

**PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR HCl PADA PEMBUATAN  
KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA SAWIT UNTUK ADSORPSI  
LOGAM TIMBAL (Pb)**

**SKRIPSI**

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



**OLEH :**

**MAYANG ANGELINA**

**08031381924092**

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

**2023**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR HCl PADA PEMBUATAN  
KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA SAWIT UNTUK ADSORPSI  
LOGAM TIMBAL (Pb)**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
Bidang Studi Kimia

Oleh :

**Mayang Angelina**

**08031381924092**

Indralaya, Juni 2023

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**



**Dr. Ady Mara, M.Si**  
NIP.196404301990031003



**Dr. Desnelli, M.Si**  
NIP. 196912251997022001

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 Mayang Angelina (08031381924092) dengan judul “Pengaruh Konsentrasi Aktivator HCl Pada Pembuatan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Untuk Adsorpsi Logam Timbal” telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 23 Juni 2023 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 26 Juni 2023

Ketua :

1. **Prof. Dr. Poedji Loekitowati, M.Si**

NIP. 196808271994022001

Sekretaris :

1. **Dr. Addy Rachmat, M.Si**

NIP. 197409282000121001

Pembimbing :

1. **Dr. Ady Mara, M.Si**

NIP. 196404301990031003

2. **Dr. Desnelli, M.Si**

NIP. 196912251997022001

Penguji :

1. **Fahma Riyanti, M.Si**

NIP. 197202052000032001

2. **Prof. Dr. Muharni, M.Si**

NIP. 196903041994122001

(*[Signature]*)

(*[Signature]*)

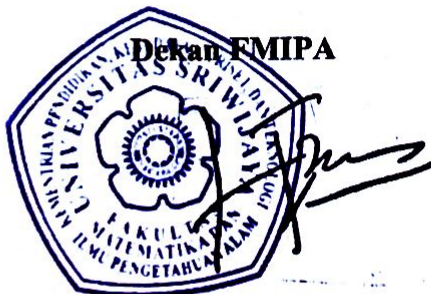
(*[Signature]*)

(*[Signature]*)

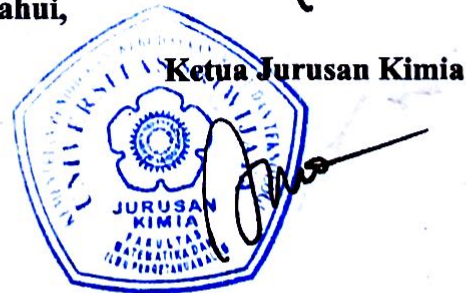
(*[Signature]*)

(*[Signature]*)

Mengetahui,



**Prof. Dr. 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 : Mayang Angelina

NIM : 08031381924092

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, 26 Juni 2023

Penulis,



Mayang Angelina

NIM. 08031381924092

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

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Mayang Angelina

NIM : 08031381924092

Fakultas/Jurusan : MIPA/ 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” Pengaruh Konsentrasi Aktivator HCl Pada Pembuatan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Untuk Adsorpsi Logam Timbal (Pb)” Dengan hak bebas royalti non-eksklusive ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, 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, 26 Juni 2023

Yang menyatakan,



Mayang Angelina

NIM. 08031381924092

## HALAMAN PERSEMBAHAN

**“Karena itu, ingatlah kamu kepada-ku niscaya aku ingat (pula) kepadamu, dan bersyukurlah kepadaku, dan janganlan kamu mengingkari (nikmat)-ku’**

**-Q.S Al-baqarah: 152**

**“Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu, Allah mengetahui sedang kamu tidak mengetahuinya”**

**-Q.S Al-baqarah: 216**

**“Kamu tidak harus sempurna untuk mendapatkan kebahagiaan, setiap orang pasti mempunyai impian, tidak masalah bagaimana cara mereka mewujudkannya dan tetaplah perbaiki dirimu selagi bisa, jangan pernah menyerah dan teruslah berusaha”**

**-Mayang Angelina**

Skripsi ini adalah rasa bentuk syukur dan terima kasih kepada sang pencipta Allah SWT dan Suri Tauladan Baginda Rasul Muhammad SAW, dan Skripsi ini akan ku persembahkan untuk :

- Mama dan Papa Tersayang
- Adikku Ranizal dan Revan tersayang
- Kakek dan nenek serta keluargaku yang selalu mendukungku
- Dosen Pembimbing skripsi dan Pembimbing Akademik
- Teman-teman seperjuangan yang sudah sedikit banyak terlibat di kisah ini
- Almamater Universitas Sriwijaya
- Apresiasi kepada diri sendiri

## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur bagi Allah SWT, berkat rahmat dan hidayah-nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Konsentrasi Aktivator HCl Pada Pembuatan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Untuk Adsorpsi Logam Timbal (Pb)”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana sains di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Proses Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari berbagai rintangan, Namun dengan izin Allah SWT melalui kekuatan yang diberikan-Nya dalam bentuk kesabaran, ketekunan, dan kuat menjalani kehidupan kampus. Alhamdulillah akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Dr. Ady Mara, M.Si** dan Ibu **Dr. Desnelli, M.Si** selaku pembimbing tugas akhir yang selalu sabar dalam membimbing, memotivasi, menasehati, serta memberikan saran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT, yang selalu memberikan nikmat berlimpah dalam setiap detik yang dilalui oleh penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan studi untuk mendapatkan gelar sarjana strata (S1)
2. Mama dan Papa tersayang, terimakasih telah begitu sabar dan kuat dalam mendidik serta mengurus penulis hingga detik ini, begitu sabar dalam menghadapi tingkah laku penulis yang terkadang belum bisa menjadi anak yang terbaik bagi kalian karena sedikit banyak masih menyusahkan, terimakasih telah memberikan segala hal yang penulis butuhkan baik materi maupun lahir dan batin. Tiada kata yang bisa penulis ucapkan selain terima kasih dan tetap mendoakan penulis agar menjadi anak yang sukses dan selalu berbakti kepadamu.
3. Adikku Ranizal dan Revan, Terimakasih telah membantu jikalau penulis sedang membutuhkan bantuan dimanapun dan kapanpun, Tetap jadi orang terbaik ya dik, tetap jalani sekolah dengan semangat supaya bisa meraih cita-cita kalian. Selalu doakan penulis agar bisa menjadi kakak terbaik buat kalian.

