & Anggono, A. D. (2019). Kajian partikel arang daun bambu tutul hasil tumbukan. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 20(2), 9–16.
- Sartika, D., Malis, E., & Lestari, A. S. (2020). Studi Penyerapan Logam Berat Pb Menggunakan Nanopartikel Fe₃O₄. *JPSE (Journal of Physical Science and Engineering)*, 4(1), 18–22.
- Sattuang, H., Mustari, K., & Syahrul, M. (2020). *Analisis Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Studi Kasus Batikite Resort Jeneponto*. 9, 56–68.
- Setiyoningsih. (2018). Pembuatan Dan Karakterisasi Arang Aktif Kulit Singkong Menggunakan Aktivator ZnCl₂. *Jurnal Kimia Riset*, 3(1), 13–19.
- Setyobudiarso, H., & Yuwono, E. (2014). Rancang Bangun Alat Penjernih Air Limbah Cair Laundry Dengan Menggunakan Media Penyaring Kombinasi Pasir – Arang Aktif Jurusan Teknik Lingkungan dan Teknik Sipil ITN Malang. *Jurnal Neutrino*, 6(2), 84–90.
- Sherif, E. S. M., Abdo, H. S., Latief, F. H., Alharthi, N. H., & Abedin, S. Z. El. (2019). Fabrication of Ti-Al-Cu new alloys by inductive sintering, characterization, and corrosion evaluation. *Journal of Materials Research and Technology*, 8(5), 4302–4311.
- Shokry, H., Elkady, M., & Hamad, H. (2019). Nano activated carbon from industrial mine coal as adsorbents for removal of

