

**LITERATURE REVIEW: PENGARUH WAKTU KONTAK
DAN MASSA ADSORBEN TERHADAP EFEKTIVITAS
ADSORPSI KADAR FOSFAT (PO₄)**

SKRIPSI

Disusun Oleh:

**ANDI VIA PUTRA ULTAMA
NIM. 150704009
Mahasiswa Program Studi Kimia
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry**



**PROGAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2020 M / 1442H**

Lembar Persetujuan

**LITERATURE REVIEW: PENGARUH WAKTU KONTAK DAN
MASSA ADSORBEN TERHADAP EFEKTIVITAS ADSORPSI
KADAR FOSFAT (PO₄)**

SKRIPSI

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

Oleh:

**ANDI VIA PUTRA ULTAMA
NIM. 150704009**

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi Program Studi Kimia

Disetujui Oleh :

Pembimbing I



Reni Silvia Nasution, M.Si

NIDN. 2022028901

Pembimbing II



Muhammad Ridwan Harahap, M.Si

NIDN. 2027118603

Lembar pengesahan

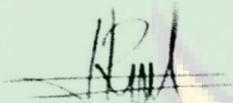
**LITERATURE REVIEW: PENGARUH WAKTU KONTAK DAN
MASSA ADSORBEN TERHADAP EFEKTIVITAS ADSORPSI
KADAR FOSFAT (PO₄)**

SKRIPSI

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Kimia

Pada Hari/Tanggal : Senin 31 Agustus 2020
12 Muharam 1442 H

Ketua,



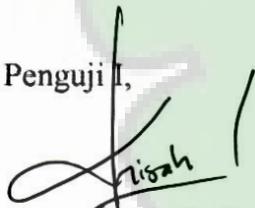
Reni Silvia Nasution, S.Si., M.Si
NIDN. 2022028901

Sekretaris,



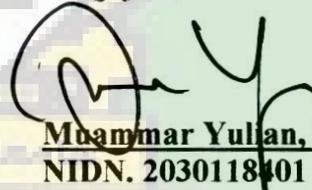
Muhammad Ridwan Harahap, M.Si
NIDN. 2027118603

Penguji I,



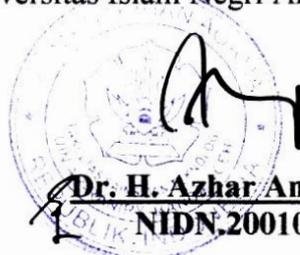
Khairun Nisah, S. T., M.Si
NIDN.2016027902

Penguji II,



Muammar Yulhan, M. Si
NIDN. 2030118401

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



Dr. H. Azhar Amsal, M. Pd
NIDN.2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Via Putra Utama
NIM : 150704009
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : Pengaruh Waktu Kontak dan Massa Adsorben Terhadap Efektivitas Adsorpsi Kadar Fosfat (PO_4)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya :

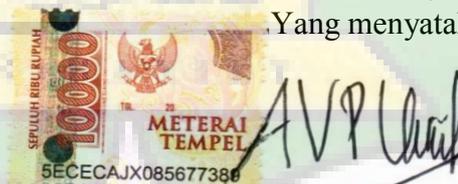
1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak mengguguk karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan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

Bila ditemukan ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya 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, 17 Agustus 2020

Yang menyatakan,



Andi Via Putra Utama

ABSTRAK

Nama : Andi Via Putra Utama
NIM : 150704009
Program Studi : Kimia Fakultas Sains dan Teknologi (FST)
Judul : Pengaruh Waktu Kontak dan Massa Adsorben Terhadap Efektivitas Adsorpsi Kadar Fosfat (PO_4)
Tebal Skripsi : 33 Halaman
Pembimbing I : Reni Silvia Nasution, S.Si., M.Si
Pembimbing II : Muhammad Ridwan Harahap, M.Si
Kata Kunci : Fosfat, Waktu kontak, Massa adsorben, Adsorpsi.

Pencemaran lingkungan saat ini sebagian besar disebabkan oleh pencemaran limbah fosfat yang bersumber dari kegiatan usaha masyarakat, rumah sakit dan laboratorium. Dalam kajian kepustakaan (*library research*) ini, dirangkum tentang bagaimana pengaruh waktu kontak dan massa adsorben terhadap efektivitas adsorpsi limbah fosfat (PO_4), dimana proses adsorpsi efektif dalam menurunkan kadar fosfat. Hal ini terlihat berdasarkan pengaruh waktu kontak, dari hasil diperoleh bahwa tidak semua waktu kontak tertinggi akan menyerap fosfat dalam jumlah besar. Hal ini dipengaruhi oleh kejenuhan adsorben dalam limbah fosfat, sehingga adsorben mengalami desorpsi atau terjadi pelepasan kadar fosfat. Pengaruh massa adsorben dengan hasil diperoleh bahwa tidak semua massa adsorben tertinggi mampu menyerap banyak kadar fosfat, hal ini dapat disebabkan karena beberapa faktor antara lain dipengaruhi oleh jenis aktivator, suhu, ukuran partikel, dan waktu kontak. Penelitian ini dapat digunakan sebagai informasi untuk menurunkan kadar fosfat sehingga lebih mudah dalam menentukan variabel-variabel untuk proses adsorpsi.

ABSTRACT

Name : Andi Via Putra Utama
NIM : 150704009
Major : Chemistry, Faculty of Science and Technologi (FST)
Title : The Effect of Contact Time and Adsorbent Mass on the Adsorption Effectiveness of Phosphate Levels (PO_4)
Thesis thickness : 33 Pages
Advisor I : Reni Silvia Nasution, S.Si., M.Si
Advisor II : Muhammad Ridwan Harahap, M.Si
Keyword : Phosphate, Contact time, Mass of adsorbent, Adsorption

Environmental pollution is currently mostly caused by waste phosphate pollution which comes from community business activities, hospitals and laboratories. In this library research, it is summarized how the effect of contact time and adsorbent mass on the effectiveness of waste phosphate (PO_4) adsorption, where the adsorption process is effective in reducing phosphate levels. This can be seen based on the effect of contact time, from the results obtained that not all of the highest contact times will absorb large amounts of phosphate. This is influenced by the saturation of the adsorbent in the phosphate waste, so that the adsorbent experiences desorption or the release of phosphate levels occurs. The effect of the adsorbent mass with the results obtained that not all of the highest adsorbent masses were able to absorb a lot of phosphate levels, this could be due to several factors, among others, also influenced by the type of activator, temperature, particle size, and contact time. This research can be used as information to reduce phosphate levels so that it is easier to determine the variables for the adsorption process.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tulisan ini. Tak lupa pula kami kirimkan shalawat serta salam kepada junjungan Nabi Besar Muhammad ﷺ, beserta keluarganya, para sahabatnya, dan seluruh ummatnya yang senantiasa istiqomah hingga akhir zaman.

Dalam kesempatan ini peneliti mengambil judul skripsi "**Literature Review : Pengaruh Waktu Kontak dan Massa Adsorben Terhadap Efektivitas Adsorpsi Kadar Fosfat (PO_4)**". Tulisan ini bertujuan untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi syarat-syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Azhar Amsal, S.Pd., M.Pd Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
2. Ibu Khairun Nisah, M.Si Selaku Ketua Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Ibu Reni Silvia Nasution, S.Si., M.Si Selaku Pembimbing I
4. Bapak Muhammad Ridwan Harahap, M.Si Selaku Pembimbing II serta Sekretaris Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Prodi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh

6. Seluruh kawan-kawan mahasiswa/i stambuk 2015 yang telah mendukung dalam menyelesaikan tulisan ini.

Terkhusus untuk Ibunda Rahmani Y.s dan Ayahanda (ALM) M. Jamin serta keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan baik secara moral maupun materi dalam menyelesaikan tulisan ini

Perlu disadari bahwa dengan segala keterbatasan, tulisan ini masih jauh dari sempurna, sehingga masukan dan kritik sangat penulis harapkan demi sempurnanya tulisan ini.

Banda Aceh, 17 Agustus 2020
Penulis,

Andi Via Putra Utama



DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| LEMBARAN PERSETUJUAN | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN | iii |
| ABSTRAK | iv |
| ABSTRACT | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | ix |
| DAFTAR GAMBAR | x |
| | |
| BAB I :PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 3 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| 1.5 Batasan Penelitian | 4 |
| | |
| BAB II : TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Fosfat | 5 |
| 2.2 Limbah Fosfat..... | 5 |
| 2.2.1 Detergen | 5 |
| 2.2.2 Sumber Limbah | |
| 2.3 Dampak Negatif Fosfat..... | 6 |
| 2.4 Adsorpsi..... | 7 |
| 2.4.1 Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Proses Adsorpsi..... | 12 |
| 2.4.2 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Proses Adsorpsi | 12 |
| | |
| BAB III : METODOLOGI PENELITIAN | 14 |
| 3.1 Waktu penelitian | 14 |
| 3.2 Jenis Penelitian | 14 |
| 3.2.1 Strategi Pencarian Literatur | 14 |
| 3.2.2 Sintesis data | 15 |
| 3.2.3 Penelusuran Jurnal | 15 |
| | |
| BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN | 17 |
| 4.1 Hasil..... | 17 |
| 4.2 Pembahasan | 26 |
| 4.2.2 Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Penyerapan Kadar Fosfat..... | 26 |
| 4.2.3 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Penyerapan Kadar Fosfat | 26 |
| | |
| BAB V: PENUTUP | 27 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 27 |
| 5.2 Saran | 27 |
| | |
| DAFTAR PUSTAKA | 28 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------------|---|----|
| Tabel 3.1 | Kriteria inklusi penelitian..... | 15 |
| Tabel 4.1 | Penurunan kadar fosfat limbah cair usaha <i>laundry</i> dengan proses adsorpsi..... | 17 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Proses adsorpsi Adsorbat oleh Adsorben. | 8 |
| Gambar 3.1 Diagram Alur Review Jurnal..... | 16 |



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bertambahnya jumlah penduduk membawa dampak kepada perkembangan teknologi yang menuju ke suatu teknologi baru dan canggih. Rerata pertumbuhan penduduk Indonesia per tahun sebesar 1,49% atau 3 juta jiwa per tahun, diprediksi pada tahun 2035 jumlah penduduk Indonesia adalah 305,6 juta jiwa (Badan Pusat Statistik, 2013). Dalam era globalisasi yang tanpa disadari, menghasilkan dampak kepada manusia, seperti kuantitas / jumlah limbah yang dihasilkan semakin meningkat. Di Indonesia buangan yang berasal dari permukiman penduduk memberi konstribusi utama terjadinya pencemaran badan air, yaitu sekitar 70% sampai 85% (Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup RI, 1997). Limbah merupakan suatu produk sisa dari suatu aktifitas / kegiatan manusia yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan sekitarnya apabila tidak dikelola secara tepat dan dapat mengakibatkan pencemaran terhadap lingkungan baik udara, air, maupun tanah. Permasalahan lingkungan saat ini yang banyak terjadi oleh pencemaran oleh limbah fosfat yang berasal dari proses pencucian pakaian dan aktivitas laboratorium. Limbah fosfat yang tidak dikelola akan menimbulkan dampak yang luar biasa pada perairan, khususnya sumber daya air (Fernianti dan Suryati, 2017).

