

**PEMANFAATAN KARBON AKTIF DARI BAN BEKAS SEBAGAI
ADSORBEN UNTUK PENGOLAHAN AIR LIMBAH PABRIK
SLAB/LUMP BERDASARKAN WAKTU KONTAK DAN pH**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Bidang Studi Kimia**



Oleh:

Oktaviani

08031282126062

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

**PEMANFAATAN KARBON AKTIF DARI BAN BEKAS SEBAGAI
ADSORBEN UNTUK PENGOLAHAN AIR LIMBAH PABRIK
SLAB/LUMP BERDASARKAN WAKTU KONTAK DAN pH**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Bidang Studi Kimia**

Oleh:

OKTAVIANI

NIM 08031282126062

Indralaya, 18 Maret 2025

**Menyetujui,
Pembimbing**

Pembimbing I,



**Dr. Muhammad Said, M.T
NIP. 197407212001121001**

Pembimbing II,



**Andi Wijaya, S.T.P., M.Eng
NIK: 3021988140217**

Mengetahui,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



**Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 197111191997021001**

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi Oktaviani (08031282126062) dengan judul "Pemanfaatan Karbon Aktif dari Ban Bekas sebagai Adsorben untuk Pengolahan Air Limbah Pabrik Slab/Lump Berdasarkan Waktu Kontak dan pH" telah disidangkan dihadapan Tim Penguji Sidang Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 17 Maret 2025 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 18 Maret 2025

Pembimbing

1. Dr. Muhammad Said, M.T
NIP. 197407212001121001

()

2. Andi Wijaya, S.T.P, M.Eng
NIK. 302198814217

()

Penguji

1. Dra. Fatma, M.S
NIP. 196207131991022001

()

2. Dr. Neza Rahayu Palapa, M.Si
NIP. 199505292022032017

()

Mengetahui,



Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 197111191997021001



Prof. Dr. Muharni, M.Si
NIP. 196903041994122001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Oktaviani

NIM : 08031181924111

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain. Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, 18 Maret 2025

Penulis,



Oktaviani

NIM. 08031282126062

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Oktaviani
NIM : 08031282126062
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul : "Pemanfaatan Karbon Aktif dari Ban Bekas sebagai Adsorben untuk Pengolahan Air Limbah Pabrik Slab/Lump Berdasarkan Waktu Kontak dan pH". Dengan hak bebas royalti non eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 18 Maret 2025

Yang Menyatakan



Oktaviani

NIM. 08031282126062

HALAMAN PERSEMBAHAN

“... Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal itu baik bagimu dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal itu buruk bagimu. Allah mengetahui, sedangkan kamu tidak mengetahui”.

(Q.S. Al-Baqarah: 216)

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”.

(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

“... Dan Allah sebaik-baik perencana”.

(Q.S. Al-Anfal: 30 dan Q.S. Ali-Imran: 54)

“Maka nikmat Tuhan mana lagi yang kamu dustakan?”.

(Q.S. Ar-Rahman: 13)

Skripsi ini sebagai wujud syukur kepada:

Allah SWT

Nabi Muhammad SAW

Serta saya persembahkan skripsi ini kepada:

- Ayah KMS. M. Soleh, Ibu Neti Lasnita dan adik Silvia Bela.
- Keluarga besar saya, keluarga KMS. Nangyu, Lukman Effendi (Abbas), dan Hasan Basri.
- Dosen pembimbing saya, Bapak Dr. Muhammad Said, M.T dan Bapak Andi Wijaya, S.T.P., M.Eng.
- Sahabat dan semua orang yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan baik secara moril dan material.
- Almamater Universitas Sriwijaya yang saya banggakan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Karbon Aktif Dari Ban Bekas sebagai Adsorben untuk Pengolahan Air Limbah Pabrik Slab/Lump berdasarkan Waktu Kontak dan pH” ini tepat pada waktunya. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Muhammad Said, M.T dan Bapak Andi Wijaya, S.T.P., M.Eng yang telah banyak memberikan bimbingan, bantuan, motivasi, saran dan petunjuk kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW atas rahmat, karunia, ridha dan syafaatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tahapan ini.
2. Kepada orang kedua orang tua, Ayah KMS. M. Soleh dan Ibu Neti Lasnita yang tidak pernah lelah mendoakan, memberikan support, dan kasih sayang yang melimpah dalam bentuk apapun. Terimakasih banyak untuk kedua orang tuaku tersayang atas segala hal dari dulu hingga sekarang, semuanya tidak akan pernah bisa terbalaskan. Gelar ini dipersembahkan untuk kalian.
3. Adik Silvia Bela, yang sangat menggemaskan. Terimakasih sudah memberikan doa, semangat, menjadi teman gelud, dan selalu menemani Cek.
4. Bapak Dr. Muhammad Said, M. T dan Bapak Andi Wijaya, S. T. P., M. Eng selaku pembimbing penulis yang sudah banyak memberikan ilmu, nasehat, dukungan dan lainnya. Terimakasih banyak karena sudah menjadi seperti orang tua sendiri. Semoga semuanya menjadi Lillah dan Allah balaskan setiap kebaikan, selalu diberikan kesehatan oleh Allah, kebaikan dan juga limpahan rahmat-Nya.
5. Bapak Prof. Hermansyah S.Si., M.Si., Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya dan Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. selaku Sekretaris Jurusan.