4. Terima kasih kepada keluarga besarku (Nenek, Kakek, Om, Tante, Sepupu, Ponakan yang tidak bisa disebutkan satu per satu) yang tak henti-hentinya mendukungku dalam bidang akademik, selalu membanggakan penulis walau terkadang penulis belum menjadi yang terbaik.
5. Bapak Dr. Ady Mara, M.Si dan Ibu Dr. Desnelli, M.Si selaku pembimbing tugas akhir, terima kasih atas semua masukan, saran, arahan, kesabaran, serta bimbingannya yang telah diberikan kepada penulis, Semoga kebaikan ibu dan bapak selalu dibalas oleh Allah SWT dan akan penulis kenang sampai akhir hidup penulis.
6. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si selaku ketua jurusan kimia FMIPA, Universitas Sriwijaya dan Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si sekaligus dosen penguji dan sekretaris sidang penulis, terimakasih telah memberikan masukan, saran kepada penulis semoga kebaikan ibu dan bapak selalu dibalas oleh Allah SWT.
7. Bapak Prof. Hermansyah, Ph.D selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya terima kasih atas ilmu yang sudah diberikan saat pembelajaran.
8. Ibu Fahma Riyanti, M.Si selaku dosen pembahas yang telah memberikan masukan, saran serta ilmu kepada penulis.
9. Bapak Prof. Dr. rer.nat. Risfidian Mohadi, M.Si selaku dosen pembimbing akademik, terimakasih telah memberikan masukan, nasehat serta saran selama proses perkuliahan kurang lebih 4<sup>th</sup> ini.
10. Dosen-dosen kimia FMIPA, Universitas Sriwijaya yang telah membimbing penulis dan mengukir cerita pada setiap perjalanan kehidupan yang dilalui oleh penulis.
11. Kak iin dan Mba Novi, Selaku Staff Administrasi Jurusan Kimia, yang telah banyak membantu penulis dari awal hingga akhir masa studi, Terimakasih kak iin dan mba novi semoga kita bisa tetap bercanda tawa dan bertemu dilain waktu.
12. Analis Kimia (Yuk Niar, Yuk Yanti, dan Yuk Nur) yang telah membantu penulis dari pengecekan sampel, penelitian hingga tugas akhir.
13. PT. Hevea MK 1 (Kak Andre, Mba Seeva, Kak Nanda, Kak Sanan, Mba Orin dan semua yang tidak bisa disebutkan satu per satu), Terimakasih telah menghiasi warna dalam penelitian selama sebulan di PT tersebut serta mem -



bantu penelitian penulis dari mulai pengambilan sampel serta pengecekan kadar karakterisasi, semoga kebaikan kakak semua dibalas oleh Allah SWT.

14. Teruntuk SuperTim ku (Noerita dan Feby). Gais sejujurnya aku sangat bangga pada kalian, kalian yang selalu menjadi penyemangat dikala aku sedang sedih, kalian yang selalu bilang “ayo kita kejer revisian” dikala aku malas untuk mengerjakan skripsi. Teruntuk Feby Nurhasanah. Feb, mungkin aku belum bisa jadi kawan terbaik bagimu tapi percayalah aku sangat beruntung memilikimu, walaupun diriku lebih tua darimu tapi sifatmu sungguh lebih dewasa dariku, aku sangat beruntung punya sahabat sepertimu yang tidak pernah mempunyai sifat iri dan selalu membantu aku dikala sedih dan senang. Teringat kita yang selalu berjuang untuk PP Palembang-Layo ternyata seru juga walau terkadang cape banget ga sih terutama pas Maba, Kau yang selalu menjadi penolong aku saat aku sakit, feb semoga kau mendapatkan laki-laki yang tulus dan keluarganya bisa menerima dirimu ya, ohiya Kita punya banyak kisah yang kita harus kenang nantinya, semoga kita tetep menjadi sahabat terbaik sampai nanti yah dan bisa menjadi bagian cerita kehidupan yang akan kita ceritakan bersama anak kita nantinya. Teruntuk Noerita Rosanti aka mama noe, dirimu sama noi lebih dewasa diantara aku dan feby, kamulah seseorang penyemangat bagi kami dan selalu menghadapi suatu hal dengan tenang, mungkin aku dan feby belum bisa menjadi sahabat dan teman cerita yang banyak buatmu noi, tapi percayalah kami akan selalu ada untukmu, banyak kisah yang sudah kita lalui noi, dari mulai perjalanan panjang kita masuk bem u sampai menjadi peneliti tugas akhir, boti di hevea, makan di fe, sampai penerawangan musyrik AHHAHA pokoknya kalau kau balik ke Palembang nanti kita harus main dan selfreward noi. Intinya Terimakasih supertim ku yang menjadi superhero dalam hidupku setelah keluargaku.
15. SUKSES (Feby, Natul, Anggun). Gais terimakasih telah menjadi teman perciwian dan perhangout an dikala tugas akhir melanda. Teruntuk Anggun Apriliyani makasi banyak ya gun udah menumpangi aku dan feby saat dilayo, lalu menjadi rosi karena dulu cuma kau yang bisa bemotor diantara aku dan feby, Kaulah yang paling gas ngeng kemanapun tiada hari tanpa jalan karena kau selalu gabut, Terimakasih telah mendengarkan keluh kesah, kegirangan,

dan kesaltingan akuu kalau aku lagi dikos kau pokoknya langgeng ya sama maular ntar kalau aku kebangka aku kabarin. Teruntuk nadatul saqdiah aka natul, tul makasi juga ya udah jadi teman yang paling care saat aku sakit, lalu menjadi penerjemah saat aku suka ngomong yang ribet dan mereka dak ngerti, tul pokoknya kau jangan overthinking terus yo karena masih banyak yang sayang sama kau tul, tul aku doain kau cepet diacc buat semhas biar kita bisa wisuda bareng tul, tul pokoknya jangan pernah nyakiti diri kau dewek ya karena masih banyak yang sayang sama kau. Terimakasih tul sudah menjadi wanita tegas yang aku harus contoh kau untuk menghadapi semua laki-laki di dunia ini wkwkwk.