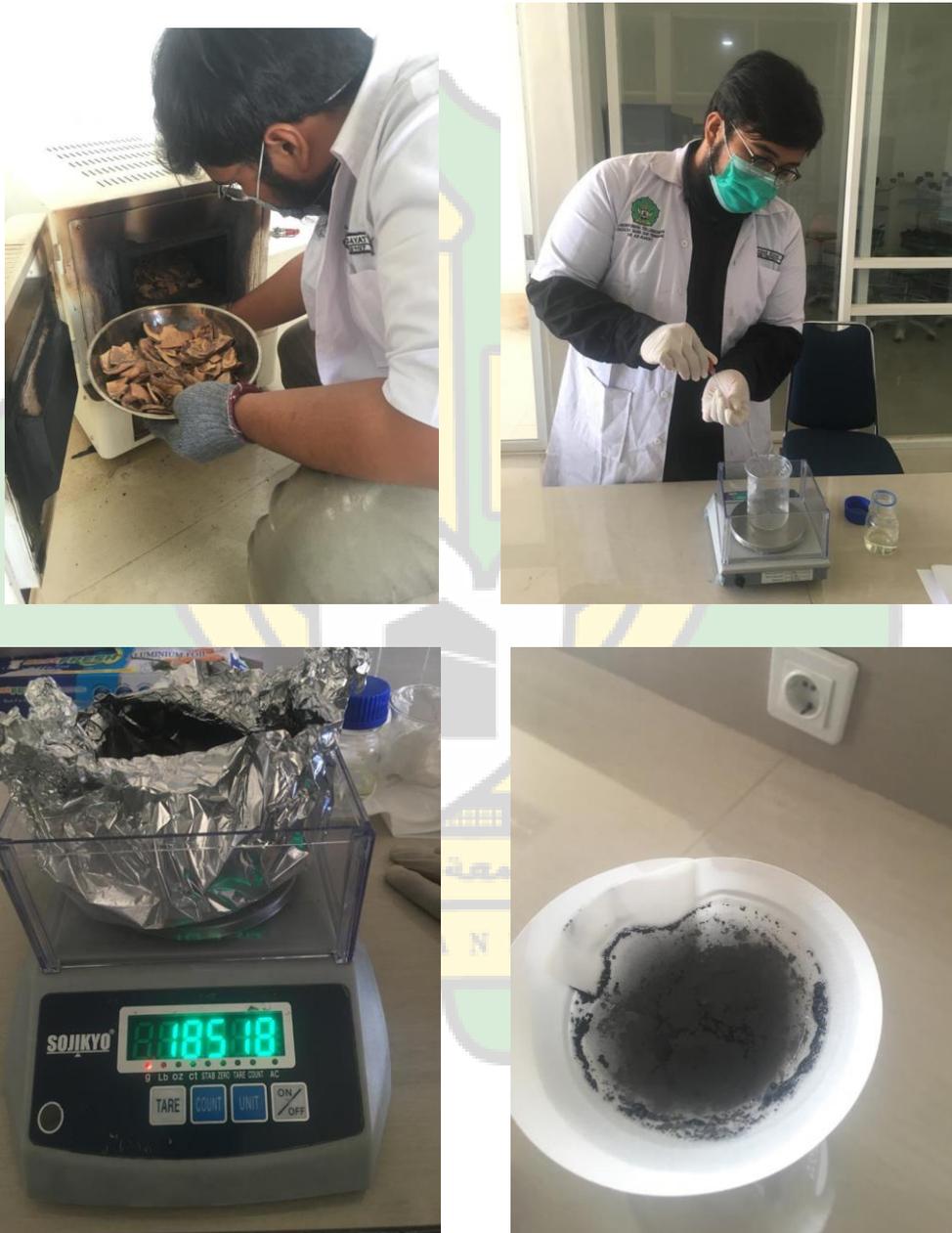
- dye from simulated textile wastewater: Operational parameters and mechanism study. *Journal of Materials Research and Technology*, 8(5), 4477–4488.
- Siregar, R. D., Zaharah, T. A., & Wahyuni, N. (2015). Penurunan Kadar COD (Chemical Oxygen Demand) Limbah Cair Industri Kelapa Sawit Menggunakan Arang Aktif Biji Kapuk (Ceiba Petandra). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 4(2), 62–66.
- So, P. H., Suhu, V., & Waktu, D. A. N. (2014). *C selama 120 menit. Pengujian kadar abu dengan menimbang arang aktif sebanyak 1 gram lalu memasukkan pada furnace dengan suhu 500*. 31–38.
- South, A. E., & Nazir, E. (2016). Karakteristik air limbah rumah tangga (grey water) pada salah satu perumahan menengah keatas yang berada di kelurahan Kademangan kota tangerang. *Jurnal Ecolab*, 10(2), 80–88.
- Suhartana, S. (2007). Pemanfaatan Sekam Padi sebagai Bahan Baku Arang Aktif dan Aplikasinya untuk Penjernihan Air Sumur di Desa Asinan Kecamatan Bawen Kabupaten Semarang. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 10(3), 67–71.
- Sulistiyanti, D., Antoniker, A., & Nasrokhah, N. (2018). Penerapan Metode Filtrasi dan Adsorpsi pada Pengolahan Limbah Laboratorium. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 3(2), 147. 0
- Syauqiah, I., Amalia, M., & Kartini, H. A. (2011). Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif. *Info Teknik*, 12(1), 11–20.
- Taer, E., Oktaviani, T., Taslim, R., & Farma, R. (2015). Karakterisasi Sifat Fisika Karbon Aktif Tempurung. *P-ISSN: 2339-0654 e-ISSN: 2476-9398, IV*, 97–100.
- Ulum, G. H., Suherman, S., & Syafrudin, S. (2015). Kinerja Pengelolaan Ipal Berbasis Masyarakat Program Usri Kelurahan Ngijo, Kecamatan Gunung Pati, Kota Semarang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 13(2), 65.
- Utomo, S. (2014). Pengaruh Waktu Aktivasi dan Ukuran Partikel Terhadap Daya Serap Karbon Aktif dari Kulit Singkong dengan Aktivator NaOH. *Universitas Muhammadiyah Jakarta, November*, 1–4.
- Verayana, V., Papatungan, M., dan Iyabu, H. (2018). Pengaruh Aktivator HCl dan H₃PO₄ terhadap Karakteristik (Morfologi Pori) Arang Aktif Tempurung Kelapa serta Uji Adsorpsi pada Logam Timbal (Pb). *Jurnal Entropi*, 13(1), 67–75.
- Wang, M., Pang, J. C., Liu, H. Q., Li, S. X., & Zhang, Z. F. (2019). Property optimization of low-cycle fatigue in Al-Si piston alloy at elevated temperatures by ultrasonic melt treatment. *Journal of Materials Research and Technology*, 8(5), 4556–4568.
- Widayatno, T., Yuliawati, T., Susilo, A. A., Studi, P., Kimia, T., Teknik, F., & Muhammadiyah, U. (2017). Adsorpsi Logam Berat (Pb) dari Limbah Cair dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, 1(1), 17–23.
- Widiyanto, A. F., Yuniarno, S., & Kuswanto. (2015). Jurnal Kesehatan Masyarakat LAND WATER POLLUTION FROM INDUSTRIAL WASTE AND. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(2), 246–254.