Fosfat di dalam perairan bisa dalam bentuk terlarut atau pun tidak terlarut. Fosfat yang tidak terlarut biasanya dalam bentuk tersuspensi atau pun terdapat di dalam mikroorganisme. Semua senyawa fosfat yang terlarut digolongkan kedalam ortofosfat. Bentuk lain dari fosfat adalah polifosfat yang sangat sulit larut. Polifosfat dianggap sebagai fosfat anhidrat karena dapat terhidrolisis oleh air membentuk ortofosfat (Cecen dan Ozgur, 2011). Fosfat dalam limbah banyak bersumber dari detergen, zat yang dominan terkandung dalam detergen adalah natrium tripolifosfat sebagai *builder* (pembentuk) yang berfungsi meningkatkan efisiensi pencuci dari surfaktan dengan cara menonaktifkan mineral penyebab kesadahan air dengan cara mengikat ion kalsium dan magnesium, sehingga limbahnya pun mengandung fosfat (Wardhana, Siwi, dan Ika, 2013).

Limbah fosfat ini perlu mendapat perhatian dalam pengolahan air limbah, karena sudah banyak bermunculan di kota besar yang berasal dari *laundry* skala rumahan (Agustina, Luigi, dan Lorenza, 2015). Menurut Nasip (2016) usaha *laundry* adalah usaha yang menghasilkan limbah domestik cair tertinggi volumenya. Menurut Ridho (2013) dalam jurnal Rachmawati, Surya dan Mirwan (2016) menyatakan bahwa pengerjaan cucian pada jasa *laundry* ini mencapai 75 s/d 80 kg setiap harinya dan limbah *laundry* yang dihasilkan berkisar 35 s/d 50 liter. Pada saat ini kenaikan jumlah produksi deterjen mencapai 5% atau 380 ribu ton setiap tahunnya menandakan kebutuhan masyarakat akan deterjen semakin meningkat (Gumelar dan Hendrawan, 2015). Hampir semua industri *laundry* membuang limbahnya tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu, hal tersebut akan menyebabkan eutrofikasi dimana badan air menjadi kaya akan nutrisi terlarut, menurunnya kandungan oksigen terlarut dan kemampuan daya dukung badan air terhadap biota air. Meningkatnya jumlah industri *laundry* akan mengakibatkan meningkatnya penggunaan deterjen.

Jumlah kendaraan bermotor terutama mobil yang semakin meningkat memberikan peluang munculnya jasa pencucian mobil. Pada umumnya limbah cair pencucian mobil mengandung deterjen yang menyebabkan tingginya konsentrasi fosfat (Hendriarianti, Boikletes dan Artiyani, 2013)

Air limbah rumah sakit juga merupakan salah satu sumber pencemaran lingkungan yang potensial, sehingga perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke saluran umum. Masalah yang sering dihadapi dalam hal pengolahan limbah rumah sakit adalah terbatasnya dana yang ada untuk membangun fasilitas pengolahan limbah serta pengoperasiannya, khususnya untuk rumah sakit tipe kecil dan menengah (Amirullah, 2006). Air limbah rumah sakit adalah seluruh buangan cair yang berasal dari seluruh kegiatan rumah sakit yang meliputi limbah cair domestik seperti sampah-sampah organik dapat terurai menjadi nitrat, fosfat, dan karbonat. Deterjen dapat terurai menjadi limbah fosfat, yang berasal dari buangan kamar mandi, dapur dan air bekas pencucian pakaian (*laundry*). Limbah cair klinis yaitu : air limbah yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit, misalnya : air bekas cucian luka, cucian darah, laboratorium, pencucian alat dan lain sebagainya. Menurut Kementerian Kesehatan RI No.1204/

MENKES/SK/X/2004, dijelaskan bahwa Rumah Sakit harus memiliki fasilitas pengelolaan limbah cair dan limbah padat.

Ada beberapa proses pengolahan limbah cair antara lain proses elektrokoagulasi, elektrolisis dan adsorpsi. Proses elektrokoagulasi memberikan hasil yang baik namun tidak dapat digunakan untuk limbah cair dalam jumlah yang besar dan terbentuknya lapisan dielektroda dapat mengurangi efisiensi pengolahan (Rachmawati, 2014). Proses adsorpsi dapat dilakukan dengan bermacam jenis material, salah satunya adalah karbon aktif. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa karbon aktif memiliki luas permukaan yang besar dan daya serap yang tinggi untuk limbah cair detergen (Utomoet *al.*, 2018)

Jadi, jika dirujuk berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001, kadar fosfat yang diizinkan untuk dibuang ke lingkungan adalah sebesar 0,2 mg/L. Oleh karena itu perlu dilakukannya pengolahan terlebih dahulu terhadap kadar fosfat dari limbah sebelum dibuang ke lingkungan salah satunya dengan proses adsorpsi dengan melihat pengaruh waktu kontak dan massa adsorben.

Berdasarkan uraian di atas penulis tertarik untuk melakukan tinjauan literasi terhadap pengaruh waktu kontak dan massa adsorben terhadap efektivitas adsorpsi kadar fosfat (PO_4)?

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalahnya adalah pengaruh waktu kontak dan massa adsorben terhadap efektivitas adsorpsi limbah fosfat (PO_4)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari literasi ini yaitu untuk mengetahui pengaruh waktu kontak dan massa adsorben terhadap efektivitas adsorpsi limbah fosfat (PO_4).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari literasi ini adalah untuk memberikan informasi tentang pengaruh waktu kontak dan massa adsorben terhadap efektivitas adsorpsi limbah fosfat (PO_4).

1.5 Batasan Masalah

1. Pengolahan limbah yang mengandung fosfat dengan proses adsorpsi.
2. Variabel yang dibahas adalah waktu kontak dan massa adsorben.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fosfat

Fosfat merupakan senyawa yang tersusun atas unsur P (Fosfor) dan O (Oksigen). Senyawa fosfor terbagi menjadi senyawa organik dan anorganik. Senyawa fosfor organik biasanya berupa padatan yang telah bereaksi dengan bahan-bahan organik, sedangkan bentuk fosfor anorganik dalam air limbah berupa polifosfat dan ortofosfat yang menjadi bahan utama pada detergen maupun bahan pembersih lainnya (Padmanabha dan Purnama, 2015)

Kandungan fosfat yang tinggi menyebabkan suburnya alga dan organisme lainnya. Fosfat kebanyakan berasal dari bahan pembersih yang mengandung senyawa fosfat. Dalam industri kegunaan fosfat terdapat pada ketel uap untuk mencegah kesadahan. Maka pada saat penggantian air ketel, buangan ketel ini menjadi sumber fosfat. Pengukuran kandungan fosfat dalam air limbah berfungsi untuk mencegah tingginya kadar fosfat sehingga tidak merangsang pertumbuhan tumbuh-tumbuhan dalam air. Sebab pertumbuhan subur akan menghalangi kelancaran arus air. Pada danau suburnya tumbuh-tumbuhan air akan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dan kesuburan tanaman lainnya (Agusnar, 2008). Bila kadar fosfat dalam air rendah ($< 0,01$ mg/L), pertumbuhan ganggang akan terhalang, keadaan ini dinamakan oligotrop. Sebaiknya bila kadar fosfat dalam air tinggi, pertumbuhan tanaman dan ganggang tidak terbatas lagi (keadaan eutrop), sehingga dapat mengurangi jumlah oksigen terlarut dalam air. Hal ini tentu sangat berbahaya bagi kelestarian ekosistem perairan (Alaerts dan Santika, 1987).

2.2 Limbah Fosfat

2.2.1 Detergen

Detergen adalah produk konsumen dengan volume yang sangat besar, setelah pemakaiannya akan dibuang sebagai limbah domestik. Sebagai pengganti sabun, detergen telah dianggap sebagai kontributor utama polusi air (Widiyani, 2010).

Pada umumnya, detergen mengandung bahan-bahan berikut:

- a) Surfaktan (*surface active agent*) merupakan zat aktif permukaan yang mempunyai ujung berbeda yaitu *hydrophile* (suka air) dan *hydrophobe* (suka lemak).
- b) *Builder* (pembangun) berfungsi meningkatkan efisiensi pencuci dari surfaktan dengan cara menon-aktifkan mineral penyebab kesadahan air. *Builder* berupa *Phosphates* (*Sodium Tri Poly Phosphate*/STPP), Asetat (*Nitrit Tri Acetate*/NTA, *Ethylene Diamine Tetra Acetate*/EDTA), Silikat (*Zeolit*), dan Sitrat (asam sitrat).
- c) *Filler* (pengisi) adalah bahan tambahan detergen yang tidak mempunyai kemampuan meningkatkan daya cuci, tetapi menambah kuantitas atau dapat memadatkan dan memantapkan sehingga dapat menurunkan harga.
- d) *Additives* adalah bahan suplemen atau tambahan untuk membuat produk lebih menarik, misalnya pewangi, pelarut, pemutih, pewarna dan sebagainya yang tidak berhubungan langsung dengan daya cuci deterjen (Smulders, 2002).