7. Ibu Dra. Fatma, M.S dan Ibu Dr. Neza rahayu Palapa, M.Si penguji sidang sarjana yang telah banyak memberikan saran dan arahan hingga skripsi ini selesai.
8. Ibu Dr. Eliza, M.Si selaku dosen pembimbing akademik yang sudah banyak membantu dan membimbing selama masa perkuliahan.
9. Seluruh Dosen FMIPA Kimia Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, mendidik dan membimbing selama masa kuliah.
10. Kak Iin dan Mbak Novi selaku admin jurusan yang sudah banyak membantu dan memberi penjelasan informasi kepada penulis sehingga tugas akhir dapat diselesaikan sebagaimana mestinya. Semoga selalu Allah limpahkan banyak kebaikan.
11. Seluruh Analis jurusan kimia yang telah memberikan ilmu dan bimbingan selama masa kuliah.
12. Keluarga besar KMS. Nangyu, Uwak, Cek, Aak dan Adek sepupu. Khususnya Dek Andre yang selalu siap dengan kerandomanku. Terimakasih banyak karena selalu mendoakan, memberikan dukungan dan semangat dalam bentuk apapun.
13. Keluarga besar Lukman Effendi (Abbas), Bibik, Mamang, dan Adik-adik sepupu khususnya Bakpao (Dek Aksa) *moodbooster* terbaik Cek.
14. Keluarga besar Hasan Basri yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan semangat kepada penulis. Terimakasih banyak untuk semuanya.
15. Grup aiko (Mbak Lina-mentor terbestt, Mbak Rini, Mbak Riska, Mbak Suci, Azzah, Manda, Mira, Faizah, Nisa), para insan yang masya Allah hebatnya jazakumullah khairan atas segala hal baik. Semoga Allah limpahkan banyak nikmat kepada kalian, pokoknya terbaikk untuk kalian.
16. Angkasa (Dela, Arika, Rere, Mba Zila, Mbak Muyik, Puput, Bibik, Tm, Liza, Dija, QS, Nasya, Meme, Indo, Fattah, Ojan) rumah keduku, tempat yang nyaman untuk membuat Otak tetap pulang sejauh apapun melangkah. Terimakasih banyak alien-alienku tercinta karena terus kebersamai Otak hingga saat ini. Semoga Angkasa selalu menjadi tempat kita bertumbuh, saling menguatkan, dan meraih impian bersama. Mengudaralah alienku, tidak peduli sejauh mana kita terbang, semoga hati kita selalu terhubung dalam persahabatan

yang tulus, membawa manfaat, keberkahan, dan kebahagiaan tanpa batas. Harus sukses till Jannah yaaa!!! Love tak hingga dari Bidara.

17. Dela Anggraeni-Nenengku tersayang, insan yang masya Allah tidak bisa dijelaskan dengan kata-kata yang sudah seperti saudara sendiri. Banyak hal sudah kita lalui bersama, salah satu hal tak terlupakan yaitu sudah menemani bimbingan di kala itu. Terimakasih banyak untuk doa, support, kasih sayang, dan semuanyaaa. Tetap menjadi ukhti fillah kuu yaa!.
18. Tio Affandi Sitanggang, brodi guaa yang selalu siap siaga dengan segala hal tentang gua termasuk membantu, mendengarkan dan merespon secara sabar nan ikhlas. Semoga semua kebaikan selalu Allah berikan ke brodi guaa. Jangan bosan untuk direpotkan!.
19. Riskia Nurul Khotimah dan Rani Puspita Sari, dua perempuan manis yang menjadi partner bertahan dan survive dari awal masuk di jurusan kimia hingga gelar S.Si itu berada di belakang nama kita. Terimakasih banyak untuk semua hal yang kita lalui, bersyukur dipertemukan Allah dengan dua orang hebat ini. Semoga perjalanan kita ke depan semakin penuh keberkahan, kesuksesan, dan kebahagiaan. Jangan pernah menjadi asing dan ukhuwah ini harus tetap terjalin yaa!!
20. Grup LULUSSS BREEEEE (Kak Ajeng, Dinda Nurhaliza, Febi Ayu Damayanti), para perempuan yang masya Allah. Terimakasih banyak sudah banyak membantu, mengayomi, dan memberikan makna selama masa perkuliahan terutama di semester akhir. Semoga apa yang telah kalian berikan menjadi berbuah keberkahan dan kesuksesan di setiap langkah ke depan. Next harus punya project-project besar sihh.
21. Kak Ajeng Negian Tarisa, sosok yang menjadi kakak, sahabat, dan partner dari maba hingga gelar itu kita dapatkan. Terimakasih sudah berbagi dan mengajarkan banyak hal, semoga selalu sukses dalam setiap langkah kak.
22. Echa, adik kecil kakak dan Garuda. Terimakasih masih setia menemani perjalanan hidup penulis dan terus melukiskan kisah menghadirkan tawa, kasih sayang, serta terus melukiskan kisah yang penuh warna dan makna.
23. Bang Azriel dan Kak Pera, kasuh keren yang sudah memberikan motivasi dan bantuan layaknya kepada adik sendiri serta Muti dan Bella, desuh yang baik dan

bantuan layaknya kepada adik sendiri serta Muti dan Bella, desuh yang baik dan menggemaskan. Semoga Allah balas semua kebaikan yang sudah diberikan.

24. Husnull, Zesika, Adell, Lissa manusia-manusia kuat nan hebat. Terimakasih banyak sudah menemani, membantu, dan berbagi suka maupun duka selama di masa perkuliahan, semoga banyak kesempatan untuk dapat dipertemukan di masa depan. Sukses yaa girls.
25. Teman-temanku, Anita, Ncii, Ajim, Adit, Momon, Nadia, Onti Nabila, Aura, Selik, dan Mbak Tri. Terimakasih sudah menjadi bagian support system selama ini. Bahagia selalu dimanapun kalian berada.
26. Partner TA (Anora) yang kebersamai perjuangan TA dan Anak magang PP Sembawa khususnya Nessa, Aul, Muti, Devi yang sudah melukiskan kisah di semester akhir. Terimakasih untuk segala sesuatu yang telah dilalui bersama.
27. Pusat Penelitian Karet Sembawa, khususnya Kak Kevin, Pak Sungkowo, Pak Supri, Pak Sular dan Bapak-bapak baik lainnya yang sangat membantu dan baik kepada penulis.
28. Teman-teman Lawrensium, terimakasih dan bangga pernah menjadi bagian dari kalian. Semoga kita bisa bertemu kembali di lain kesempatan.
29. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu. Terimakasih sudah membantu, memberikan dukungan, dan doa selama perkuliahan serta tugas akhir ini. Semoga menjadi amal jariyah untuk kalian.
30. Teruntuk Oktaviani, terimakasih sudah bertahan sampai sejauh ini. Terus bertumbuh menjadi lebih baik dan senantiasa menebarkan kebaikan yaa.