- Wirawan, W. A., Wirosodarmo, R., & Susanawati, L. D. (2014). Pengolahan Limbah Cair Domestik Menggunakan Tanaman Kayu Apu Dengan Teknik Tanaman Hidroponik Sistem DFT. *Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 1(2), 63–70.
- Wirosodarmo, R., Haji, A. T. S., & Aprilia, E. H. (2016). Pengaruh Konsentrasi Dan Waktu Kontak Pada Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Karbon Aktif Tongkol Jagung Untuk Menurunkan BOD dan COD. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 3(2), 31–38.
- Yuningsih, L. M., Mulyadi, D., & Kurnia, A. J. (2016). Pengaruh Aktivasi Arang Aktif dari Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa Terhadap Luas Permukaan dan Daya Jerap Iodin. *Jurnal Kimia VALENSI*, 2(1), 30–34.



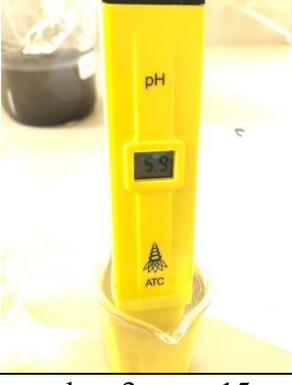
LAMPIRAN I

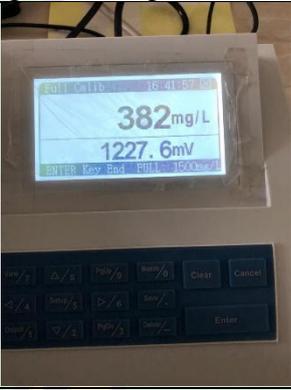
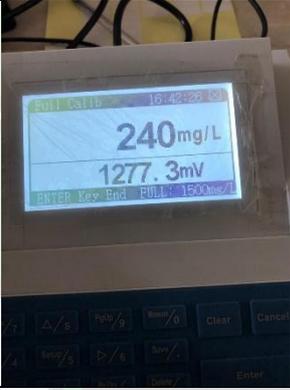
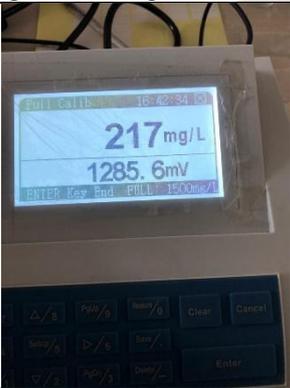
DOKUMENTASI UJI PENDAHULUAN

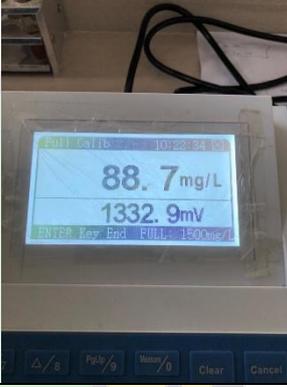


Gambar LIII.1 Peneliti sedang melakukan uji pendahuluan. Uji pendahuluan dilakukan dengan aktivasi arang aktif dan uji kualitas arang aktif dari tempurung kelapa.