2.2.2 Sumber Limbah

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang baku mutu air limbah domestik, air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukaan (*real state*), rumah sakit, perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama. Limbah cair domestik terbagi dalam dua kategori yaitu limbah cair domestik yang berasal dari air cucian, seperti sabun, deterjen, minyak dan peptisida dan limbah cair domestik yang berasal dari kakus, seperti sabun, shampoo, tinja dan air seni (Utami, Anggi, Rizkia, 2013). Maka dapat disimpulkan limbah *laundry*, doosmer dan limbah rumah sakit termasuk kedalam kategori limbah cair domestik.

2.3 Dampak Negatif Fosfat

Menurut Auliah (2009), persoalan pencemaran lingkungan akibat limbah *laundry* yang mengandung fosfat dan senyawa kimia lain yang bersifat karsinogenik, juga terjadi persoalan lain yaitu tingginya kasus eutrofikasi yang

terjadi di banyak sumber daya air di Indonesia, eutrofikasi merupakan sebuah proses alamiah di mana danau mengalami penuaan secara bertahap dan menjadi lebih produktif bagi tumbuhnya biomassa. Faktor pencemaran akibat aktivitas modern, baik dari praktik pertanian, peternakan, permukiman, atau bahkan usaha-usaha skala rumahan ataupun dikarenakan tingginya populasi manusia menjadi sumber semakin beratnya persoalan krisis air ini. Proses alamiah dengan segala aktivitas modernnya, secara tidak disadari dipercepat menjadi dalam hitungan beberapa dekade atau bahkan beberapa tahun saja. Maka tidaklah mengherankan jika eutrofikasi menjadi masalah di hampir ribuan danau di muka bumi, sebagaimana dikenal lewat fenomena alga *bloom*.

2.4 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu proses dimana molekul-molekul fluida menyentuh dan terperangkap pada permukaan padatan. Adsorpsi adalah fenomena fisik yang terjadi saat molekul-molekul gas atau cair dikontakkan dengan suatu permukaan padatan dan sebagian dari molekul-molekul tersebut mengembun pada permukaan padatan. Walaupun adsorpsi biasanya dikaitkan dengan perpindahan dari suatu gas atau cairan ke suatu permukaan padatan, perpindahan dari suatu gas ke suatu permukaan cairan juga terjadi (Suryawan, 2004). Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan oleh padatan tertentu terhadap zat tertentu yang terjadi pada permukaan zat padat karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat tanpa meresap ke dalam (Atkins, 1999). Zat atau molekul yang terserap ke permukaan disebut adsorbat, sedangkan zat atau molekul yang menyerap disebut adsorben (Sukardjo, 1985). Adsorpsi merupakan salah satu cara efektif untuk menyerap kandungan berbahaya yang terdapat pada limbah cair dan sering dilakukan dalam proses penanganan limbah cair industri (Haura, Razi dan Meilina 2017).

Proses adsorpsi dapat terjadi karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan padatan yang tidak seimbang. Dengan adanya gaya ini, padatan cenderung menarik molekul-molekul lain yang bersentuhan dengan permukaan padatan, baik fasa gas atau fasa larutan ke dalam permukaannya. Akibatnya konsentrasi molekul pada permukaan menjadi lebih besar dari pada dalam fasa

gas zat terlarut dalam larutan. Pada adsorpsi interaksi antara adsorben dengan adsorbat hanya terjadi pada permukaan adsorben (Tandy, 2012).

Gaya tarik-menarik dari suatu padatan dibedakan menjadi dua jenis gaya, yaitu gaya fisika dan gaya kimia yang masing-masing menghasilkan adsorpsi fisika (*physisorption*) dan adsorpsi kimia (*chemisorption*). Adsorpsi fisika (*physisorption*) adalah proses interaksi antara adsorben dengan adsorbat yang melibatkan gaya-gaya antar molekul seperti gaya Van der Waals, sedangkan adsorpsi kimia (*chemisorption*) terjadi jika interaksi adsorben dan adsorbat melibatkan pembentukan ikatan kimia. Dalam proses adsorpsi melibatkan berbagai macam gaya yakni gaya Van der Waals, gaya elektrostatik, ikatan hidrogen serta ikatan kovalen (Martell, A. E. dan Hancock, R.D,1996).

Menurut Rizka dan Anggraini (2017) adsorpsi dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

1. Adsorpsi kimia (*chemical adsorption*)

Adsorpsi kimia yaitu adsorpsi yang terjadi karena terbentuknya ikatan kimia antara molekul-molekul adsorbat dengan adsorben. Jenis ini tidak reversibel dan hanya membentuk lapisan tunggal. Adsorpsi kimia umumnya terjadi pada suhu tinggi dan kalor adsorpsinya juga tinggi (Bird, 1993)

2. Adsorpsi fisika (*physical adsorption*)

Adsorpsi fisika terjadi bila molekul-molekul adsorbat bergabung atau terikat tanpa disertai reaksi pada permukaan adsorben. Molekul-molekul adsorbat terikat karena adanya gaya tarik-menarik yang relatif lemah dengan permukaan adsorben. Gaya ini adalah disebut gaya van der Waals. Adsorpsi berlangsung cepat, reversible, dan kalor reaksinya rendah. Adsorbat pada adsorpsi fisika tidak terikat secara kuat pada permukaan adsorben, sehingga adsorbat dapat bergerak dari suatu bagian permukaan ke bagian permukaan yang lain (Bird, 1993).



Gambar 2.1 Proses adsorpsi Adsorbat oleh Adsorben (Bird, 1993)

Untuk proses adsorpsi ada beberapa jenis adsorben yang biasa dipakai, antara lain:

1. Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan salah satu jenis karbon amorf yang tersusun paralel berbentuk cincin heksagonal menyerupai struktur grafit. Sifat fisika dari karbon aktif terutama ditentukan oleh ukuran pori dan luas permukaannya. Karbon aktif mempunyai luas permukaan yang cukup tinggi, yaitu berkisar antara 500 - 1500 m²g⁻¹ dan volume pori berkisar antara 0,7 - 1,8 cm³g⁻¹ (Cecen dan Aktas, 2012). Mutu permukaan karbon aktif yang dihasilkan sangat bergantung pada bahan baku, bahan pengaktif, suhu dan cara pengaktifannya (Ismadji, Sudaryanto, Hartono, Setiawan dan Citra, 2005). Karena memiliki luas permukaan yang cukup besar, karbon aktif sering digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan luas kontak yang besar (Utomo, 2014)

Menurut Rahayu (2004), karbon aktif merupakan suatu bahan yang berupa karbon amorf yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas serta mempunyai kemampuan daya serap (adsorpsi) yang baik. Karbon aktif digunakan sebagai bahan pemucat (penghilang zat warna), penyerap gas, penyerap logam, dan sebagainya. Dari bahan tersebut yang paling sering dipergunakan sebagai bahan adsorben adalah karbon aktif.

Sifat karbon aktif yang paling penting adalah daya serap. Penyerapan secara umum adalah proses mengumpulkan benda-benda terlarut yang terdapat di dalam larutan antara dua permukaan. Antar permukaan itu dapat berupa cairan dan gas, cairan dan padatan. Bahan penyerapan yang digunakan pada permukaan adalah zat padat dan zat yang kental (Sugiharto., 1987).

Karbon aktif memiliki beberapa keunggulan diantaranya mengandung sekitar 85-95% karbon (Gultom dan Lubis, 2014), memiliki porositas yang tinggi, luas permukaan yang lebih besar dan kekuatan mekanik yang tinggi (El-Wakil, Abou El-Maaty dan Awad, 2014)

Pada proses pembuatan karbon aktif terdiri atas dua tahap yaitu proses karbonisasi dan aktivasi. Karbonisasi merupakan proses pembakaran bahan baku pada suhu tinggi yang menyebabkan terjadinya dekomposisi senyawa organik yang menyusun struktur bahan baku (Ramdja, Halim dan Handi, 2008) sedangkan

proses aktivasi bertujuan untuk memperbesar porositas dan luas permukaan karbon aktif (Rahmawati, Prasetyo dan Rochmadi,, 2010).

Menurut Beroeh (2004), pembuatan karbon aktif terdiri dari tiga tahapan yaitu

1. Penghilangan seluruh kandungan air (dehidrasi), bahan dipanaskan sampai kurang lebih 170°C atau dijemur di terik matahari sampai beberapa lama untuk menghilangkan airnya;
2. Konversi bahan organik menjadi elemen karbon (karbonisasi / pengarangkan berfungsi untuk mengubah bahan-bahan organik menjadi elemen karbon. Setelah karbon dihilangkan airnya, kemudian bahan tersebut dipanaskan lagi sampai diatas 170°C untuk mengeluarkan gas-gas CO_2 , CO serta uap asam asetat
3. Pembakaran tar serta pembesaran pori-pori (aktivasi). Aktivasi adalah proses memperbesar luas permukaan dalam karbon hasil karbonisasi dengan pelepasan hidrokarbon dan tar yang melekat pada karbon tersebut sehingga daya serapnya bertambah besar. Aktivasi biasanya dilakukan pada temperatur 750°C - 900°C bahkan sampai 1000°C . Ketiga proses ini membakar semua pengotor dari bahan baku dan meninggalkan residu berpori yang memiliki luas permukaan yang cukup besar per unit volum.