16. Pasukan Ba<sup>56</sup> B<sup>51</sup>I<sup>53</sup> (Iqbal, Rajes, Jepri, Agung, Kak Apres). Gais terimakasih ya sudah menjadi bagian cerita dalam perjalanan hidup ini yang sudah sedikit banyak aku repotkan dalam berbagai hal. Teruntuk M Iqbal Maulana, bal makasi banyak sudah menjadi kakak terbaik aku dan sudah menjadi orang terpeka saat keadaan aku tidak baik-baik saja, terimakasih telah menjadi penengah disaat aku dan kak apres berproblem kala itu, pokoknya aku yang dulu sebelum jadi yang sekarang sangat merepotkan dirimu pokoknya aku kala itu menjadi adik kecil yang sangat manja dan terkadang tidak tahu diri tapi kau orang paling sabar walaupun kita pernah salah paham juga dan langgeng terus ya sama anggun karena aku sedikit banyak tahu cerita kau mendambakan dia kala itu. Teruntuk M Rajesa Putra, Jes makasi banyak sudah menemani kehabutan selama kuliah walau kadang kita suka berdebat dulu baru akur tapi aku percaya kau orang baik yang pasti selalu mengejakan kawan-kawan kau walau kadang kau suka lupa diri waktu kau pacaran sama ex kau dan sombongan tiap ketemu kami dak negur wkwk tapi itu adalah masa lalu pokoknya gas wisuda bareng ye sepasukan ntar kapan-kapan kecurup lagi ya dan langgeng ya sama natoelll jangan buat dia overthinking. Teruntuk Jepriadi walau kau ngeselin nian suka bikin aku emosi tapi kau orang baik yang sering aku repotkan juga, pastinya kadang kau suka lawak dan banyak nian cewek yang kau deketin akupun bingung dasar buaya intinya jadilah jep buaya wkkw bener-benerla dengan cewek jangan kasar pokoknya terus jangan emosian harus lembut. Ntar kalau kau ad kerja calling aku jangan lupa. Teruntuk M Agung Bimantara, gung

kerjainlah skripsi kau ya dan semangat terus kaya yang aku bilang sama kau carilah mood terbaik kau untuk mengerjakan skripsi dan kalau tidak tau ya silahkan bertanya dan cari referensi di jurnal, jangan kabur-kaburan lagi ya gung karena bagaimanapun kita tetap menghadapi yang namanya skripsian, terimakasih juga sudah mengantar jemput saya dan selalu aku repotkan kala itu pokoknya semangat terus agung ayo kejer biar bisa wisuda bareng. Apresi Kurnia Restu aka ka apres yang pernah menjadi temen berantem dan berdebatku sampai beneran musuhan 6 bulan karena kita keras kepala HAHAHA ka apres makasi banyak sudah membantu dikala aku tidak tau tentang rumus dan hal-hal di skripsiku, tapi makasi juga sudah mengenalku dari maba pokoknya kitalah yang tau ceritanya dulu kekmana ya, semangat cari cuannya bro.

17. Dina Emilia aka dindin terimakasih telah menghiasi kehidupan aku serta menjadi penasehat diberbagai cerita kehidupan aku, walau kita dak selalu 24/7 chat ya tapi kita harus tetap saling berkabar ya din, kau kalau ada apa-apa cerita sama aku dakapo din walau kau tau aku juga kadang dakpunyo solusi wkwk tapi setidaknya meringakan beban kau wkkw intinya din semangat terus ya biar bisa kita wisuda bareng agustus ini yey, Nisa Manora Pratama aka nisak sipaling temen diskusi aku baik dari MK sampai penelitian yang selalu berkeluh kesah waktu kita seorganisasi ya nis wkkw pokoknya kau temen terbaik aku dan pernah jadi motivasi aku juga buat semangat menjalani hidup, intinya jalani semua hal dengan ceria ya nis ntar doain aku biar bisa ngedit seperti dirimu. Dedek Juniani aka dedek sipaling kpop dan selalu berebutan suami sama aku si jeno dan haechan wkwk dek pokoknya kita harus cerita lagi waktu kita udah menemukan orang yang tepat dikehidupan selanjutnya apakah suami kita nanti seperti jeno dan haechan, pokoknya kau orang baik yang tiba-tiba datang dikehidupan aku dengan kefreakan dan kerandomannya. Afifah Adinda aka pipa sipaling panikan lebih dari aku, pipa pokoknya kau semangat terus ya dan hadapi bae realitanya walau emang suka bikin pusing tapi inget kau punya orangtua yang kau harus banggakan jadi jangan sedih-sedih terus ya biar kita bisa wisuda bareng.
18. DLHP Yuhuu (Noerita, Venanda, Nurul, Grata, Ananta). Gais makasi yah udah nemenin dari smt 5 sampai smt 8 padahal pertemuan kita secara tiba-tiba

tapi salut juga bisa akrab bahkan freak semua. Teruntuk Venanda RR terimakasih ve sudah mau kesana kemari dan menjadi penolong aku dibumi perlayoan, kau pernah ngajarin aku masak dan sampe sekarang Cuma masakan itulah yang aku bisa dan jadi favorit aku wkwk, semoga kau bisa dapetin suami yang baik ya ve idak yang kaya selama kau pacaran, Nuyuy makasi ya udah menjadi teman aku dan kadang kalau gabut kita pernah nongki bareng, ohiya nuy semangat ya jangan lupa kalau ada info loker kabarin wkwk, Grata si ayang ayang an sekarang jadi selebtok tiap hari ngedit video, makasi sudah memberikan tumpangan waktu kp dan dia ni sipaling ambis, grat pokoknya makasii banyakk, Ananta enemy aku tiap hari pasti kito ribut wkwk pokoknya kalau lagi akur bagus tapi seringla ribut semoga kau dak buaya lagi yo nan dan jangan lupa bagi info loker makasi sudah menghiasi hari yang freak ini.