	
<p>Pengambilan sampel</p>	<p>Sampel Limbah</p>
	
<p>Pengadukan Dengan Proses Flokulasi</p>	<p>Proses Pengecekan TSS</p>
	
<p>Hasil sampel 12 perlakuan</p>	<p>Pengecekan pH sampel awal</p>
	
<p>Pengecekan 1 gram 15 menit</p>	<p>Pengecekan 1 gram 30 menit</p>

	
Pengecekan 1 gram 45 menit	Pengecekan 1 gram 60 menit
	
Pengecekan 2 gram 15 menit	Pengecekan 2 gram 30 menit
	
Pengecekan 2 gram 45 menit	Pengecekan 2 gram 60 menit
	
Pengecekan 3 gram 15 menit	Pengecekan 3 gram 30 menit

	
<p>Pengecekan 3 gram 45 menit</p>	<p>Pengecekan 3 gram 60 menit</p>
	
<p>Pengecekan COD</p>	<p>Pengecekan 1 gram 15 menit</p>
	
<p>Pengecekan 1 gram 30 menit</p>	<p>Pengecekan 1 gram 60 menit</p>
	

Pengecekan 2 gram 15 menit	Pengecekan 2 gram 30 menit
	
Pengecekan 2 gram 45 menit	Pengecekan 2 gram 60 menit
	
Pengecekan 3 gram 15 menit	Pengecekan 3 gram 30 menit
	
Alat Vakum pengecekan TSS	Pengecekan sampel awal TSS
	

Pengecekan 1 gram 15 menit	Pengecekan 1 gram 30 menit
	
Pengecekan 1 gram 45 menit	Pengecekan 1 gram 60 menit
	
Pengecekan 2 gram 15 menit	Pengecekan 2 gram 30 menit
	
Pengecekan 2 gram 45 menit	Pengecekan 2 gram 60 menit

LAMPIRAN II

Perhitungan Konsentrasi HCL dan parameter TSS

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

$$M_1 = \frac{\rho \times \% \times 10}{Mr}$$
$$= \frac{1,18 \frac{gr}{mL} \times 37 \times 10}{36,5 \frac{gr}{mol}}$$

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

$$M_1 V_1 = M_2 V_2$$

$$V_1 = \frac{1000 \text{ ml} \times 0,1 \text{ M}}{11,96 \text{ M}}$$

$$= 8,36 \text{ ml}$$

Untuk menghitung parameter TSS maka dilakukan Persamaan 2;

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{volume contoh uji, mL}} = ?$$

dengan A adalah berat kertas saring + residu kering (mg), dan B adalah berat kertas saring, (mg).

1. Perhitungan sampel awal parameter TSS limbah domestik

$$= \frac{(0,1584 - 0,1400) \times 1000 \text{ mg}}{0,1 \text{ L}} = 184 \text{ mg/l}$$

2. Perhitungan sampel TSS pada pengolahan 1 gram 15 menit

$$= \frac{(0,1515 - 0,1400) \times 1000 \text{ mg}}{0,1 \text{ L}} = 115 \text{ mg/l}$$

3. Perhitungan sampel TSS pada pengolahan 1 gram 30 menit

$$= \frac{(0,1470 - 0,1400) \times 1000 \text{ mg}}{0,1 \text{ L}} = 70 \text{ mg/l}$$

4. Perhitungan sampel TSS pada pengolahan 1 gram 45 menit

$$= \frac{(0,11459-0,1400) \times 1000 \text{ mg}}{0,1 \text{ L}} = 59 \text{ mg/l}$$

5. Perhitungan sampel TSS pada pengolahan 1 gram 60 menit

$$= \frac{(0,1421-0,1400) \times 1000 \text{ mg}}{0,1 \text{ L}} = 21 \text{ mg/l}$$

6. Perhitungan sampel TSS pada pengolahan 2 gram 15 menit

$$= \frac{(0,1483-0,1400) \times 1000 \text{ mg}}{0,1 \text{ L}} = 83 \text{ mg/l}$$

7. Perhitungan sampel TSS pada pengolahan 2 gram 30 menit

$$= \frac{(0,1472-0,1400) \times 1000 \text{ mg}}{0,1 \text{ L}} = 72 \text{ mg/l}$$

8. Perhitungan sampel TSS pada pengolahan 2 gram 45 menit

$$= \frac{(0,1445-0,1400) \times 1000 \text{ mg}}{0,1 \text{ L}} = 45 \text{ mg/l}$$

9. Perhitungan sampel TSS pada pengolahan 2 gram 60 menit

$$= \frac{(0,1457-0,1400) \times 1000 \text{ mg}}{0,1 \text{ L}} = 57 \text{ mg/l}$$

10. Perhitungan sampel TSS pada pengolahan 3 gram 15 menit

$$= \frac{(0,1519-0,1400) \times 1000 \text{ mg}}{0,1 \text{ L}} = 119 \text{ mg/l}$$

11. Perhitungan sampel TSS pada pengolahan 3 gram 30 menit

$$= \frac{(0,1534-0,1400) \times 1000 \text{ mg}}{0,1 \text{ L}} = 134 \text{ mg/l}$$

12. Perhitungan sampel TSS pada pengolahan 3 gram 45 menit

$$= \frac{(0,1496-0,1400) \times 1000 \text{ mg}}{0,1 \text{ L}} = 96 \text{ mg/l}$$

13. Perhitungan sampel TSS pada pengolahan 3 gram 60 menit

$$= \frac{(0,1472-0,1400) \times 1000 \text{ mg}}{0,1 \text{ L}} = 72 \text{ mg/l}$$

LAMPIRAN III

PENGUJIAN PARAMETER AIR LIMBAH

1. Pengujian Parameter COD (SNI. 06.6989.72.2009).

Cara pengujian parameter COD ditunjukkan sesuai (SNI. 06.6989.73.2009) ditunjukkan sebagai berikut:

1. Pembuatan larutan pereaksi asam sulfat

Dilarutkan 10,12 g serbuk atau kristal Ag_2SO_4 ke dalam 1000 mL H_2SO_4 pekat, kemudian aduk hingga merata.