2. Zeolit

Zeolit adalah kristal alumina silika yang berstruktur tiga dimensi, serta terbentuk dari tetrahedral alimina dan silika dengan rongga-rongga di dalam yang berisi ion-ion logam, biasanya berupa alkali atau alkali tanah dan molekul air yang dapat bergerak bebas. Zeolit berfungsi sebagai adsorben dan penyaring molekul, serta sebagai ion *exchanger* (penukar ion) dalam pengolahan air (Kusnaedi, 2010). Zeolit memiliki permukaan zeolit yang luas dan berpori mampu mengadsorbsi kadar fosfat dalam air limbah. Mineral zeolit mempunyai struktur "*frame work*" tiga dimensi dan menunjukkan sifat penukar ion, adsorbsi, "*molecular sieving*" dan katalis sehingga memungkinkan digunakan dalam pengolahan limbah usaha dan limbah nuklir.

Mineral alam zeolit biasanya masih tercampur dengan mineral lainnya seperti kalsit, gypsum, feldspar dan kuarsa dan ditemukan di daerah sekitar gunung berapi atau mengendap pada daerah sumber air panas (*hot spring*). Zeolit juga ditemukan sebagai batuan endapan pada bagian tanah jenis basalt dan komposisi kimianya tergantung pada kondisi hidrotermal lingkungan lokal, seperti suhu, tekanan uap air setempat dan komposisi air tanah lokasi kejadiannya. Hal itu menjadikan zeolit dengan warna dan tekstur yang sama mungkin berbeda komposisi kimianya bila diambil dari lokasi yang berbeda disebabkan karena kombinasi mineral yang berupa partikel halus dengan impurities lainnya. Pemanfaatan zeolit masih belum banyak diketahui secara luas, yang pada saat ini zeolit di Indonesia dipasarkan masih dalam bentuk mineral alam terutama pada pemupukan bidang pertanian.

Sifat Zeolit mempunyai struktur berongga dan biasanya rongga ini diisi oleh air dan kation yang bisa dipertukarkan serta memiliki ukuran pori yang tertentu. Oleh karena itu zeolit dapat dimanfaatkan sebagai : penyaring molekuler, penukar ion, penyerap bahan dan katalisator. Sifat zeolit meliputi :

1. Dehidrasi dari zeolit akan berpengaruh terhadap sifat adsorpsinya. Zeolit dapat melepaskan molekul air dari dalam rongga permukaan yang menyebabkan medan listrik meluas ke dalam rongga utama dan akan efektif berinteraksi dengan molekul yang akan diadsorpsi. Jumlah molekul air sesuai dengan jumlah pori-pori atau volume ruang hampa yang akan terbentuk bila unit sel kristal zeolit terus dipanaskan.
2. Adsorpsi
Zeolit juga mampu memisahkan molekul zat berdasarkan ukuran dan kepolarannya, dimana untuk molekul yang tidak jenuh atau bersifat polar akan lebih mudah lolos daripada molekul yang jenuh atau tidak polar.
3. Penukar ion Ion-ion pada rongga atau kerangka elektrolit berguna untuk menjaga kenetralan zeolit. Ion-ion ini dapat bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi tergantung dari ukuran dan muatan maupun jenis zeolitnya. Sifat sebagai penukar ion dari zeolit antara lain tergantung dari : sifat kation, suhu, dan jenis anion. Penukaran kation dapat menyebabkan perubahan

beberapa sifat zeolit seperti stabilitas terhadap panas, sifat adsorpsi dan aktifitas katalis.

4. Zeolit merupakan katalisator yang baik karena mempunyai pori-pori yang besar dengan permukaan yang maksimum.
5. Penyaring atau pemisah volume dan ukuran garis tengah ruang hampa dalam kisi-kisi kristal menjadi dasar kemampuan zeolit untuk bertindak sebagai penyaring molekul. Molekul yang berukuran kecil dapat melintas sedangkan yang berukuran besar dari ruang hampa akan ditahan atau ditolak (Budi, 2006).

2.4.1 Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Proses Adsorpsi

Waktu kontak merupakan hal yang menentukan dalam proses adsorpsi (Reynold, 1982). Dalam proses adsorpsi semakin lamanya waktu pengontakan dapat menurunkan kadar pada larutan logam Besi (Fe) dengan adsorben dari karbon aktif tempurung kemiri (Nunik dan Okayadnya, 2013). Waktu kontak dapat mempengaruhi banyaknya adsorbat yang terserap (Low, Lee dan Wong, 1995). Kondisi keseimbangan akan dicapai pada waktu yang tidak lebih dari 150 menit, setelah waktu itu jumlah adsorbat yang terserap tidak signifikan berubah terhadap waktu (Han, 2007). Menurut Jubilate, Zahara, dan Syahbanu, (2016) pada waktu kontak dibawah 30 menit penyerapan adsorpsi lebih kecil dikarenakan waktu kontak yang digunakan belum cukup bagi adsorben untuk berinteraksi dengan larutan logam dimana permukaan adsorben belum sepenuhnya terisi oleh adsorbat. Pada penelitian ini kadar logam yang dipengaruhi oleh waktu pengontakan tidak sepenuhnya turun, dikarenakan waktu yang dibutuhkan dalam pengontakan melebihi batas waktu kemampuan sebuah adsorben dalam proses penyerapan sehingga logam menjadi terlepas kembali sama halnya dengan desorpsi.

2.4.2 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Proses Adsorpsi

Semakin tinggi massa adsorben maka kapasitas adsorpsinya akan semakin menurun. Penurunan kapasitas adsorpsi disebabkan oleh adanya sisi aktif adsorben yang belum semuanya berkaitan dengan adsorbat (Silvi, Daud, dan Yenti, 2017)

Secara umum, faktor-faktor yang mempengaruhi daya adsorpsi ada 4 faktor, yaitu:

1. Tekanan (P) yang dimaksud adalah tekanan adsorbat. Kenaikan tekanan adsorbat dapat menaikkan jumlah zat yang diadsorpsi.
2. Sifat bahan larutan dan temperatur, faktor yang mempengaruhi adalah kebasaaan (pH) dan senyawa ionik dimana pH menentukan kontak permukaan dengan adsorben dan senyawa ionik menentukan disosiasi antara senyawa elektrolit, temperatur yang dimaksud disini adalah temperatur adsorbat. Berkurangnya temperatur akan menambah jumlah adsorbat yang teradsorpsi demikian juga peristiwa sebaliknya.
3. Interaksi potensial (E), interaksi potensial antara adsorbat dengan dinding adsorben sangat bervariasi, tergantung dari sifat adsorbat-adsorben.
4. Karakteristik adsorben dan karakteristik bahan yang akan diserap. Sifat dari adsorben yang biasanya cenderung mempengaruhi proses adsorpsi adalah bentuk pori, permukaan kimia dan isi dari bahan yang akan diserap. Proses penyerapan bergantung pada kemampuannya menerima molekul organik yang masuk kedalam permukaan adsorben yang bergantung kepada ukuran mereka. Karakter yang diperhatikan dari bahan yang akan diserap meliputi ukuran molekul, kelarutan, sifat koligatif (pKa), dan komposisi penyusunnya jika bahan tersebut adalah senyawa aromatik.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan dari bulan Mei sampai bulan Agustus 2020.

3.2 Jenis Penelitian

Metode yang penulis gunakan yaitu *Literature review* (Tinjauan Pustaka) yang berisi ulasan, rangkuman hasil pemikiran penulis dengan menelaah dan menelusuri literatur yang berkenaan dengan masalah yang diteliti baik berupa jurnal-jurnal yang mengandung informasi dan data-data yang berkaitan dengan pengaruh waktu kontak dan massa adsorben terhadap efektivitas adsorpsi kadar fosfat (PO_4). Pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan data sekunder yaitu sumber data yang diperoleh dengan cara membaca, mempelajari dan memahami melalui media lain yang bersumber dari literatur, buku-buku, serta dokumen.

3.2.1. Strategi Pencarian Literatur

Pencarian literatur yang dilakukan menggunakan *database* seperti *Google scholar*, *Science direct*, *ISSN* maupun jurnal nasional lainnya dengan menggunakan kata kunci yaitu: Kadar Fosfat, Waktu kontak, Massa adsorben, Adsorpsi. Jurnal-jurnal yang sesuai dengan judul selanjutnya diambil untuk dianalisis. *Literature review* ini menggunakan literatur terbitan tahun 2006-2020 yang diakses *fulltext* dalam format pdf. Kriteria jurnal yang *direview* adalah jurnal berbahasa Indonesia yang mengandung kadar fosfat dari limbah, proses adsorpsi, pengaruh waktu kontak dan massa adsorben.

Tabel 3.1 Kriteria inklusi penelitian

| Kriteria | Inklusi |
|----------|--|
| Bahasa | Bahasa Indonesia |
| Subjek | Adsorpsi Fosfat pada Limbah |
| Tema Isi | Pengaruh waktu kontak dan massa adsorben terhadap efektivitas adsorpsi kadar fosfat limbah |

3.2.2. Sintesis Data

Literatur review ini disintesis dengan metode mengelompokkan data-data hasil Isolasi yang sejenis dan relevan dengan judul untuk menjawab tujuan penelitian. Jurnal yang relevan dengan dengan judul dikumpulkan dan dibuat ringkasan meliputi nama pengarang dan tahun terbit (referensi), jenis adsorben, waktu kontak, massa adsorben dan hasil adsorpsi kadar fosfat, ringkasan tersebut dimasukkan ke dalam tabel sebagai data pengamatan.