19. Juliana Putri Nduru aka inces juju, Terimakasih kak juju telah menjadi kakak aku yang selalu memberikan ingpo ingpo penting serta penggibahan ini wkwk pokoknya jasa kakak akan ku kenang selalu eaa dan kalau kakak nikah kabarin. Indra Lesmana aka kak indra as a kasuh terbaik, terimakasih kakak sudah menjadi pelindung yang selalu memberikan saran dan nasehat serta telah mempercayakan aku untuk memegang akademik dirimu kak wkwkkw.
20. Terimakasih kepada temen seperjuangan kimia 19, kakak kimia 17 dan 18 serta adik-adik kimia 20 dan 21 yang tidak bisa disebutkan satu persatu telah menghiasi hari-hariku.
21. Terimakasih kepada Jeef (Mek, Nisya, Nanda, Pani) yang telah menjadi teman penulis dikala SMA sampai dengan detik ini.
22. Terimakasih juga kepada BEM KM FMIPA, BEM KM UNSRI, ILMIPA, IKAHIMKI Wilayah 1, HIMAKI yang menjadi bagian terpenting dalam dunia perkuliahan untuk saya bisa berproses menjadi orang yang lebih baik dan telah diperkenankan menjadi bagian dari badan pengurus disini.
23. Terimakasih kepada F<sup>9</sup> yang telah membuat saya overthinking dan menjadi alasan saya memulai skripsi ini. Ar<sup>18</sup> terimakasih telah menghiasi hari menjadi berwarna setelah menghadapi overthinking dan kesedihan dikala itu kamu datang sebagai orang yang selalu mendengarkan setiap keluh kesahku selama penelitian dan membuat skripsi ini walau aku tau terkadang kamu pun juga lelah

dan belum merasakan ini tapi kamu selalu mendengarkan apapun cerita dari aku yang kadang sangat panjang dan terimakasih telah sabar menghadapiku. Sn<sup>50</sup> terimakasih menjadi motivasiku karena sekarang kau sangat hebat dan aku ingin menjadi sepertimu, doakan aku ya biar sukses karirnya seperti dirimu.

24. Terakhir, Apresiasi untuk diriku sendiri yang sudah mampu menjalani setiap kisah dan langkah untuk mendapatkan gelar sarjana ini walaupun dengan tiada hentinya mengeluh dan menangis tetapi ternyata aku kuat dan aku bisa berada disini sampai detik ini.

Indralaya, 26 Juni 2023

Penulis,



Mayang Angelina  
08031381924092

## SUMMARY

### EFFECT OF HCl ACTIVATOR CONCENTRATION ON PALM SHELL ACTIVATED CARBON MANUFACTURING FOR LEAD METAL ADSORPTION (Pb)

Mayang Angelina : Supervised by Dr. Ady Mara, M.Si. Dr. Desnelli, M.Si.  
Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University.  
xxii+ 62 Pages, 32 Figures, 23 Tables, 11 Appendices.

South Sumatra is one of the provinces that cultivates a lot of oil palm plants and produces solid waste in the form of oil palm shells. The composition of oil palm shell contains cellulose which can be utilized as activated carbon. Activated carbon is one of the adsorbents that is widely used for heavy metal absorption. The presence of lead metal in the waters of the lower Musi River is due to the activity near the ship which causes the presence of lead metal that exceeds the maximum limit. This study was conducted to make activated carbon from oil palm shell using HCl activator. Activated carbon was characterized using FTIR and lead metal (Pb) was analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometer. The variables of this research are HCl concentration variation, adsorbent weight and contact time. The results of the characterization of palm shell activated carbon carbonized at 400°C and sieved using a 100 mesh sieve show the presence of O-H and C-O functional groups which identify that there are still organic compounds in activated carbon that can bind to lead ions, methylene blue and iodine. Activated carbon of oil palm shell varies the best HCl activator concentration at a concentration of 1.5 M with a moisture content of 4.22%, ash content of 9.4%, iodine absorption of 926.3% and a surface area against methylene blue of 2152.4 m<sup>2</sup>/g. The best adsorbent weight was 2.5 g with adsorption efficiency of 90.53% and adsorption capacity of 0.7246 mg/g. The best contact time was 50 minutes with an adsorption efficiency of 93.04% and an adsorption capacity of 0.7443 mg/g. The results identified that the adsorption mechanism that occurred was close to the Langmuir isotherm equation with a value of  $R^2 = 0.99994$  and the chemical kinetics followed the second-order pseudo equation with a value of  $R^2 = 0.99998$  so that adsorption occurred chemically.

**Keyword :** Lead, Palm Shell, Adsorbent, Contact time

Citation : 55 (2010-2022).

## RINGKASAN

### PENGARUH KONSENTRASI AKTIVATOR HCl PADA PEMBUATAN KARBON AKTIF TEMPURUNG KELAPA SAWIT UNTUK ADSORPSI LOGAM TIMBAL (Pb)

Mayang Angelina : Dibimbing oleh Dr. Ady Mara, M.Si. Dr. Desnelli, M.Si. Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya. xxii + 62 Halaman, 31 Gambar, 23 Tabel, 11 Lampiran.