Penulis menyadari penyusunan skripsi ini jauh dari kata sempurna karena keterbatasan kemampuan dan ilmu pengetahuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, atas kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini, penulis memohon maaf dan bersedia menerima kritikan yang membangun. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi siapa saja yang membacanya.

Indralaya, 18 Maret 2025

Penulis

SUMMARY

**UTILIZATION OF ACTIVATED CARBON FROM WASTE TIRE AS
AN ADSORBENT FOR WATER TREATMENT OF SLAB/LUMP
FACTORY WASTE BASED ON CONTACT TIME AND PH**

Oktaviani: Supervised by Dr. Muhammad Said, M.T and Andi Wijaya, S.T.P.,
M.Eng

Chemistry, Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University

xix + 69 Pages, 10 Figures, 6 Tables, 8 Attachments.

Slab/lump mills produce wastewater containing organic and inorganic compounds, including COD and ammonia that are harmful to the environment. Another problem is that tire production continues to increase causing tire waste to become more abundant, this will become an environmental problem. The solution to both problems is the use of adsorbents to adsorb slab/lump factory wastewater. The adsorbent used in this research is carbon black obtained from waste tire powder. Waste tire powder was chosen because it contains carbon black elements of 22-28%. The purpose of this study was to determine the characteristics of activated carbon from waste tire powder as an adsorbent and determine the effect of contact time and pH on the decrease in COD and total ammonia. This research is expected to provide innovative solutions in the treatment of slab/lump factory waste, while reducing the negative impact of used tire waste on the environment. Several stages were carried out in this study, starting with cutting used tires into powder, then pyrolysis process was carried out to obtain carbon which was then activated using 2 M H₂SO₄. Activated carbon was characterized using SEM and XRD instruments. Activated carbon was utilized in the adsorption process of slab/lump factory wastewater based on contact time variations of 30, 60, and 90 minutes and pH variations of 5, 6, and 7 to reduce COD and total ammonia.

Characterization results using SEM show the results of agglomerated or stacked morphology. Meanwhile, XRD characterization results showed the success of adsorbent preparation by obtaining typical carbon diffraction peak patterns at 2θ angles around 19.08°-29.22°. The optimum adsorption conditions for COD parameters were obtained at a contact time of 90 minutes with pH 5, resulting in an efficiency of 74.801%. The ammonia parameter obtained an efficiency of 60.180% at a contact time of 60 minutes with a pH of 5. The adsorption capacity of COD and ammonia at pH 5, 6, and 7 in an equilibrium state was obtained as 66.722; 60.000; and 59.110 mg/g and 14.690; 11.643; and 10.227 mg/g, respectively.. The adsorption kinetics model follows the pseudo first order kinetics model. This study shows that the utilization of activated carbon obtained from waste tire powder as an adsorbent can reduce COD and total ammonia in slab/lump factory wastewater.

Keywords : Waste Tire Powder, COD, Total Ammonia, Adsorption

Citations : 57 (2012-2024)

RINGKASAN

**PEMANFAATAN KARBON AKTIF DARI BAN BEKAS SEBAGAI
ADSORBEN UNTUK PENGOLAHAN AIR LIMBAH PABRIK
SLAB/LUMP BERDASARKAN WAKTU KONTAK DAN pH**

Oktaviani: Dibimbing oleh Dr. Muhammad Said, M.T dan Andi Wijaya, S.T.P.,
M.Eng

Kimia, Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

xix + 69 Halaman, 10 Gambar, 6 Tabel, 8 Lampiran.

Pabrik slab/lump menghasilkan limbah cair yang mengandung senyawa organik dan anorganik, termasuk COD dan amonia yang berbahaya bagi lingkungan perairan. Permasalahan lain yaitu produksi ban terus meningkat menyebabkan limbah ban semakin melimpah, hal ini akan menjadi permasalahan lingkungan. Solusi dari kedua permasalahan tersebut yaitu pemanfaatan adsorben untuk mengadsorpsi air limbah pabrik slab/lump. Adsorben yang digunakan pada penelitian ini berupa karbon hitam yang diperoleh dari ban bekas. Ban bekas dipilih karena mengandung unsur karbon hitam sebesar 22-28%. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik karbon aktif dari serbuk ban bekas sebagai adsorben serta menentukan pengaruh waktu kontak dan pH terhadap penurunan COD dan amonia total. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi inovatif dalam pengolahan limbah pabrik slab/lump, sekaligus mengurangi dampak negatif limbah ban bekas terhadap lingkungan. Beberapa tahapan dilakukan dalam penelitian ini, diawali dengan pemotongan ban bekas hingga menjadi serbuk, lalu dilakukan proses pirolisis untuk memperoleh karbon yang kemudian diaktivasi menggunakan H_2SO_4 2 M. Karbon aktif di karakterisasi menggunakan instrumen SEM dan XRD. Karbon aktif dimanfaatkan dalam proses adsorpsi air limbah pabrik slab/lump yang dilakukan berdasarkan variasi waktu kontak 30, 60, dan 90 menit serta variasi pH 5, 6, dan 7 untuk mengurangi COD dan amonia total.