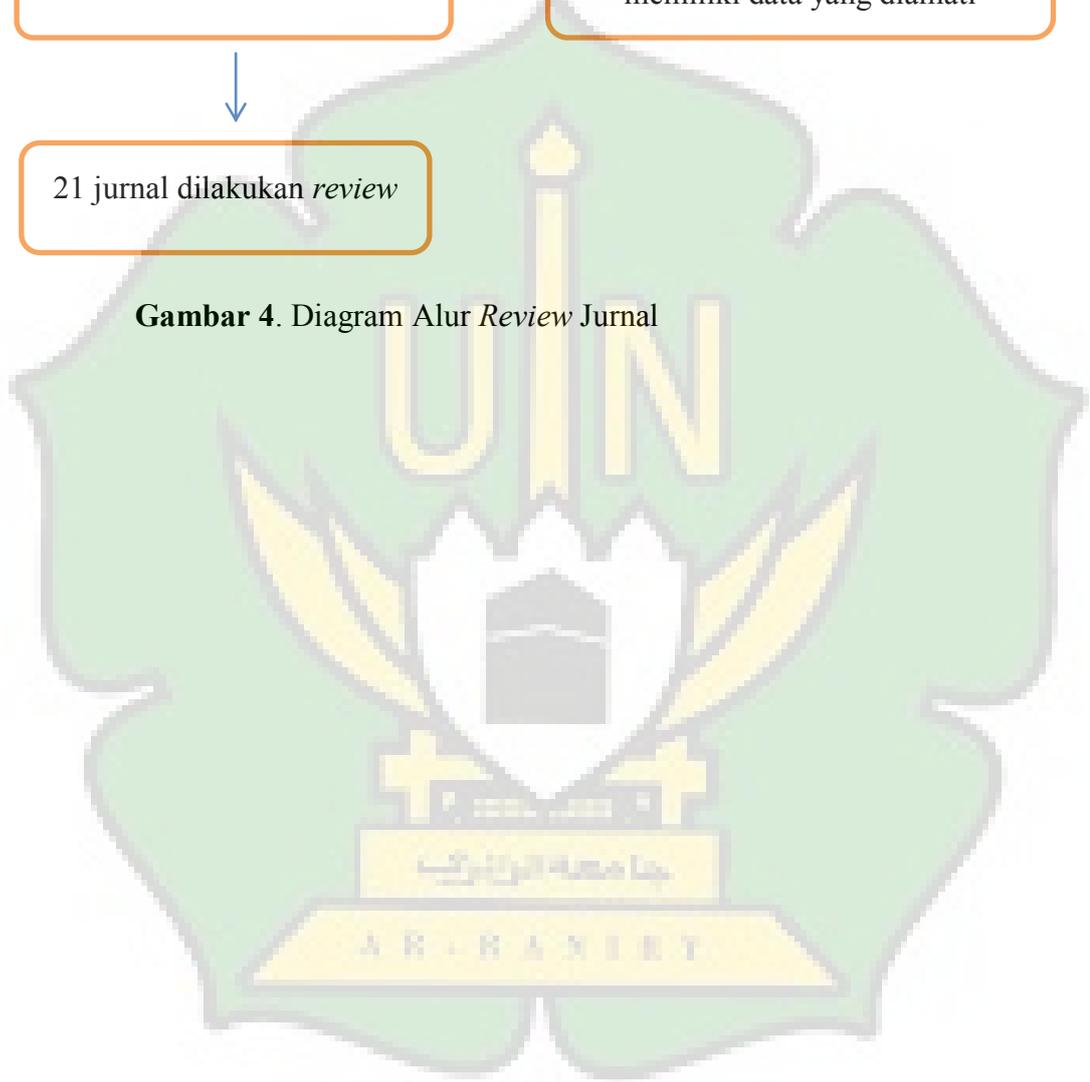
Analisis awal pada jurnal dilakukan dengan mengamati abstrak dan tujuan penelitian. Ringkasan jurnal dilakukan dengan analisis terhadap isi kemudian dibandingkan dengan jurnal lain yang *direview*. Data yang terkumpul dicari persamaan dan perbedaannya lalu dibahas untuk menarik kesimpulan.

3.2.3. Penelusuran Jurnal.

Berdasarkan hasil penelusuran di *google scholar* dan *Science direct*. Peneliti menemukan 112 jurnal yang sesuai dengan kata kunci tersebut. Kemudian dilakukan analisis terhadap jurnal tersebut, 90 jurnal di eksklusi karena tidak memiliki data variasi yang diamati, sehingga diperoleh 21 jurnal yang akan dilakukan *review*.



Gambar 4. Diagram Alur *Review* Jurnal



BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Beberapa penelitian tentang penyerapan fosfat dengan proses adsorpsi berdasarkan variasi waktu kontak dan massa adsorben dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Penurunan Kadar Fosfat dengan Proses Adsorpsi

| No | Referensi | Jenis Adsorben | Waktu Kontak (Hari / Menit / Jam) | Massa Adsorben (g) | Efektivitas Adsorpsi (%) |
|----|--------------------------------------|---|--|-------------------------------|--|
| 1 | Nainggolan, <i>et.al</i> (2019) | Tongkol Jagung | 1) 20 Menit 2) 40 Menit 3) 60 Menit 4) 80 Menit 5) 100 Menit 6) 120 Menit 7) 140 Menit | 1) 1 g 2) 2 g 3) 3 g | Kontrol 10 ppm Pengaruh waktu dengan massa 3 g 1) 20 Menit = 7,953 ppm (20,47 %) 2) 40 Menit = 7,012 ppm (29,88 %) 3) 60 Menit = 5,095 ppm (49,05 %) 4) 80 Menit = 3,213 ppm (67,87 %) 5) 100 Menit = 2,064 ppm (79,36 %) 6) 120 Menit = 2,064 ppm (79,36 %) 7) 140 Menit = 2,064 ppm (79,36 %) Pengaruh Massa 1) 1 g = 5,140 ppm (48,6 %) 2) 2 g = 3,121 ppm (68,6 %) 3) 3 g = 2,090 ppm (79,1 %) |
| 2 | Wirosoedarmo, <i>et.al</i> (2019) | Zeolit yang sudah termodifikasi menggunakan | 180 Menit | 1) 0,5g 2) 1 g 3) 1,5 g | Kontrol 1,011 mg/L 1) 0,5 g = 52,01% 2) 1 g = 51,15 % |

| | | | | | |
|---|--------------------|--|---|--|--|
| | | pencucian dengan larutan asam klorida dan air suling | | | 3) 1,5 g = 69,82 % |
| 3 | Pramudita (2019) | Kitosan dan Pektin | 1) 5 Menit 2) 10 Menit 3) 15 Menit 4) 20 Menit 5) 25 Menit | - | Kontrol 0,414 mg/L 1) 5 Menit = 50,388 mg/L (6,28 %) 2) 10 Menit = 0,364 mg/L (12 %) 3) 15 Menit = 0,313 mg/L (24,39 %) 4) 20 Menit = 0,290 mg/L (29,95 %) 5) 25 Menit = 0,250 mg/L (39,61 %) |
| 4 | Hariri (2019) | Kitosan | - | 1) 1 g 2) 2 g 3) 3 g 4) 4 g 5) 5 g 6) 6 g | Kontrol 0,45 mg/L Penurunan konsentrasi fosfat terbesar dalam air limbah laundry terdapat pada variasi adsorben massa kitosan 6 g 0,1754 mg/L (61,02 %) |
| 5 | Rajagukguk, (2018) | Kulit durian | 1) 0 Menit 2) 5 Menit 3) 10 Menit 4) 15 Menit 5) 20 Menit 6) 25 Menit 7) 30 Menit | 1) 1 g 2) 2 g 3) 3 g 4) 4 g | Kadar fosfat sebagai kontrol 10,465 mg/L Pengaruh waktu kontak terhadap kapasitas adsorpsi dengan efisiensi penyisihan 1) 0 Menit = 0 mg/g (Tanpa perlakuan) 2) 5 Menit = 0,2828 mg/g (6,7559%) 3) 10 Menit = 0,4336 mg/g (10,3583%) 4) 15 Menit = 0,6952 mg/g (16,6077%) 5) 20 Menit = 1,1224 mg/g (26,8132%) 6) 25 Menit = 2,3932 mg/g (57,1715%) 7) 30 Menit = 2,0904 mg/g (49,9379%) Pengaruh massa adsorben pada waktu kontak optimum yang telah didapatkan 1) 1 g = 2,3932 mg/g (57,17%) 2) 2 g = 1,9906 mg/g (95,11%) 3) 3 g = 1,3723 mg/g (98,35%) |

| | | | | | |
|----|--------------------------------|-------------------------------------|--|--|--|
| | | | | | 4) 4 g = 0,9483 mg/g (90,62%) |
| 6 | Adiastuti, <i>et.al</i> (2018) | Karbon aktif Komersil | 120 Menit | 1) 0 g 2) 5 g 3) 10 g 4) 15 g | 1) 0 g = 0,66 mg/L (Tanpa perlakuan) 2) 5 g = 4,28 mg/L 3) 10 g = 7,16 mg/L 4) 15 g = 10,55 mg/L |
| 7 | Utomo, <i>et.al</i> (2018) | Karbonaktif Komersil | - | 4 g | Kontrol = 14,148 ppm 1. 0,024 (99,8 %) dan 0,025 (99,8 %) (Mesh 60) 2. 0,014 (99,9 %) dan 0,014 (99,9 %) (Mesh 120) 3. 0,009 (99,93 %) dan 0,009 (99,93 %) (Mesh 200) |
| 8 | Nurbaeti, <i>et.al</i> (2018) | Arang Ampas Tebu (<i>Bagasse</i>) | 1) 5 Menit 2) 15 Menit 3) 25 Menit 4) 35 Menit 5) 45 Menit 6) 55 Menit 7) 65 Menit | 1) 0,5 g 2) 1,0 g 3) 1,5 g 4) 2,0 g 5) 2,5 g 6) 3,0 g | Kontrol 25 mg/L Pengaruh Waktu kontak waktu kontak terbaik pada 25 menit dengan dayanya sebesar 0,4029 mg/g |
| 9 | Mu'in, <i>et.al</i> (2017) | Plastik polietilen | - | 1) 3 g 2) 4 g 3) 5 g | Kontrol = 13,8 mg/L 1) 3 g = 0,1 mg/L (99,3 %) 2) 4 g = 0 mg/L (100 %) 3) 5 g = 0,65 mg/L (95,3 %) |
| 10 | Majid, <i>et.al</i> (2017) | Karbon aktif Komersil | - | 1) 1 g 2) 2 g 3) 3 g | Kontrol = 4,98 mg/L Perlakuan secara duplo 1) 1 g = 4,35 mg/L (12,65%) 3,35 mg/L (32,73%) 2) 2 g = 3,20 mg/L (35,74%) 2,59 mg/L (47,99%) |