Sumatera selatan termasuk salah satu provinsi yang banyak membudidayakan tanaman sawit dan menghasilkan limbah padat berupa tempurung kelapa sawit. Komposisi tempurung kelapa sawit terdapat kandungan selulosa yang bisa dimanfaatkan sebagai karbon aktif. Karbon aktif merupakan salah satu adsorben yang banyak digunakan untuk penyerapan logam berat. Perbedaan logam timbal diperairan sungai musi bagian hilir akibat adanya aktivitas dekat kapal yang menyebabkan adanya logam timbal yang melebihi batas maksimum. Penelitian ini dilakukan pembuatan karbon aktif dari tempurung kelapa sawit menggunakan aktivator HCl. Karbon aktif dikarakterisasi menggunakan alat FTIR dan logam timbal (Pb) dianalisa menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom. Variabel penelitian ini berupa variasi konsentrasi HCl, berat adsorben dan waktu kontak. Hasil karakterisasi karbon aktif tempurung kelapa sawit dikarbonisasi pada temperatur 400°C dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh menunjukkan adanya gugus fungsi O-H dan C-O yang mengidentifikasi bahwa masih terdapatnya senyawa organik dalam karbon aktif yang dapat berikatan dengan ion timbal, metilen biru dan iodin. Karbon aktif tempurung kelapa sawit variasi konsentrasi aktivator HCl terbaik berada di konsentrasi 1,5 M dengan kadar air 4,22%, kadar abu 9,4%, daya serap iodin 926,3% dan luas permukaan terhadap metilen biru 2152,4 m<sup>2</sup>/g. Berat adsorben terbaik terdapat pada berat 2,5 g dengan nilai efisiensi adsorpsi sebesar 90,53% dan kapasitas adsorpsi sebesar 0,7246 mg/g. Waktu kontak terbaik terdapat pada waktu 50 menit dengan efisiensi adsorpsi sebesar 93,04% dan kapasitas adsorpsi sebesar 0,7443 mg/g. Hasil penelitian mengidentifikasi bahwa mekanisme adsorpsi yang terjadi mendekati persamaan isoterm langmuir dengan nilai  $R^2 = 0,99994$  dan kinetika kimianya mengikuti persamaan pseudo orde dua dengan nilai  $R^2 = 0,99998$  sehingga adsorpsi terjadi secara kimia.

**Kata Kunci :** Timbal, Tempurung Kelapa Sawit, Adsorben, Waktu kontak  
Sitasi : 55 (2010-2022).

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL.....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>xiv</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xix</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xxi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xxii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Kelapa Sawit.....	4
2.2 Tempurung Kelapa Sawit.....	4
2.3 Karbon Aktif.....	5
2.4 Proses Aktivasi.....	7
2.5 Metode Adsorpsi.....	8
2.5.1 Kinetika Adsorpsi.....	9
2.5.2 Isoterm Adsorpsi.....	10
2.6 Logam Berat Timbal.....	10
2.7 Dampak Logam Berat Timbal.....	11
2.8 Spektrofotometer FTIR.....	12



2.9	Spektrofotometer Serapan Atom.....	13
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>		
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	15
3.2	Alat dan Bahan	
3.2.1	Alat.....	15
3.2.2	Bahan.....	15
3.3	Prosedur Penelitian.....	15
3.3.1	Pembuatan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit....	15
3.3.2	Aktivasi Tempurung Kelapa Sawit.....	16
3.3.3	Uji Karakterisasi Karbon Aktif.....	16
3.3.3.1	Penentuan Kadar Air.....	16
3.3.3.2	Penentuan Kadar Abu.....	16
3.3.3.3	Penentuan Daya Serap Iodin.....	17
3.3.3.4	Penentuan Luas Permukaan.....	17
3.3.3.5	Pengujian FTIR.....	18
3.3.4	Tahap Aplikasi.....	18
3.3.4.1	Pembuatan larutan Baku Timbal 1000 ppm.....	18
3.3.4.2	Pembuatan Larutan Standar Timbal.....	19
3.3.4.3	Pembuatan Kurva Kalibrasi Timbal.....	19
3.3.4.4	Penentuan Berat Optimum Adsorben.....	19
3.3.4.5	Penentuan Waktu Kontak Optimum.....	20
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	Pembuatan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Dengan Variasi Konsentrasi Aktivator HCl.....	21
4.2	Penentuan Kadar Air Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Variasi Konsentrasi Aktivator HCl.....	22
4.3	Penentuan Kadar Abu Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Variasi Konsentrasi Aktivator HCl.....	23
4.4.	Penentuan Luas Permukaan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit .....	24
4.5	Penentuan Daya Serap Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Terhadap Iodin.....	26
4.6	Karakterisasi Karbon Aktif Tempurung kelapa Sawit dengan FTIR ( <i>Fourier Transform Infrared</i> ).....	27

4.7	Adsorpsi Logam Timbal dengan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit .....	29
4.7.1	Pembuatan Kurva Standar.....	30
4.7.2	Penentuan Berat Optimum Adsorben Tempurung Kelapa Sawit.....	30
4.7.3	Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorben Tempurung Kelapa Sawit .....	31
4.8	Penentuan Kinetika Adsorpsi.....	33
4.9	Penentuan Isoterm Adsorpsi.....	35
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan.....	37
5.2	Saran.....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>38</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>43</b>

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 1. Tempurung Kelapa Sawit.....	5
Gambar 2. Struktur Kimia Karbon Aktif.....	6
Gambar 3. Skema Kerja FTIR.....	12
Gambar 4. Skema Kerja AAS.....	14
Gambar 5. (a) Tempurung Kelapa Sawit Sebelum Karbonisasi.....	21
(b) Tempurung Kelapa Sawit Setelah Karbonisasi.....	21
Gambar 6. Kadar Air Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Variasi Konsentrasi Aktivator HCl.....	22
Gambar 7. Kadar Abu Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Variasi Konsentrasi Aktivator HCl.....	23
Gambar 8. Kurva Standar Metilen Biru.....	24
Gambar 9. Luas Permukaan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Konsentrasi HCl Terhadap Metilen Biru.....	25
Gambar 10. Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Terhadap Daya Serap Iodin.....	26
Gambar 11. Analisa FTIR Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Konsentrasi Aktivator HCl 1,5 M.....	27
Gambar 12. Analisa FTIR Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Konsentrasi Aktivator HCl 1,5 M.....	28
Gambar 13. Kurva Standar Logam Timbal Aplikasi Waktu Kontak Optimum.....	30
Gambar 14. Kurva Standar Logam Timbal Aplikasi Berat Optimum.....	31
Gambar 15. Efisiensi Adsorpsi Berat Optimum Adsorben Tempurung Kelapa Sawit Konsentrasi 1,5 M.....	31
Gambar 16. Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Terhadap Logam Timbal Variasi Berat.....	32
Gambar 17. Efisiensi Adsorpsi Waktu Optimum Adsorben Tempurung Kelapa Sawit Konsentrasi 1,5 M.....	33
Gambar 18. Kapasitas Adsorpsi Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Terhadap Logam Timbal Variasi Waktu.....	34
Gambar 19. Model Kinetika Pseudo Orde Satu Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Pada Konsentrasi HCl 1,5 M.....	34
Gambar 20. Model Kinetika Pseudo Orde Dua Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Pada Konsentrasi HCl 1,5 M.....	34