Hasil karakterisasi menggunakan SEM menunjukkan hasil morfologi yang teraglomerasi atau bertumpuk-tumpuk. Hasil karakterisasi XRD menunjukkan keberhasilan pembuatan adsorben dengan diperoleh pola puncak difraksi khas karbon pada sudut 2θ sekitar $19,08^\circ$ - $29,22^\circ$. Kondisi optimum adsorpsi untuk parameter COD, diperoleh pada waktu kontak 90 menit dengan pH 5, menghasilkan efisiensi 74,801%. Parameter amonia diperoleh efisiensi sebesar 60,180% pada waktu kontak 60 menit dengan pH 5. Kapasitas adsorpsi COD dan amonia pada pH 5, 6, dan 7 dalam keadaan seimbang diperoleh secara berturut-turut sebesar 66,722; 60,000; dan 59,110 mg/g serta 14,690; 11,643; dan 10,227 mg/g. Model kinetika adsorpsi mengikuti model kinetika *pseudo first order*. Penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan karbon aktif yang diperoleh dari serbuk ban bekas sebagai adsorben dapat mengurangi COD dan amonia total pada air limbah pabrik slab/lump.

Kata Kunci : Serbuk Ban Bekas, COD, Amonia Total, Adsorpsi

Sitasi : 57 (2012-2024)

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PESRSETUJUAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN PUBLIKASI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
SUMMARY	iii
RINGKASAN	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Industri Karet Alam.....	4
2.2 Slab/Lump	5
2.3 Air Limbah	6
2.4 Serbuk Ban Bekas	6
2.5 Proses Pirolisis	7
2.6 Karbon Aktif	8
2.7 Material Adsorben.....	8
2.8 Proses Adsorpsi	10
2.9 Karakterisasi Adsorben Limbah Serbuk Ban Bekas	11
2.9.1 <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	11
2.9.2 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	12

2.10 Analisis Parameter Kualitas Air Limbah Karet Pabrik Slab/Lump.....	13
2.10.1 Analisis Nilai <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....	13
2.10.2 Analisis Kadar Amonia Total (NH ₃ -Total)	13
2.11 Metode Spektrofotometri	14
2.12 Kinetika Adsorpsi.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Pelaksanaan Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan	17
3.2.1 Alat.....	17
3.2.2 Bahan.....	17
3.3 Prosedur Kerja.....	17
3.3.1 Preparasi Sampel.....	17
3.3.2 Pengarangan	18
3.3.3 Penjemuran dan Pengovenan	18
3.3.4 Penghalusan dan Pengayakan	18
3.3.5 Proses Aktivasi	18
3.3.6 Adsorpsi Air Limbah Pabrik Slab/Lump menggunakan Metode <i>Batch</i>	18
3.3.7 Analisis Karakteristik Karbon Aktif dari Limbah Serbuk Ban Bekas	19
3.3.7.1 Karakterisasi Karbon Aktif dari Limbah Serbuk Ban Bekas menggunakan <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	19
3.3.7.2 Karakterisasi Karbon Aktif dari Limbah Serbuk Ban Bekas menggunakan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	19
3.3.8 Analisis Parameter Uji	19
3.3.8.1 Analisis Nilai <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) (SNI 6989.02: 2019).....	19
3.3.8.1.1 Pembuatan <i>Digestion Solution</i>	19
3.3.8.1.2 Pembuatan Pereaksi Asam Sulfat (H ₂ SO ₄).....	20
3.3.8.1.3 Pembuatan Larutan Blanko.....	20

3.3.8.1.4 Pembuatan Kurva Kalibrasi Larutan Standar.....	20
3.3.8.1.5 Pengujian Sampel.....	20
3.3.8.2 Analisis Kadar Amonia (<i>Instructional Manual Ammonia High Range ISM HI 96733C, HANNA Instrument ASTM D1426-92</i>).....	21
3.3.8.2.1 Kalibrasi Alat <i>Photometer</i> Amonia Instrumen Hanna 96733C.....	21
3.3.8.2.2 Validasi Alat <i>Photometer</i> Amonia Instrumen Hanna 96733C.....	21
3.3.8.2.3 Uji Sampel.....	21
3.3.9 Analisis Data	21
3.3.9.1 Kinetika Adsorpsi.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Preparasi Sampel.....	23
4.2 Pembuatan Adsorben Serbuk Ban Bekas	23
4.3 Analisis Struktur Morfologi Karbon Aktif dari Serbuk Ban Bekas dengan SEM (<i>Scanning Electron Microscope</i>)	24
4.4 Analisis Karbon Aktif dari Serbuk Ban Bekas dengan <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD).....	26
4.5 Analisis Parameter Kualitas Air Limbah Karet Pabrik Slab/Lump.....	28
4.5.1 Analisis Nilai <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) (SNI 6989.02:2019)	28
4.5.2 Analisis Kadar Amonia (<i>Instructional Manual Ammonia High Range ISM HI 96733C, HANNA Instrument ASTM D1426-92</i>).....	31
4.6 Kinetika Adsorpsi.....	33
4.6.1 Kinetika Adsorpsi terhadap COD	33
4.6.2 Kinetika Adsorpsi terhadap Amonia	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Kesimpulan	35

5.2	Saran.....	35
	DAFTAR PUSTAKA.....	36
	LAMPIRAN.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Produk Slab di Pabrik Pengolahan Karet di Puslit Karet Sembawa	4
Gambar 2.	Slab/Lump	5
Gambar 3.	Serbuk Ban Bekas	7
Gambar 4.	Ilustrasi Difraksi Sinar-X pada XRD	12
Gambar 5.	Serbuk Ban Bekas	23
Gambar 6.	Karbon Aktif Hasil Percobaan.....	24
Gambar 7.	Hasil Uji SEM Karbon Aktif (a) Titik pertama dengan perbesaran 200 kali; (b) Titik kedua dengan perbesaran 200 kali; (c) Titik ketiga dengan perbesaran 200 kali	25
Gambar 8.	Hasil Karakterisasi XRD.....	26
Gambar 9.	Grafik Nilai COD pada Sampel yang Telah Diberi Perlakuan.....	30
Gambar 10.	Grafik nilai amonia pada sampel yang telah diberi perlakuan	32