| | | | | | |
|----|--------------------------------|--|--|-----|--|
| | | | | | 3) 3 g = 1,70 mg/L (65,86%) 1,89 mg/L (62,04%). |
| 11 | Suriadi, <i>et.al</i> (2017) | Pasir besi yang telah terlapis mangan dioksida (MnO ₂) | 1) 0,5 jam 2) 1 jam 3) 1,5 jam 4) 2 jam 5) 2,5 jam 6) 3 jam 7) 3,5 jam 8) 4 jam | - | Kontrol 10,60 mg/L Adsorpsi terus meningkat dari waktu 0,5 jam hingga optimum pada waktu 2,5 jam dan ion fosfat yang teradsorpsi sebesar 3,834 mg/L (36,13 %) |
| 12 | Irdhawati, <i>et.al</i> (2016) | Kulit Kacang Tanah | 1) 15 Menit 2) 30 Menit 3) 45 Menit 4) 60 Menit | - | Terjadi penurunan fosfat dari adsorben tanpa aktivasi 1) 15 Menit = 4,0 mg/g 2) 30 Menit = 7,5 mg/g 3) 45 Menit = 8,3 mg/g 4) 60 Menit = 1,7 mg/g |
| 13 | Sinta, <i>et.al</i> (2015) | Lempung teraktivasi | 1) 0 Menit 2) 15 Menit 3) 30 Menit 4) 45 Menit 5) 60 Menit | - | Banyaknya fosfat yang terserap (mg/g) terhadap waktu kontak adsorpsi 1. 0 Menit = 0 (Tanpa perlakuan) 2. 15 Menit = 3,25 mg/g 3. 30 Menit = 3 mg/g 4. 45 Menit = 3 mg/g 5. 60 Menit = 3 mg/g |
| 14 | Astuti dan Sinaga (2015) | Karbon Aktif Komersil | 0-30 hari | - | Kontrol 19,1 mg/L Waktu terbaik pada hari 30 Kadar fosfat menjadi 5,2 mg/L (72,77 %) |
| 15 | Setiawati, <i>et.al</i> (2015) | zeolit A termodifikasi <i>hexadecyltrimethyl ammonium</i> | 1) 30 Menit 2) 60 Menit 3) 90 Menit 4) 120 Menit | 0,4 | Pada waktu kontak 90 menit yang merupakan waktu kontak optimum terjadi, Adsorben dapat menyerap fosfat sejumlah 13,32 ppm (66,83%), dari konsentrasi awal |

| | | | | | |
|----|---------------------------------------|---------------------------------|---|----------------------------|---|
| | | (HDTMA) | | | 19,94 ppm. |
| 16 | Sisyanreswari, <i>et.al</i> (2014) | Zeolit | 1) 30 Menit 2) 60 Menit 3) 90 Menit 4) 120 Menit | - | Kontrol 3,331 mg/L 1) 30 Menit = 0,362 mg/L (89,13 %) 2) 60 Menit = 0,264 mg/L (92,07 %) 3) 90 Menit = 0,139 mg/L (95,82 %) 4) 120 Menit = 0,272 mg/L (91,83 %) |
| 17 | Wardhana, <i>et.al</i> (2013) | Plastik polietilen | 1) 30 Menit 2) 60 Menit 3) 90 Menit 4) 120 Menit 5) 150 Menit | 1) 1 g 2) 2 g 3) 3 g | Kadar fosfat sebelum perlakuan 10,21 mg/L 1) 30 Menit 1 g = 9 mg/L (11,8 %) 2 g = 8,8 mg/L (13,8 %) 3 g = 8,3 mg/L (18,7 %) 2) 60 Menit 1 g = 8,1 mg/L (20,6 %) 2 g = 7,5 mg/L (26,5 %) 3 g = 7 mg/L (31,4 %) 3) 90 Menit 1 g = 6,8 mg/L (33,4 %) 2 g = 6,2 mg/L (39,2 %) 3 g = 6 mg/L (41,2 %) 4) 120 Menit 1 g = 6,3 mg/L (38,2 %) 2 g = 6 mg/L (41,2 %) 3 g = 5,8 mg/L (43,2 %) 5) 150 Menit 1 g = 6,2 mg/L (39,2 %) 2 g = 5,9 mg/L (42,2 %) 3 g = 5,5 mg/L (46,1 %) |
| 18 | Yunarsih, <i>et.al</i> (2013) | Khitosan dari kulit udang galah | 1) 30 Menit 2) 60 Menit | - | Kontrol 17.667305 ppm Membran mampu menurunkan kadar fosfat |

| | | | | | |
|----|----------------------|--|--|----------------------------|--|
| | | <i>(Macrobanchium rosenbergii)</i> | 3) 90 Menit 4) 120 Menit | | total dalam air limbah <i>laundry</i> menjadi 0.460511 ppm (97.40%) dalam waktu kontak terbaik 60 menit |
| 19 | Hendriarianti (2013) | karbon aktif dari sampah plastik <i>Polyethylene</i> | - | 1) 3 g 2) 4 g 3) 5 g | Kontrol 15.14 mg/L Massa terbaik pada 5 g menjadi 2,41 mg/L (60,16 %) |
| 20 | Auliah (2009) | Lempung Aktif | 1) 1 Jam 2) 3 Jam 3) 7 Jam 4) 8 Jam 5) 9 Jam 6) 10 Jam 7) 11 Jam | - | 1) 1 Jam = 0,20 mg/g (60,24 %) 2) 3 Jam = 0,23 mg/g (61,96 %) 3) 7 Jam = 0,3 Mg/g (68,51 %) 4) 8 Jam = 0,4 mg/g (7-,27 %) 5) 9 Jam = 0,29 mg/g (64,62 %) 6) 10 Jam = 0,28 mg/g (64,28 %) 7) 11 Jam = 0,30 mg/g (65,22 %) |
| 21 | Amirullah (2006) | Zeolit | 1) 0 Menit 2) 30 Menit 3) 60 Menit 4) 90 Menit 5) 120 Menit | - | Kontrol 1.8668 mg/L 1) 0 Menit = 1.0481 mg/L (43.85 %) 2) 30 Menit = 1.0146 mg/L (45.65 %) 3) 60 Menit = 0.9949 mg/L (46.706 %) 4) 90 Menit = 1.0053 mg/L (46.148 %) 5) 120 Menit = 0.9806 mg/L (47.472 %) |

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Penyerapan Kadar Fosfat

Pada tabel 4.1 pengaruh waktu kontak terhadap penyerapan kadar fosfat, pada penelitian Nainggolan, *et.al* (2019), Pramudita (2019), Wardhana, *et.al* (2013), Astuti dan sinaga (2015) dan Amirullah (2006) memperoleh hasil penyerapan kadar tertinggi di waktu tertinggi. Akan tetapi berbeda halnya dengan penelitian Rajagukguk, (2018), Nurbaeti, *et.al* (2018), Suriadi, *et.al* (2017), Irdhawati, *et.al* (2016), Sinta, *et.al* (2015), Setiawati, *et.al* (2015), Sisyanreswati, *et.al* (2014), Yunarsih, *et.al* (2013) dan Auliah (2009) memperoleh hasil penyerapan kadar menurun di waktu tertinggi. Hal ini diindikasikan bahwa pada saat proses pengaplikasian adsorben terjadi desorpsi, yang mengakibatkan adsorbat yang telah terserap terlepas kembali dari adsorben.

4.2.2 Pengaruh Massa Adsorben Terhadap Penyerapan Kadar Fosfat

Pengaruh massa adsorben terhadap penyerapan kadar fosfat dilihat dari tabel 4.1, penelitian Nainggolan, *et.al* (2019), Wiroesoedarmo, *et.al* (2019), Hariri (2019), Majid, *et.al* (2017), Wardhana, *et.al* (2013), dan Hendriarianti (2013) memperoleh massa terbaik pada massa tertinggi. Semakin tinggi massanya, maka akan banyak kadar fosfat yang terserap. Berbeda halnya dengan penelitian Rajagukguk, (2018) dan Mu'in, *et.al* (2017), menghasilkan massa terbaik tidak pada variabel massa tertinggi. Hal ini disebabkan karena jumlah karbon aktif yang terlalu banyak sehingga tidak efektif lagi untuk proses penyerapan. Pada penelitian Adiastuti, *et.al* (2018) menunjukkan bahwa kadar fosfat semakin tinggi dengan meningkatnya penambahan karbon aktif yang diduga berasal dari karbon aktif yang mengandung fosfat.