Gambar 21. Isoterm Adsorpsi Freundlich Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Konsentrasi 1,5 M.....	35
Gambar 22. Isoterm Adsorpsi Langmuir Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Konsentrasi 1,5 M.....	36
Gambar 23. Kurva Standar Metilen Biru.....	49
Gambar 24. Kurva Standar Logam Timbal Aplikasi Berat Optimum.....	52
Gambar 25. Kurva Standar Logam Timbal Aplikasi Waktu Kontak Optimum.....	53
Gambar 26. Isoterm Freundlich Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Konsentrasi 1,5 M.....	55
Gambar 27. Isoterm Langmuir Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Konsentrasi 1,5 M.....	56
Gambar 28. Pseudo Orde Satu Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Pada Konsentrasi HCl 1,5 M.....	57
Gambar 29. Pseudo Orde Dua Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Pada Konsentrasi HCl 1,5 M.....	58
Gambar 30. Spektrum Karakterisasi FTIR Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Konsentrasi HCl 1,5 M.....	59
Gambar 31. Spektrum Karakterisasi FTIR Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Konsentrasi HCl 1,5 M.....	59

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 1. Syarat Mutu Kualitas Karbon Aktif.....	7
Tabel 2. Komposisi Kimia Tempurung Kelapa Sawit.....	8
Tabel 3. Perbedaan Adsorpsi Kimia dan Fisika.....	9
Tabel 4. Bilangan Gelombang Gugus Fungsi FTIR.....	13
Tabel 5. Analisa Gugus Fungsi FTIR Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit.....	28
Tabel 6. Perhitungan Kadar Air Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit.....	47
Tabel 7. Perhitungan Kadar Abu Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit.....	48
Tabel 8. Hasil Analisa Kurva Standar Metilen Biru.....	49
Tabel 9. Perhitungan Luas Permukaan Karbon Aktif Terhadap Metilen Biru.....	50
Tabel 10. Perhitungan Daya Serap Karbon Aktif Terhadap iodin.....	51
Tabel 11. Analisa Kurva Standar Logam Timbal Terhadap Berat Adsorben.....	52
Tabel 12. Perhitungan Berat Optimum Adsorben.....	53
Tabel 13. Analisa Kurva Standar Logam Timbal Terhadap Waktu Kontak Adsorben.....	53
Tabel 14. Perhitungan Waktu Kontak Optimum.....	54
Tabel 15. Perhitungan Isoterm Freundlich.....	55
Tabel 16. Nilai Persamaan Isoterm Freundlich.....	55
Tabel 17. Perhitungan Isoterm Langmuir.....	56
Tabel 18. Nilai Persamaan Isoterm Langmuir .....	56
Tabel 19. Perhitungan Kinetika Adsorpsi Orde satu.....	57
Tabel 20. Penentuan Persamaan Pseudo Orde Satu.....	57
Tabel 21. Perhitungan Kinetika Adsorpsi Orde Dua.....	58
Tabel 22. Penentuan Persamaan Pseudo Orde Dua.....	58
Tabel 23. Analisa FTIR Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit.....	60

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Skema Kerja Pembuatan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit.....	45
Lampiran 2. Skema Kerja Karakterisasi Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit .....	46
Lampiran 3. Perhitungan Kadar Air Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit .....	47
Lampiran 4. Perhitungan Kadar Abu Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit .....	48
Lampiran 5. Perhitungan Luas Permukaan Karbon Aktif Terhadap Metilen Biru.....	49
Lampiran 6. Perhitungan Daya Serap Karbon Aktif Terhadap Iodin.....	51
Lampiran 7. Perhitungan Daya Serap Karbon Aktif Konsentrasi HCl 1,5M Dengan Logam Timbal.....	52
Lampiran 8. Penentuan Persamaan Isoterm Adsorpsi.....	55
Lampiran 9. Penentuan Persamaan Kinetika Adsorpsi.....	57
Lampiran 10. Hasil Karakterisasi FTIR Karbon Aktif Tempurung Kelapa Sawit Konsentrasi HCl 1,5 M.....	59
Lampiran 11. Gambar Proses Pembuatan Karbon Aktif.....	61

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia termasuk negara yang ekonominya bergantung pada sektor pertanian. Salah satu provinsi yang paling banyak membudidayakan tanaman sawit terdapat di Sumatera Selatan (Meisilestari dkk, 2013). Industri kelapa sawit dapat menghasilkan limbah berupa limbah cair, gas, dan padat (Purwanto, 2011). Limbah padat yang dihasilkan berupa cangkang biji (endocarp) dan serat daging (mesocarp) (Herawan *et al*, 2013). Tempurung kelapa sawit memiliki manfaat dalam industri rumah tangga maupun bisnis seperti asap air, arang aktif, briket arang dan lainnya (Alfatah *et al*, 2022). Susunan kimiawi tempurung kelapa sawit mirip dengan kayu yang meliputi lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Tempurung kelapa sawit termasuk bahan utama dalam pembuatan karbon. Hal ini dikarenakan nilai kalor yang dihasilkan berkisar 6500-7600 kkal/kg (Lutfhia dkk, 2021).