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rancangan Percobaan Adsorpsi Air Limbah Pabrik Slab/Lump	19
Tabel 2. Data Puncak Difaktogram	27
Tabel 3. Rekapitulasi Data Analisis Nilai COD	28
Tabel 4. Rekapitulasi Data Analisis Kadar Amonia	31
Tabel 5. Data Perhitungan Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Terhadap COD..	33
Tabel 6. Data Perhitungan Kinetika Adsorpsi Karbon Aktif Terhadap Amonia.....	34

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Prosedur Penelitian	43
Lampiran 2. Spektra XRD Karbon Aktif dari Serbuk Ban Bekas	52
Lampiran 3. Spektrum Panjang Gelombang Maksimum Larutan Standar KHP pada Konsentrasi 500 mg/L.....	54
Lampiran 4. Data Kurva Kalibrasi Larutan Standar dan Perhitungan Parameter Chemical Oxygen Demand (COD).....	55
Lampiran 5. Data dan Perhitungan Parameter Amonia.....	59
Lampiran 6. Data Pengaruh Waktu Kontak dan pH Terhadap Adsorpsi COD pada Air Limbah Pabrik Slab/Lump	61
Lampiran 7. Data Pengaruh Waktu Kontak dan pH Terhadap Adsorpsi Amonia pada Air Limbah Pabrik Slab/Lump	64
Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian.....	67

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pabrik slab/lump umumnya melakukan proses pengolahan karet untuk memperoleh produk yang diinginkan. Proses pengolahan karet untuk menghasilkan produk yang diinginkan, juga akan menghasilkan hasil samping yang disebut limbah. Limbah yang menjadi masalah di pabrik karet biasanya limbah cair, yang bersumber dari proses pencucian, pencabikan, penggilingan, peremahan, pengeringan, dan pengepresan bokar. Limbah yang dihasilkan banyak mengandung bahan organik yang tinggi, sisa senyawa bahan olahan karet, senyawa karbon, nitrogen, fosfor, dan senyawa-senyawa lain seperti amonia yang cukup tinggi. Material organik yang terdapat pada air limbah industri karet apabila berada dalam konsentrasi tinggi dan langsung dibuang tanpa pengolahan akan menimbulkan pencemaran pada lingkungan perairan sehingga terjadi penurunan kualitas air. Kondisi ini dapat menimbulkan gangguan, kerusakan dan bahaya bagi semua makhluk hidup yang bergantung pada sumber daya air tersebut. Pengolahan limbah karet saat ini biasanya dilakukan dengan menggunakan lumpur aktif. Metode ini terbukti efektif, namun memiliki biaya operasional yang cukup tinggi (Dewi dkk, 2020). Hal tersebut menyebabkan perlunya solusi alternatif yang lebih efisien dan ramah lingkungan untuk pengolahan limbah karet.

Industri ban mengalami pertumbuhan seiring meningkatnya produksi karet. Produksi ban yang terus meningkat menyebabkan melimpahnya ban bekas yang semakin sulit dikelola karena ban sulit terurai secara alami. Pemusnahan ban bekas dengan cara pembakaran akan menyebabkan polusi karena menghasilkan gas berbahaya seperti dioksin, sedangkan pembuangan secara sembarangan dapat mencemari lingkungan salah satunya menjadi tempat berkembang biak nyamuk (Afriyannoor *et al.*, 2024). Ban umumnya terdiri dari 41-48% karet, 22-28% karbon hitam, 13-16% logam, 4-6% serat tekstil, dan 10-12% bahan tambahan lainnya (Senin *et al.*, 2016). Salah satu solusi alternatif untuk menanggulangi kedua permasalahan tersebut yaitu pengolahan limbah pabrik slab/lump menggunakan karbon aktif yang diperoleh dari serbuk ban bekas. Kandungan karbon hitam yang cukup tinggi pada ban berpotensi efektif dalam mengadsorpsi air limbah.

Metode yang dapat digunakan untuk memperoleh karbon aktif dari serbuk ban bekas yang akan digunakan sebagai adsorben adalah metode pirolisis. Pirolisis merupakan proses dekomposisi termokimia bahan organik, di mana struktur kimia bahan baku diuraikan melalui pemanasan dengan sedikit atau tanpa kehadiran oksigen atau reaksi kimia lainnya. Proses ini menghasilkan produk berupa arang, minyak, dan gas. Pirolisis juga efektif dalam menguraikan senyawa organik dalam plastik melalui pemanasan, juga dengan sedikit atau tanpa keterlibatan oksigen (Azizah, 2023). Produk yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai adsorben.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengolah air limbah pabrik slab/lump menggunakan adsorben, contohnya penggunaan kombinasi bentonit dan karbon aktif dari batubara untuk mengurangi nilai COD dan BOD pada air limbah pabrik slab/lump (Naswir dkk., 2020). Penelitian lain dilakukan oleh Daud *et al.*, (2018) mengenai pengurangan kadar amonia pada air limbah pabrik slab/lump menggunakan adsorben alami dari cangkang biji tumbuhan flamboyan. Das *et al.*, (2022) juga memanfaatkan adsorben alami dari kulit kayu *Moringa oleifera* dan *Pseudomonas sp.* untuk mengolah air limbah pabrik slab/lump. Berdasarkan beberapa literatur yang telah disebutkan sebelumnya, diketahui bahwa adsorben dari serbuk ban bekas masih sedikit sekali digunakan untuk mengolah limbah pabrik slab/lump. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian pemanfaatan limbah serbuk ban bekas untuk pengolahan air limbah pabrik slab/lump.

Pada penelitian ini dilakukan proses pirolisis untuk memperoleh karbon aktif dari serbuk ban bekas untuk diaplikasikan sebagai adsorben dalam pengolahan limbah cair pabrik slab/lump. Karbon aktif dikarakterisasi menggunakan instrumen XRD dan SEM. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini berupa variasi waktu kontak 30, 60, dan 90 menit serta variasi pH 5, 6, dan 7. Penelitian ini menggunakan parameter uji meliputi COD dan amonia total. Penelitian ini juga menentukan kapasitas serta model kinetika adsorpsinya.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik karbon aktif dari serbuk ban bekas berdasarkan hasil morfologi dari SEM dan pola puncak difraksi yang dihasilkan XRD?
2. Bagaimana pengaruh waktu kontak 30, 60, 90 menit selama proses adsorpsi terhadap penurunan nilai COD dan kadar amonia total?