Pada saat proses pembuatan karbon aktif, arang yang dihasilkan dari proses karbonisasi diaktifkan untuk meningkatkan efektivitasnya sebagai bahan penyerap. Aktivasi dapat dilakukan secara pemanasan dan penambahan senyawa kimia seperti H_3PO_4 , NH_4Cl , $AlCl_3$, dan lain-lain (Lempang, 2014). Jadi pada penelitian Adiastuti, *et.al* (2018) dipengaruhi oleh karbon aktif yang telah diaktivasi dengan H_3PO_4 , sehingga terjadi kenaikan kadar fosfat di setiap penambahan karbon aktif.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil kajian kepustakaan (*Library Research*) yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa proses adsorpsi efektif menurunkan kadar limbah fosfat. Berdasarkan pengaruh adsorben, tidak semua adsorben mampu menurunkan kadar fosfat dengan baik, hal ini dipengaruhi oleh massa, waktu kontak dan jenis aktivator. Kemudian pada pengaruh waktu kontak, tidak semua lamanya waktu kontak dapat menurunkan kadar fosfat terbaik hal ini diakibatkan oleh pH, suhu, jenis aktivator, ukuran partikel dan jenuhnya adsorben dalam limbah fosfat karena terlalu lama atau terjadi pelepasan (desorpsi) kembali kadar fosfat. Pada pengaruh massa adsorben tidak semua massa terbanyak dapat menurunkan kadar terbaik, hal ini disebabkan karena jumlah karbon aktif yang terlalu banyak sehingga tidak efektif lagi untuk proses penyerapan, kemudian dapat disebabkan oleh jenis aktivator, suhu, ukuran partikel, dan waktu kontak.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan yaitu untuk peneliti selanjutnya yang ingin melakukan penurunan kadar fosfat dapat melakukan pengontrolan pH optimum, temperatur, ukuran partikel adsorben dan kecepatan pengadukan pada saat pengontakkan dengan adsorben dan menentukan jenis aktivator adsorben.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiastuti, F. E., Ratih, Y. W., dan Afany, M. R., (2018). *Kajian pengolahan air limbah laundry dengan metode adsorpsi karbon aktif serta pengaruhnya terhadap pertumbuhan azolla*. Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Yogyakarta. ISSN: 1411-5719
- Apriliani, A., (2010), *Pemanfaatan Arang Ampas Tebu Sebagai Adsorben Ion Logam Cd, Cr, Cu, dan Pb dalam Air Limbah*, Skripsi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta
- Aprianti, K., Destiarti, L., dan Nelly, W., (2015). Karakterisasi Zeolit Mangan Komersial dan Aplikasinya Dalam Mengadsorpsi Ion Fosfat. *Jurnal: Jurusan Kimia*, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura. 4 (1), hlm 51-57
- Agustina, T. E., Luigi, C., dan Lorenza, T., (2015). Pengaruh ketinggian unggun zeolit serta suhu aktivasi zeolit terhadap penurunan kandungan fosfat dalam air limbah laundry sintetik. *Jurnal Teknik Kimia* No.1, Vol. 21 : Universitas Sriwijaya
- Agusnar, H. (2008). *Analisa Pencemaran Dan Pengendalian Lingkungan*. Medan: USU Press.
- Alaerts, G. dan Santika, S. S.(1987). *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Ahmad, J., dan El-Dessouky, H. (2008). *Design of a modified low cost Treatment system for the recycling and reuse of laundry waste water, Resource, Conservation and Recycling*, 52, 973–978
- Astuti, S. W., dan Sinaga, M. S., (2015). Pengolahan limbah laundry menggunakan metode biosand filter untuk mendegradasi fosfat. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 4, No. 2
- Atabak, H. R. H. *et.al.* (2013). Production of Activated Carbon from Cellulose Wastes. *Journal of Chemical and Petroleum Engineering*. 47(1) : 13-25
- Atkins, P. W. (1999). *Kimia Fisik*. Edisi ke-4. Irma IK penerjemah, Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: Physical Chemistry.
- Auliah, A., (2009). Lempung Aktif Sebagai Adsorben Ion Fosfat Dalam Air. *Jurnal Chemica Vo/. 10 Nomor 2 :14-23*

- Anonimus (2001). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran*. Jakarta: Kementrian Lingkungan Hidup
- Amirullah, I. (2006). *Penurunan konsentrasi chemical oxygen demand (COD) dan fosfat (PO_4) pada limbah cair rumah sakit dengan menggunakan reaktor aerokarbonfilter (Skripsi)*. Jogjakarta: Universitas Islam Indonesia
- Aliaman (2017). *Pengaruh absorpsi karbon aktif dan pasir silika terhadap penurunan kadar besi (Fe), fosfat (PO_4), dan deterjen dalam limbah laundry*, UNY
- Badan Pusat Statistik. (2013). *Proyeksi Penduduk Indonesia tahun 2010-2035*, jakarta
- Beroeh, K., (2004). *Pengaruh Suhu Karbonisasi terhadap Daya Serap Karbon Aktif dengan Aktivator $ZnCl_2$ dari serbuk Gergaji Kayu Jati*. Tugas Akhir Sarjana Teknik Kimia, FT Teknik Kimia UMJ.
- Bird, T. (1993). *Kimia Fisik Untuk Universitas*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Budi, S. S. (2006). *Penurunan Fosfat dengan Penambahan Kapur (LIME), Tawas dan Filtrasi Zeolit pada limbah Cair*. Program Studi Ilmu Lingkungan, UNDIP, Semarang
- Cencen, F., dan Ozgur, A. (2011). *Activated Carbon for Water and Wastewater Treatment: Integration of Adsorption and Biological Treatment*. John Wiley & Sons. Google Scholar
- Cencen, F., dan Aktas, O., (2012). *Activated Carbon for Water and Wastewater Treatment, Integration of Adsorption and Biological Treatment*, Wiley-VCH, Weinheim, Germany.
- El-Wakil, A. M., Abou El-Maaty, W. M., dan Awad, F. S. (2014). Removal of Lead From Aqueous Solution on Activated Carbon and Modified Activated Carbon repared from Dried Water Hyacinth Plant. *Journal Analytical and Bioanalytical Techniques*, 5(2). DOI:10.4172/2155-9872.1000187
- Fernianti, D., dan Suryati, L. (2017). *Terhadap Proses Penyerapan Surfaktan dalam Ampas Teh*, 2(2), 10–14.

- Gemala, M dan Oktarizal, H. (2019). *Rancang bangun alat penyaringan air limbah laundry*. Program Studi Kesehatan Lingkungan. Stikes Ibnu Sina Batam. Vol 4 No 1. 38-43. DOI: <https://doi.org/10.22437/chp.v4i1.6910>
- Gultom, E. M., dan Lubis, M. T. (2014). Aplikasi Karbon Aktif dari Cangkang Kelapa Sawit dengan Aktivator H₃PO₄ Untuk Penyerapan Logam Berat Cd dan Pb. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara*, 3(1).
- Gumelar, D., dan Hendrawan, Y. (2015). Pengaruh aktivator dan waktu kontak terhadap kinerja arang aktif berbahan eceng gondok (*Eichornia Crossipes*) pada penurunan cod limbah cair laundry. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 3(1), 15–23.
- Han, R., Y., Wangyi, Zou, W., Yuanfeng, W., dan Shi, J., (2007). Comparison of linear and nonlinear analysis in estimating the Thomas model parameters for methylene blue adsorption onto natural zeolite in fixed bed column, Department of Chemistry, Zhengzhou University, *Journal of Hazardous Materials* 145 (2007) 331–335.
- Haura, U., Razi, F., dan Meilina, H. (2017). *Karakterisasi adsorben dari kulit manggis dan kinerjanya pada adsorpsi logam Pb(II) dan Cr(VI)*, BIOPROPAL INDUSTRI Vol.8 No.1, 47-54
- Hariri, A. L. F., (2019). *Pemanfaatan komposit dari kitosan pada cangkang kepiting dan pektin dari kulit buah jeruk sebagai adsorben limbah laundry*, Fakultas Teknik Kimia, UMS
- Hartanto, S dan Ratnawati. (2010). Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Sawit Dengan Metode Aktivasi Kimia. *Jurnal Sains Materi Indonesia. Indonesian Journal of Materials Science*. Vol. 12, No. 1, hal : 12 – 16. ISSN : 1411-1098.
- Halim, P. A., (2014). *Biosand filter dengan reaktor karbon aktif dalam pengolahan limbah laundry*, Fakultas teknik, Universitas Hasanuddin Makassar
- Hendriarianti, E., Boikletes, Y.F., dan Artiyani, A (2013). *Sampah Plastik Polyethylene sebagai Media Adsorpsi Pengolahan Limbah Cair Pencucian Mobil*. Penelitian Masalah Lingkungan di Indonesia. Hal. 227-233.

- Ismadji, S., Sudaryanto, Y., Hartono, S. B., Setiawan, L. E. K., dan Ayucitra, A. (2005). Activated carbon from char obtained from vacuum pyrolysis of teak dust: pore structure development and characterization. *Bioresource Technology* 96: 1364-1369
- Irdhawati, Andini, A., dan Arsa, M., (2016). *Daya Serap Kulit Kacang Tanah Teraktivasi Asam Basa Dalam Menyerap Ion Fosfat Secara Bath Dengan Metode Bath*. Journal Kimia Riset, Volume 1 No. 1. 52-57
ISSN: 2528-0422
- Ikhwan, Z., (2015). Efektifitas Biosorben Batang Keladi, Eceng Gondok dan Batang Pisang terhadap Kandungan Fosfat Limbah Cair Laundry, *Jurnal Kesehatan Masyarakat andalas*. p-ISSN 1978-3833 e-ISSN 2442-6725, <http://jurnal.fkm.unand.ac.id/index.php/jkma/>
- Jubilate, F., Zahara, T. A., dan Syahbanu, I., (2016). Pengaruh Aktivasi Arang dari Limbah Kulit Pisang Kepok sebagai Adsorben Besi (II) Pada Air Tanah, Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. (1997). Ringkasan agenda 21 indonesia (Strategi Nasional Untuk Pembangunan Berkelanjutan), Kerja sama *United Nations Development programme*, jakarta.
- Keputusan Kementerian Kesehatan Republik indonesia No.1204/MENKES/SK/X/2004
- Kusnaedi (2010). *Mengolah Air Kotor untuk Air Minum*. Jakarta: Swadaya.
- Lavinia, D. L., Sulistiyani dan Rahardjo, M. (2016). Perbedaan Efektivitas Zeolit dan *Manganese Greensand* untuk Menurunkan Kadar Fosfat dan Chemical Oxygen Demand Limbah Cair Laundry Zone di Tembalang, *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol 4, No 4 (ISSN: 2356-3346) <http://ejournals1.undip.ac.id/index.php/jkm>
- Low, K. S., Lee, C. K., dan Wong,SL. (1995). Effect Of Dye Modification On The Sorbtion Of Cooper By Coconut Husk, *Environ, Technol* ; 16 : 877- 883.
- Majid, M., Rahmi, A., Umar, R., dan Hengky, H. K. (2017). *Efektivitas Penggunaan Karbon Aktif ada Penurunan Kadar Fosfat Limbah Cair Usaha Laundry di Kota Pare-Pare Sulawesi Selatan*, Prosiding Seminar