Tempurung kelapa sawit memiliki massa jenis yang lebih tinggi dari kayu karena termasuk bahan lignoselulosa yang memiliki massa jenis sebesar 1,4 g/mL (Ojahan dkk, 2019). Tempurung kelapa sawit memiliki kandungan karbon (55,7%) dibandingkan dengan serat kelapa sawit (49,6%), cangkang kopi (50,3%), dan ampas tebu (53,1%) (Herawan *et al*, 2013). Proses yang digunakan saat pembuatan karbon aktif berupa proses aktivasi dan karbonisasi. Aktivasi terbagi menjadi aktivasi kimia dan aktivasi fisika. Aktivasi kimia dapat menggunakan bahan kimia sebagai aktivator (Jamilatun dkk, 2014). Tempurung kelapa sawit termasuk material lignoselulosa sehingga lebih baik digunakan aktivator asam. Hal ini dikarenakan dalam komposisi kimia tempurung kelapa sawit mengandung kandungan selulosa yang tinggi dimana selulosa memiliki kandungan oksigen yang tinggi (Nasution, 2013). Aktivator HCl digunakan sebagai agen aktivasi yang dapat berinteraksi dengan gugus fungsi oksigen dalam material lignoselulosa (Hsu *et al.*, 2000).

Berdasarkan penelitian Irawan dkk (2016) dimana aktivator HCl mampu menurunkan nilai kadar air, menurunkan nilai kadar abu, serta menghasilkan bilangan iodin yang lebih besar daripada aktivator NaOH. Hal ini menandakan aktivator HCl dapat memperluas permukaan karbon aktif sehingga dapat

meningkatkan kualitas karbon aktif sebagai adsorben. Karbon aktif merupakan adsorben yang memiliki pori-pori sehingga dapat diaplikasikan untuk menangani masalah lingkungan karena memiliki kapasitas adsorpsi yang tinggi (Rashidi and yusup, 2017). Penelitian tentang pembuatan karbon aktif dari bambu dengan variasi konsentrasi aktivator HCl dilakukan oleh Hafidoh (2021) diperoleh hasil bahwa penambahan konsentrasi HCl tidak memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil adsorpsi timbal dengan variasi waktu kontak 24 dan 48 jam. Hasil analisa kadar timbal optimum berada pada waktu kontak 24 jam sebesar 99,64%.

Berbagai macam metode yang digunakan untuk menangani masalah logam berat diantaranya menggunakan pemisahan membran, adsorpsi, dan pertukaran ion. Proses adsorpsi dinilai lebih hemat biaya dan ramah lingkungan (Jasni *et al*, 2017). Timbal secara alami dapat ditemukan di air karena adanya kegiatan industri berupa industri tekstil, industri baterai, dan industri bahan bakar yang dekat dengan perairan. Sehingga logam timbal merupakan salah satu penyebab pencemaran di perairan. Menurut penelitian putri dan purwiyanto (2016) adanya aktivitas di dekat pelabuhan tanjung api-api berupa pengelasan kapal, pengecatan kapal, dan bahan bakar kapal yang bocor menyebabkan di sungai musi bagian hilir dinyatakan adanya konsentrasi logam timbal sebesar 0,673 – 1,283 mg/L yang melebihi baku mutu. Menurut Standar WHO konsentrasi logam yang diizinkan di dalam air sebesar 0,1 mg/L. Sedangkan menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 82. Tahun 2001 kandungan logam timbal yang diizinkan sebesar 0,03 mg/L dalam suatu perairan (Antika dkk, 2015).

Berdasarkan uraian latar belakang dan studi literatur di atas, maka penelitian ini akan dilakukan pembuatan karbon aktif dari tempurung kelapa sawit dengan variasi konsentrasi aktivator HCl, berat karbon aktif dan waktu kontak adsorpsi. Karbon aktif yang diperoleh dapat diaplikasikan untuk penyerapan logam berat timbal. Karbon aktif akan diuji sesuai SNI. Gugus fungsi karbon aktif dikarakterisasi menggunakan Spektrofotometer FTIR. Serta kandungan logam berat timbal dianalisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi aktivator HCl terhadap sifat fisika kimia adsorben tempurung kelapa sawit?



2. Bagaimana pengaruh aktivator HCl terhadap kualitas karbon aktif tempurung kelapa sawit?
3. Berapa berat karbon aktif dan waktu kontak optimum dalam mengadsorpsi logam timbal?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi aktivator HCl terhadap sifat fisika kimia adsorben tempurung kelapa sawit.
2. Mengetahui karakteristik karbon aktif tempurung kelapa sawit.
3. Mengetahui berat karbon aktif dan waktu kontak optimum dalam menyerap logam timbal.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Memberikan informasi bahwa limbah padat kelapa sawit yang dibuat sebagai adsorben dapat mengurangi dan mengatasi pencemaran logam timbal di perairan yang memanfaatkan produksi limbah padat industri kelapa sawit.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alfatah, T., Mistar, E, M., Syabriyana, M and Supardan, M, D. 2022. Advances in oil palm shell fibre reinforced thermoplastic and thermoset polymer composites. *Alexandria Engineering Journal*. 61: 4945–4962.
- Alfiany, H., Bahri, S. & Nurakhirawati, N. 2013. Study of the Use of Corn Cob Activated Carbon as Pb Metal Adsorbent. With Some Acid Activator. *Natural Science: Journal Of Science And Technology*, 2(3):75-86
- Almuchty, A, P., Yahya, H dan Arfi, F. 2020. Pemanfaatan Kulit Rambutan (*Nephelium lappaceum*) Sebagai Adsorben Logam Timbal (Pb). *Journal of environmental engineering*. 1(1) : 1-6
- Ambarwati, Y., Syarifah, N.P. & Widodo, L.U. 2019. Utilization Of Cassava Rods Waste As Active Charcoal And The Effect Of Hcl Activator And Activation Time On Active Charcoal. *Tekmapro: Journal of Industrial Engineering And Management*. 14(2):77-81
- Anggriani, E.J. 2015. Utilization Of Coffee Grounds As Activated Carbon For Rhodamine B Adsorbent. *Jurnal Kimia Mulawarman*. 18(1):22-29.
- Antika, A., Anita, S dan Hanifah, A. 2015. Potensi Arang Aktif Tulang Sapi Sebagai Adsorben Ion Timbal, Kadmium, Nitrat dan Klorida Dalam Larutan. *JOM Fmipa*. 2(1): 2.
- Apecsiana, F., Kristianto, H dan Andreas, A. 2016. Adsorpsi Ion Logam Tembaga Menggunakan Karbon Aktif dari Bahan Baku Salak. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*. Yogyakarta : 17 Maret 2016. Hlm 112.
- Asnawi, A., Berlianti, E., Febrina, E., Nursamsiar., Rahmi, S dan Andriansyah, I. 2021. Metode Spektroskopi ATR-FTIR Tandem PCA Untuk Mendeteksi Kopi Robusta Sebagai Adulteran Dalam Sediaan Kopi Arabika Toraja Komersial. *Jurnal Ilmiah Ibu Sina*. 6 (1): 116-123.
- Badan Standarisasi Nasional. 1995. SNI 06-6730-1996. *Arang Aktif Teknis* : Jakarta
- Budianto, A., Romiarito., Fitrianingtyas. 2016. Pemanfaatan Limbah Kakao (*Theobroma cacao L*) Sebagai Karbon Aktif Dengan Aktivator Termal dan Kimia. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*. 1(1) : 15-20.
- Darmawan, M, A, A., Andini, A dan Lestari, I. 2019. Analisa Kandungan Logam Timbal (Pb) Dan Kromium (Cr) Pada Kreco (*Pila ampullacea*) Di Sepanjang Sungai Rungkut Surabaya. *Jurnal Envscience*: 3(2).
- Ernawati., Mafliah, I., Ubang, I, Podung, P, N dan Nurbaiti, W. 2021. Adsorpsi Metilen Biru Dengan Menggunakan Arang Aktif Dari Ampas Kopi. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. 5(5).