2. Pembuatan larutan baku kalium dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 0,01667 M ($\approx 0,1$ N) (*digestion solution*).

- a. Dilarutkan 4,903 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yang telah dikeringkan pada suhu 150°C selama 2 jam ke dalam 500 mL air bebas organik.
- b. Ditambahkan 167 mL H_2SO_4 pekat dan 33,3 g HgSO_4 .
- c. Dilarutkan dan dinginkan pada suhu ruang dan encerkan sampai 1000 mL.

3. Pembuatan larutan indikator ferroin

Dilarutkan 1,485 g 1,10 phenanthrolin monohidrat dan 695 mg $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dalam air bebas organik dan di encerkan sampai 100 mL.

4. Pembuatan larutan baku Ferro Ammonium Sulfat (FAS) 0,05 M

- a. Dilarutkan 19,6 g $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dalam 300 mL air bebas organik.
- b. Ditambahkan 20 mL H_2SO_4 pekat.
- c. Didinginkan dan tepatkan sampai 1000 mL.

5. Pembuatan larutan asam sulfamat ($\text{NH}_2\text{SO}_3\text{H}$)

Ditambahkan 10 mg asam sulfamat untuk setiap mg $\text{NO}_2\text{-N}$ yang ada dalam contoh uji.

6. Pembuatan larutan baku Kalium Hidrogen Ftalat ($\text{HOOC}_6\text{H}_4\text{COOK}$, KHP) \approx COD 500 mg O_2/L

- a. KHP digerus perlahan, lalu dikeringkan sampai berat konstan pada suhu 110°C .
- b. Dilarutkan 425 mg KHP ke dalam air bebas organik sampai 1000 mL.

- c. Disimpan dalam kondisi dingin pada temperatur $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ dan dapat digunakan sampai 1 minggu selama tidak ada pertumbuhan mikroba.

7. Prosedur kerja pengujian COD

- a. Pipet volume contoh uji dan tambahkan digestion solution dan tambahkan larutan pereaksi asam sulfat ke dalam tabung atau ampul.
- b. Ditutup tabung dan kocok perlahan sampai homogeny
- c. Diletakkan tabung pada pemanas yang telah dipanaskan pada suhu 150°C , lakukan digestion selama 2 jam
- d. Didinginkan perlahan-lahan contoh uji yang sudah direfluks sampai suhu ruang. Saat pendinginan sesekali tutup contoh uji dibuka untuk mencegah adanya tekanan gas
- e. Dipindahkan secara kuantitatif contoh uji dari tube atau ampul ke dalam Erlenmeyer untuk titrasi
- f. Ditambahkan indikator ferroin 0,05 mL - 0,1 mL atau 1 - 2 tetes dan aduk dengan pengaduk magnetik sambil dititrasi dengan larutan baku FAS 0,05 M sampai terjadi perubahan warna yang jelas dari hijau-biru menjadi coklat-kemerahan, catat volume larutan FAS yang digunakan Dilakukan langkah (a) sampai dengan (f) terhadap air bebas organik sebagai blanko. Catat volume larutan FAS yang digunakan.