Nasional IKAKESMADA

- Martell, A. E. dan Hancock, R.D. (1996). *Metal Complexes in Aqueose Solution*. Plenum Press. New York.
- Mu'in, R., Wulandari, S., dan Pertiwi, N. P., (2017). Pengaruh kecepatan pengadukan dan massa adsorben plastik polietilen terhadap penurunan kadar fosfat pada limbah laundry, *Jurnal Teknik Kimia*, Universitas Sriwijaya. No. 1, Vol. 23
- Nasip, M. (2016). Pemanfaatan spuit bekas pemanfaatan spuit bekas sebagai media biofiltrasi dalam menurunkan kadar bod dan cod air limbah laundry. *Jurnal Vokasi Kesehatan*, 11(2), 119– 125.
- Nainggolan, I. T. A. B., Herman, S., dan Yenti, S. R., (2019). *Penentuan Model Kesetimbangan Adsorpsi Ion Fosfat (PO_4^{3-}) Menggunakan Arang Aktif Tongkol Jagung dengan Variasi Massa Arang Aktif dan Kecepatan Pengadukan*, Fakultas Teknik Kimia, Universitas Riau, Volume 6 Edisi 1
- Nurbaeti, L., Prasetya, A. T., dan Kusumastuti, E., (2018). Arang Ampas Tebu (*Bagasse*) Teraktivasi Asam Klorida sebagai Penurun Kadar Ion $H_2PO_4^-$. *J. Chem. Sci.* 7 (2). Universitas Negeri Semarang. p-ISSN 2252-6951 e-ISSN 2502-6844
- Nunik, P., dan Okayadnya, D.G., 2013, Penyisihan Logam Besi (Fe) pada Air Sumur dengan Karbon Aktif dari Tempurung Kemiri, *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(2), hal. 33-41.
- Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 “Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air”. Jakarta, 14 Desember 2001 hal 1, 2001.
- Palilingan, S., Pungus, M., dan Tumimomor, F., (2019). Penggunaan kombinasi adsorben sebagai media filtrasi dalam menurunkan kadar fosfat dan amonia air limbah laundry, *Fullerene Journ. Of Chem Vol.4 No.2*: 48-53. ISSN 2598-1269
- Padmanabha dan Purnama. (2015). *Efektivitas Model Instalasi Pengolahan Air Limba Vertical Flow Sub-Surface Flow constructed Wetland dalam Mengolah Air Limbah Kegiatan Laundry di Kabupaten Bandung*. PS Ilmu Kesehatan Masyarakat. Fakultas Kedokteran. Universitas Udayana
- Pramudita, A. E. E., (2019). *Pemanfaatan komposit dari kitosan dan pektin dari*

kulit buah jeruk sebagai adsorben limbah laundry, Fakultas Teknik Kimia,
UMS

- Rahmawati, Y. D., Prasetyo, I., dan Rochmadi, (2010). Pengaruh Penambahan Zat Pendehidrasi terhadap Struktur Mikropori Material Karbon yang Dibuat dari Pirolisis Resin Phenol tert.buthyl phenol-formaldehid, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, J02.1 J02.9.
- Rahayu, T. (2004). Karakteristik Air Sumur Dangkal di Wilayah Kartasura dan Upaya Penjernihannya. *Jurnal MIPA*. Vol. 14, Hlm 40-51.
- Rajagukguk, P. T. R., (2018). *Pemanfaatan Kulit Durian Sebagai Adsorben untuk Penyisihan Detergen dan Fosfat dalam Pengolahan Limbah Cair Laundry*, Universitas Sumatra Utara : Medan (<http://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/11651>)
- Ramdja, A. F., Halim, M., dan Handi, J. (2008). Pembuatan Karbon Aktif dari Pelepah Kelapa (*Cocus nucifera*), *J. Tek.Kim*, 15 (2), 1-8
- Reynolds, T. D., (1982). Dalam Takarani et.al 2019. *Pengaruh Massa dan Waktu adsorben selulosa dari Kulita Jagung Terhadap Konsentrasi Penyerapan*. Fakultas Teknik – Universitas Mulawarman. p-ISSN : 2598-7410 e-ISSN : 2598-7429
- Ridho. (2013) dalam jurnal Rachmawati, B., Surya, P. Y., dan Mirwan, M.,(2016). Proses ektrokoagulasi pengolahan limbah laundry. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 6(1), 15–22.
- Rizka, R. B., dan Anggraini, W. (2017). *Pembuatan Karbon Aktif dari Bambu sebagai Basis Katalis Fe-Co untuk Reaksi Fischer-Tropsch*. (Skripsi). Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Setiawati, D., Destiarti, L., dan Wahyuni, N., (2015). *Pemanfaatan Zeolit A Termodifikasi HexaDecylTriMethylAmmonium (HDTMA) Sebagai Adsorben Fosfat*, Universitas Tanjungpura. Volume 4(2), hal 14-20, ISSN: 2303-1077

- Siswandari, A. M., Hindun, I., dan Sukarsono. (2016). Fitoremediasi Phospat Limbah Cair Laundry Menggunakan Tanaman Melati Air (*echinodorus paleaefolius*) dan Bambu Air (*Equisetum Hyemale*) Sebagai Sumber Belajar Biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*. (p-ISSN: 2442-3750; e-ISSN: 2527-6204)
- Sisyanreswari, H., Oktiawan, W., dan Rezagama, A., (2014). *Penurunan TSS, COD, Fosfat pada limbah laundry menggunakan koagulan tawas dan media zeolit*. Fakultas teknik, UNDIP
- Silvi, A., Daud, S., dan Yenti, S. R., (2017). *Pengaruh Massa Ukuran Partikel Adsorben Daun Nanas terhadap Efisiensi Penyisihan Fe pada Air Gambut*, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Smulders, E. (2002). *Laundry Detergents*, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, Jerman.
- Sukardjo (1985). dalam Ngandayani, D. 2011. Pengaruh Konsentrasi Adsorbat, Temperatur, dan Tegangan Permukaan pada Proses Adsorpsi Gliserol oleh Karbon Aktif. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret
- Suharto, B., Anugroho, F., dan Putri, F. K., (2020). Penurunan Kadar Fosfat Air Limbah Laundry Menggunakan Kolom Adsorpsi Media Granular Activated Carbon (GAC). *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. Universitas Brawijaya, Malang
- Sugiharto. (1987). *Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah*, Jakarta: Universitas Indonesia.
- Suryawan, B. (2004). *Karakteristik Zeolit Indonesia sebagai Adsorben Uap Air*. Universitas Sriwijaya, Jakarta
- Suriadi, A., Shofiyani, A., dan Lia Destiarti, L., (2017). Sintesis dan Karakterisasi Pasir Besi Terlapis Mangan Dioksida Serta Aplikasinya Untuk Penurunan Kadar Ion Fosfat Dalam Air. Universitas Tanjungpura. Vol 6(1) : 64-72 ISSN 2303-1077
- Tandy, E. (2012). Kemampuan Adsorben Limbah Lateks Karet Alam Terhadap Minyak Pelumas Dalam Air. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 1, No. 2
- Thamzil, L., (2008). *Potensi Zeolit untuk Mengolah Limbah Industri dan Radioaktif*. Tangerang: Batan

- Utami, Anggi. Rizkia, (2013). *Pengolahan Limbah Cair Laundry dengan Menggunakan Biosand Filter dan Activated Carbon*, Jurnal Teknik Sipil Untan/Volume 13 Nomor 1- Juni, Tangerang.
- Utomo, S. (2014), Pengaruh Waktu Aktivasi dan Ukuran Partikel terhadap Daya Serap Karbon Aktif dari Kulit Singkong dengan Aktivator NaOH, *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2014*, 1-4
- Utomo, W. P., Nugraheni, Z.V., Rosyidah, A., Shafwah, O.M., Naashihah, L.K., Nurfitriana, N., dan Ulfindrayani, IF. (2018). Penurunan Kadar Surfaktan Anionik dan Fosfat dalam Air Limbah Laundry di Kawasan Keputih, Surabaya Menggunakan Karbon Aktif. *Akta Kimia Indonesia*, 3(1), 127-140. DOI: <http://dx.doi.org/10.12962/j25493736.v3i1.3528>
- Wardhana, I. W., Siwi H. D., dan Ika, R. D. (2013). Penggunaan Karbon Aktif dari Sampah Plastik untuk kandungan fosfat pada limbah cair (Studi Kasus : Limbah Cair Industri Laundry di Tembalang , Semarang), *Jurnal PRESIPITASI*, 10(1): 30-40
- Widiyani, P. (2010). *Dampak dan Penanganan Limbah Detergen*, Program Studi Kesehatan Masyarakat Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Wimpenny, J., Manz, W., Szewzyk, U. (2000). *Heterogeneity in Biofilms*, FEMS Microbiol
- Wiroesoedarmo, R., Kurniati, E., dan Ardika, A. J., (2019). Adsorpsi Senyawa Fosfat Total (PO₄) dalam Air Buangan Laundry dengan Zeolit Termodifikasi. *Jurnal Sumber daya Alam dan Lingkungan*, Universitas Brawijaya
- Yunarsih, N. M., Manurung, M., dan Putra, K. G. D., (2013). Efektivitas membran khitosan dari kulit udang galah (*Macrobrachium rosenbergii*) untuk menurunkan kadar fosfat dalam air limbah laundry. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)* Vol 1, No 2, ISSN 2302-7274

Zunidra. (2000). Efektivitas Ketebalan Pasir Aktif Dalam Menurunkan Kadar Fe pada Air Sumur Gali Kelurahan Kenali Asam Bawah Kota Jambi. *Skripsi* Fakultas Kesehatan Masyarakat USU. Medan