3. Bagaimana pengaruh variasi pH 5, 6, dan 7 pada air limbah pabrik slab/lump terhadap penurunan nilai COD dan kadar amonia total?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menentukan karakteristik karbon aktif dari serbuk ban bekas berdasarkan hasil morfologi dari SEM dan pola puncak difraksi yang dihasilkan XRD.
2. Menentukan pengaruh waktu kontak 30, 60, dan 90 menit terhadap penurunan nilai COD dan kadar amonia total selama proses adsorpsi.
3. Menentukan pengaruh variasi pH 5, 6, dan 7 pada air limbah pabrik slab/lump terhadap penurunan nilai COD dan kadar amonia total.

1.4. Manfaat penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi serta wawasan yang lebih mendalam mengenai pemanfaatan limbah serbuk ban bekas untuk pengolahan air limbah pabrik slab/lump.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F., Deviany, D., Nabilah, C., Iskarnanda., Suhartono., dan Suharto. 2022. The Effect of Averrhoa Bilimbi Extract as Natural Coagulants on The Characteristics of Rubber. *Jurnal Konversi*. 11(1): 44-51. doi: 10.20527/k.v11i1.12841.
- Afandy, Moh. A., dan Sawali, F. D. I. 2024. Adsorpsi Kromium Heksavalen Pada Larutan Aqueous Menggunakan Arang Kayu Teraktivasi Asam: Studi Isotherm Dan Kinetika. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*. 8(1): 1–14. <https://doi.org/10.32493/jitk.v8i1.35315>.
- Afriyannoor, A., Ridzeki, F., dan Purnamasari, E. 2024. Pengaruh Penggunaan Limbah Karet Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Aspal Lapisan Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) Ditinjau dari Nilai Marshall. *Jurnal Penelitian Teknik*. 1(1): 25-48.
- Akbar, Z., Tamrin. dan Sugianti, C. 2015. Mempelajara Karakteristik Pengerinnan Lateks dengan Perbedaan Ketebalan menggunakan Alat Pengering Efek Rumah Kaca (ERK). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 4(1): 73-80.
- Alfira, M., Sumadiyasa, M., Suarbawa, K. N., dan Wendri, N. 2024. Analisis Fase Karbon Pada Pemutih Gigi Berbasis Arang Aktif Tempurung Kelapa Dengan Metode Difraksi Sinar-X (XRD) Analysis of Carbon Phase in Activated Coconut Shell Charcoal Based Teeth Whitening Using X-Ray Diffraction (XRD) Method. *Buletin Fisika*. 25(1): 124-129.
- Aljamali, N. M., Aldujaili, R. A. B., Alfatlawi. I. O. 2021. Physical and Chemical Adsorption and Its Applications. *International Journal of Thermodynamics and Chemical Kinetics*. 7(2): 1-8. doi: 10.37628/IJTCK.
- American Society for Testing and Material. 2015. ASTM D1426-92 tentang Manual Water and Environmental Technology dengan metode *Nessler*. 8 hlm.
- Andika, B., Wahyuningsih, P., dan Fajri, R. 2020. Penentuan Nilai BOD dan COD sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. *Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*. 2(1): 14–22. <https://ejurnalunsam.id/index.php/JQ>.
- Aniyikaiye, T. E., Oluseyi, T., Odiyo, J. O., and Edokpayi, J. N. 2019. “Physico-Chemical Analysis of Wastewater Discharge from Selected Paint Industries in Lagos, Nigeria.” *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 16(7): 1-17. doi: 10.3390/ijerph16071235.
- Arifin, U. F., Adetya, N. P., Pambudi, W., Listyalina, L., dan Ratnaningsih, W. 2024. Pengaruh Waktu Iradiasi Ultrasonik dengan Aktivasi Kalium Hidroksida terhadap Sifat Fisis Karbon Aktif dari Serbuk Karet End Life Tire. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 13(2): 80-87. doi: 10.32734/jtk.v13i2.15549.

- Azizah, N. 2023. Analisis Dampak Keberadaan Pabrik Pengolahan Limbah Plastik CV Gumilang Plastik terhadap Kesejahteraan Masyarakat Desa Utama. *Jurnal Media Teknologi*. 9(2): 195–205. <https://doi.org/10.25157/jmt.v9i2.2937>
- Badan Standardisasi Nasional. 2019. SNI 6989.02-2019: *COD Refluks Tertutup*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional. 15 hlm.
- Batdjedelik, A. N. dan Sumardiyono. 2024. Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa sebagai Adsorben Pemurnian Minyak Jelantah Activated Carbon from Coconut Shell as an Adsorbent for Refining used Cooking Oil. *Jurnal Kimia Dan Rekayasa*. 4(2): 65–70. <http://kireka.setiabudi.ac.id>
- Das, J., Mondal, A., Biswas, S., and Nag, S. 2022. The Eco-Friendly Treatment of Rubber Industry Effluent by Using Adsorbent Derived from *Moringa oleifera* bark and *Pseudomonas sp*, Cultured from Effluent. *Water Science and Technology*. <https://doi.org/10.2166/wst.2022.387>.
- Daud, Z., Ahmad, B., Awang, H., Abubakar, M. H., Nasir, N., and Tajarudin, H. A. 2018. Ammoniacal Nitrogen Removal Using flamboyant pods (*Delonix Regia*) Adsorbent for Natural Rubber Wastewater Treatment. *International Journal of Integrated Engineering*. 10(9). <https://doi.org/10.30880/ijie.2018.10.09.015>
- Dewi, D. S., Prasetyo, H. E. and Karnadeli, E., 2020. Pengolahan Air Limbah Industri Karet Remah (*Crumb Rubber*) Dengan Menggunakan Reagen Fenton. *Jurnal Redoks*. 5(1): 47-57.
- Effendy, S., Rusnadi, I., Amin, J. M., Aina, N., Rossa, B. and Waltin, M., 2021. Unjuk Kerja Proses Pirolisis Katalitik Limbah Ban Bekas Menjadi Bahan Bakar Cair Ditinjau Dari Jumlah Katalis, Variasi Temperatur, dan Waktu Operasi. *Kinetika*. 12(1): 32-39.
- Falaah, A. F., dan Cifriadi, A. 2012. Pemanfaatan Limbah Ban Bekas dengan menggunakan Teknologi Pirolisis. *Warta Perkaretan*. 31(2): 103-107.
- Hakim, L., Dirgantara, M., dan Nawir, M. 2019. Karakterisasi Struktur Material Pasir Bongkahan Galian Golongan C Dengan Menggunakan X-Ray Diffraction (X-RD) Di Kota Palangkaraya. In *Jurnal Jejaring Matematika dan Sains*. 1(1). <http://e-journal.upr.ac.id/index.php/JMS>
- Hanur., Saputra, G. M. D., Sudia, B., dan Sisworo, R. R. 2024. Perancangan dan Pengujian Performansi Kondensor Tiga Tingkat Pada Alat Pirolisis Plastik. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin*. 9(3): 114-120.
- Hidayanti, F. and Harnovan, A. A. 2020. Application of Scanning Electron Microscopy: A Review. *International Journal of Applied Science and Engineering Review*. 1(6): 91-102.