2. Pengujian parameter TSS (SNI. 06.6989.3.2004).

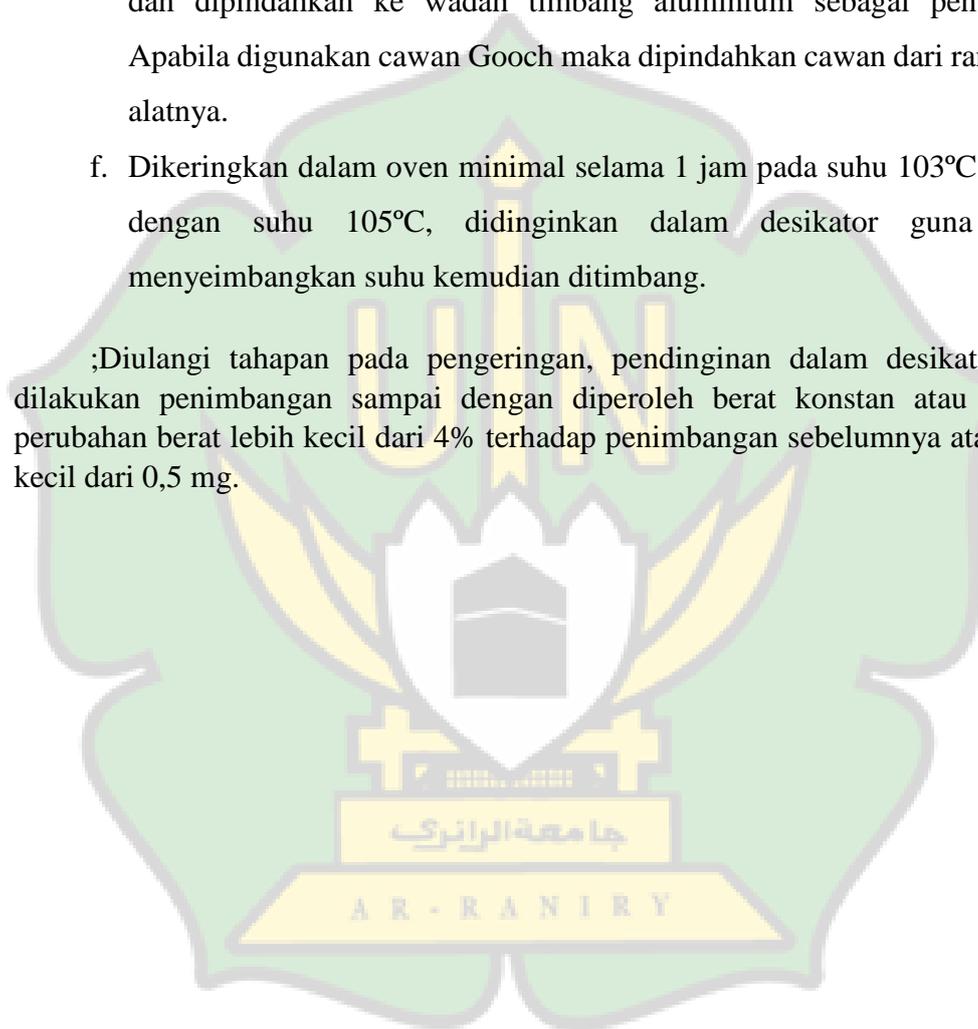
TSS dari sampel air akan dibaca dengan menggunakan metode gravimetri. Metode tersebut akan dijelaskan lebih rinci sebagai berikut dengan (SNI. 06.6989.3.2004)

1. Prosedur kerja pengujian TSS

- a. Dilakukan penyaringan dengan peralatan vakum. Dibasahi saringan dengan sedikit air suling.
- b. Diaduk sampel dengan pengaduk magnetik untuk memperoleh sampel yang lebih homogen.
- c. Pipet sampel dengan volume tertentu, pada waktu sampel diaduk dengan pengaduk magnetik.

- d. Dicuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 mL air suling, dibiarkan kering sempurna, dan dilanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. sampel dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.
- e. Dipindahkan kertas saring dengan penuh hati-hati dari peralatan penyaring dan dipindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Apabila digunakan cawan Gooch maka dipindahkan cawan dari rangkaian alatnya.
- f. Dikeringkan dalam oven minimal selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan suhu 105°C, didinginkan dalam desikator guna untuk menyeimbangkan suhu kemudian ditimbang.

;Diulangi tahapan pada pengeringan, pendinginan dalam desikator, dan dilakukan penimbangan sampai dengan diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.



LAMPIRAN IV
KORELASI PARAMETER COD, TSS dan pH

Correlations

		COD	TSS
COD	Pearson Correlation	1	.153
	Sig. (2-tailed)		.636
	N	12	12
TSS	Pearson Correlation	.153	1
	Sig. (2-tailed)	.636	
	N	12	12

Correlations

		COD	pH
COD	Pearson Correlation	1	-.727**
	Sig. (2-tailed)		.007
	N	12	12
pH	Pearson Correlation	-.727**	1
	Sig. (2-tailed)	.007	
	N	12	12

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Correlations

		pH	TSS
pH	Pearson Correlation	1	-.301
	Sig. (2-tailed)		.341
	N	12	12
TSS	Pearson Correlation	-.301	1
	Sig. (2-tailed)	.341	
	N	12	12