- Hijriah, H. A. F., Umari, Z. F., dan Panjaitan, R. 2021. Analisis Kadar Optimum Serbuk Karet Ban Dalam Bekas pada Campuran Aspal. *Tapak*. 11(1): 29-35.
- Iqbal, M., Firdaus, M., Al Fauzan, M., Novayanti, M., Simanjuntak, Syahidah, F., Maulana, M. R., Maulidiah, H. M., Puspita, W. R., Mustanir, M., Jefiza, A., Budiana, B., & Asaad, N. S. 2021. Penggunaan SEM dan Image-J dalam Mempelajari Ketebalan Lapisan Mikrostruktur. *Journal Of Applied Electrical Engineering*. 5(2): 69–74.
- Karbeka, M. 2024. Kinetika Adsorpsi Pb(II) Oleh Adsorben Pasir Teraktivasi NaOH dengan Variasi Konsentrasi. *Lantanida Journal*. 12(1): 16-28.
- Kasmudin, K., Fitria., Mahyudin, F., dan Pascal, A. 2023. Pengaruh Konsentrasi dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Desalinasi Air Payau Menggunakan Kitosan Kulit Udang Vaname. *Journal of Science and Education Research*. 2(1): 1-6.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2014. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah. Jakarta: Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 85 hlm.
- Lambertz, S., Franke, M., Stelter, M., and Braeutigam, P. 2023. Sensing of Chemical Oxygen Demand (COD) by Amperometric Detection Dependence of Current Signal on Concentration and Type of Organic Species. *Environmental Monitoring and Assessment*. 195(6). doi: 10.1007/s10661-023-11228-3.
- Massoudinejad, M., Rabori, M. M., and Dehghani, M. H. 2015. Treatment of Natural Rubber Industry Wastewater through a Combination of Physicochemical and Ozonation Processes. *Journal of Advances in Environmental Health Research*. 3(4): 242-249 doi: 10.22102/jaehr.2015.40208.
- Mushofa, N, dan Febriyana, L. 2024. Analisis Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) pada Air Limbah Domestik dengan Metode Refluks menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis. *Jurnal Riset Sains dan Kimia Terapan*. 10(1): 139-146.
- Nasution, R. S. 2016. Pemanfaatan Berbagai Jenis Bahan Sebagai Penggumpal Lateks. *Journal of Islamic Science and Technology*. 2(1): 29-36.
- Naswir, M., Yasdi, Y., Chaniago, M. A., and Wibowo, Y. G. 2020. Utilization of Compilation of Bentonite and Activated Carbon from Coal to Reduce BOD and COD Levels in Rubber Industrial Wastewater. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*. 17(2): 121–127. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v17i2.121-127>.

- Nurdin, M. I., Damayanti, J. D., dan Sukasri, A. 2023. Efisiensi Bioball pada Teknologi Fitobiofilm untuk Penurunan Kadar Amonia dalam Air Limbah Domestik. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*. 5(1): 166-176.
- Octarya, Z. dan Fernando, A. 2016. Peningkatan Kualitas Minyak Goreng Bekas dengan menggunakan Adsorben Arang Aktif dari Ampas Tebu yang Diaktivasi dengan NaCL. *Photon: Jurnal Sain Dan Kesehatan*. 6(02): 139–148. <https://doi.org/10.37859/jp.v6i02.494>.
- Oktaviansyah, I. 2024. Pengaruh Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Karbon Aktif Industrial Terhadap Parameter Ammonia Pada Danau Sipin. *Jurnal Redoks*. 9(2): 137–146. <https://doi.org/10.31851/redoks.v9i2.14541>.
- Oktaviastuti, B., Leliana, A., dan Abid, L. 2020. Pengaruh Bahan Tambah Serbuk Ban Bekas pada Konstruksi Hotrolled Sheet-Wearing Course. *Jurnal Rekayasa*. 5(1): 7-11.
- Omer, S., Anand, S., Singh, S. K., and Singh, A. 2020. Review Study on Waste Tire as an Adsorbent to Remove Toxic Metals from Waste Water. *International Journal of Pharmaceutical and Medicinal Research*. 8(1): 1-5.
- Pramadita, S., Sulastri, A., dan Desmiani, H. 2022. Uji Toksisitas Akut LC50 Limbah Cair Industri Karet PT. X Terhadap Daphnia Magna Dengan Metode Batch. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 10(1): 057-063. doi: 10.26418/jtllb.v10i1.51588.
- Putri, F., Witjahjo, S., and Arnoldi, D. 2022. The Design and Construction of Fuel Production Machinery from Waste Tire Using Pyrolysis Process. *International Journal of Research in Vocational Studies*. 2(3):61–65. doi: 10.53893/ijrvocas.v2i3.145.
- Rachmawan, A. dan Wijaya, A. 2018. Pengaruh Karet Kering Lateks Pada Susut Bobot Slab Dan Lump. *Warta Perkeretaan*. 337(1): 51-60.
- Rahayu, A., Syauqi, R., dan Islami, M. K. 2021. Teknologi Pengolahan Kandungan Kromium dalam Limbah Penyamakan Kulit Menggunakan Proses Adsorpsi. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*. 5(1): 90-99. doi: 10.33795/jtkl.v5i1.207.
- Rani, S. R. A. 2022. Studi Analisis Data Difraksi Sinar-X Pada Material Zircon Pasir Alam Melalui Metode Rietveld. *Jurnal Fisika Dan Terapannya*, 9(1): 16–22. <https://doi.org/10.24252/jft.v9i1.25470>
- Renjini, A. and Dileep, D. 2017. Spectrophotometry and Spectrometry-Concept and Applications. *International Journal of Advance Research and Innovative*. 2(4): 96-100.
- Riyanto, C. A., Hidayati, N. A., dan Martono, Y. 2023. Penurunan Kadar Chemical Oxygen Demand dan Kekeruhan pada Limbah Laundry menggunakan

- Karbon Aktif Daun Eceng Gondok. *Indonesian Journal of Chemical Analysis*. 6(2): 164–175. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol6.iss2.art8>.
- Royani, S., Fitriana, A. S., Bias, A., Enarga, P., and Bagaskara, Z. 2021. Kajian COD dan BOD dalam Air di Lingkungan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Kaliori Kabupaten Banyumas. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 13(1): 40-49.
- Rupam, T. H., Islam, M. A., Animesh Pal, Chakraborty, A., and Saha, B. B. 2019. Thermodynamic Property Surfaces for Various Adsorbent/Adsorbate Pairs for Cooling Applications. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 144(2019): 118579. doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2019.118579.
- Senin, M. S., Shahidan, S., Leman, A. S., and Hannan, N. I. R. R. 2016. Analysis of Physical Properties and Mineralogical of Pyrolysis Tires Rubber Ash Compared Natural Sand in Concrete material. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 160(1): 012053. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/160/1/012053>.
- Setiorini, I. A. 2019. Karakteristik Termoplastik Elastomer Dari Karet Alam dan Polipropilena dengan Penambahan Carbon Black Filler. *Jurnal Teknik Patra Akademika*. 10(02): 41-54.
- Setiorini, I. A., Agusdin., Mardiana, V., Prakasa, M. W., Sujarwo, 2018. Pengaruh Adsorben Karbon Aktif Batubara Terhadap Penyerapan Kandungan Nilai COD dan TOC dalam Limbah Kain Jumputan Pada Rancang Bangun Alat Adsorber. *Jurnal Teknik Patra Akademika*. 09(1): 14-27.
- Sulistiyawati, E., Citra, S., Firdaus, R., Safitri, M., Sri, D., dan Murni, W. 2024. Kinetika Adsorpsi Ion Zn Menggunakan Serbuk Gergaji Kayu Jati (*Tectona grandis*) Teraktivasi EDTA dalam Air Limbah Batik Kayu Adsorption Kinetics of Zn Ion Using EDTA Activated Teak Wood Sawdust (*Tectona grandis*) in Batik Wood Wastewater. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*. 21(2): 140-148.
- Setyowati, W. J. D., Lestari, R. A. S., dan Purwaningtyas, E. F. 2022. Pengaruh Proses Aerasi Terhadap Penurunan Kadar Cod Pada Limbah Cair Karet. *Journal of Chemical Engineering*. 3(1): 19-24. doi: 10.56444/cjce.v3i1.3031.
- Sirajuddin, dan Harjanto. 2018. Pengaruh Ukuran Adsorben dan Waktu Adsorpsi terhadap Penurunan Kadar COD pada Limbah Cair Tahu menggunakan Arang Aktif Tempurung Kelapa. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian*. 42-46.
- Sumari., Prakasa, Y. F., Asrori, M. R., and Baharintasari, D. R. 2020. Analisis Kandungan Mineral Pasir Pantai Bajul Mati Kabupaten Malang Menggunakan XRF Dan XRD. *Fullerene Journal of Chemistry*. 5(2): 58. doi: 10.37033/fjc.v5i2.154.

- Supriyanto, A., Kristiawan, Y. Y., dan Unyanto, S. 2017. Pemanfaatan Limbah Ban Bekas sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Metode Pirolisis. *Jurnal Teknik Akademi Teknoligi Warga*. 18: 35-40.
- Tamjid, M., Ilhamiyah., Suslinawati. 2023. Pemasaran Lump Karet Rakyat di Unit Pengolahan dan Pemasaran Bokar (UPPB) Tuntung Pandang Desa Maluku Baulin Kecamatan Kurau Kabupaten Tanah Laut. *Jurnal Unka*. 19(2).
- Tumanggor, A. Z. dan Ayu, D. F. 2021. Ukuran partikel dan waktu kontak karbon aktif dari kulit singkong terhadap mutu minyak jelantah. *Sagu*. 19(2): 27-38. doi: 10.31258/sagu.v19i2.7896.
- Widodo, L. U., Najah, S., and Istiqomah, C. 2020. Pembuatan Adsorben Berbahan Baku Tanah Liat dari Limbab Industri Pencucian Pasir Silika dengan Perbedaan Konsentrasi HCl dan Waktu Aktivasi. *Journal of Research and Technology*. 6(1): 10-15.
- Wirosoedarmo, R., Haji, A. T. S., dan Hidayati, E. A. 2018. 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.