- Fajriani, I, Y., Syaiful, A, Z dan Ariani, F. 2022. Pemanfaatan Zeolit Yang Teraktivasi Asam Klorida Sebagai Adsorben Logam Berat Timbal. *Saintis*. 3(1): 58.
- Faradila, W., Moelyaningrum, A, D dan Pujiati, R, S. 2020. Pemanfaatan Cangkang Telur Puyuh Sebagai Pengikat Logam Berat Timbal (Pb) dalam Air. *Jurnal Kesehatan*. 13 (2): 97.
- Fauzi. (2004). *Pembuatan Arang aktif dari Cangkang Kelapa Sawit*. Jakarta: Gramedia
- Fisli, A., Ariyani, A., Wardiyati, S dan Yusuf, S. 2012. Adsorben Magnetik Nanokomposit Karbon Aktif Untuk Menyerap Thorium. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 13(3): 192-196.
- Hafidoh, D, M. 2021. Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Bambu Menggunakan Aktivator HCl Sebagai Adsorbel Timbal. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang. 107Hal
- Hartanto, S dan Ratnawati. 2010. Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Sawit Dengan Metode Aktivasi Kimia. *Indonesian Journal of Materials Science*. 12 (1). 13.
- Haryanti, A., Norsamsi., Sholiha, P, S, F dan Putri, N, P. 2014. Studi Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit. *Konversi*: 3(2).
- Haryati, S., Yulhan, A.T. & Asparia, L. 2017 Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Kayu Gelam (*Melaleuca Leucadendron*) Yang Berasal Dari Tanjung Api-Api Sumatera Selatan. *Jurnal Teknik Kimia*, 23(2):77-86.
- Herni, H. 2011. Analisis Cemaran Logam Berat Seng (Zn) dan Timbal (Pb) pada Tiram Bakau (*Crassostrea cucullata*) Asal Kabupaten Takalar dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*.
- Herawan, S, G., Hadi, M, S., Ayob, R and Putra, A. 2013. Characterization of Activated Carbons from Oil-Palm Shell by CO<sub>2</sub> Activation with No Holding Carbonization Temperature. *The Scientific World Journal*. 2(1) : 2-6.
- Huda, S., Ratnani, R, D dan Kurniasari, L. 2020. Karakterisasi Karbon Aktif Dari Bambu Ori (*Bambusa Arundinacea*) Yang di Aktivasi Menggunakan Asam Klorida. *Jurnal Teknik Kimia*. 5(1): 22-27.
- Hu, Q., Chenghuan, Y., He L., Guan, Q dan Rongrong, M, 2019. Ni-Cu/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalysts for the selective hydrogenation of acetylene: a study on catalytic performance and reaction mechanism. *New Journal of Chemistry at Royal Science Chemistry*.43:18120 -18125.

- Hsu, L.Y., Teng, H. 2000. Influence of Different Chemical Reagents on The Preparation of Activated Carbons from Bituminous Coal. *Fuel Processing Technology*. 64 : 155-166.
- Irawan, C., Purwanti, A dan Norhasanah. Adsorpsi Logam Timbal Secara Batch dan Kontinu Menggunakan Karbon Aktif dari Cangkang Kelapa Sawit. *Jurnal Teknologi Rekayasa*. 4(2) : 267-276.
- Ishak, A., Kinseng, R, A., Sunito, S dan Damanhuri, D. 2017. Ekspanso Perkebunan Kelapa Sawit Dan Perlunya Perbaikan Kebijakan Penataan Ruang. *Perspektif*. 16 (1): 14-23.
- Jamilatun, S dan Setyawan, M. 2014. Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Penjernihan Asap Cair. *Spektrum Industri*. 12 (1): 1-112.
- Jasni, M, J, F., Arulkumar, M., Shatiskumar, P., Yussof, A, R, M., Buang, N, A and Gu, F, L. 2017. Electrospun Nylon 6,6 Membrane As A Reusable Nanoadsorbent For Bisphenol A Removal Adsorption Peformance and Mechanism. *Journal Of Colloid and Interface Science*. 508: 501-602.
- Koo, W, K., Gani, N, A., Shamsuddin., Subki, N, S And Sulaiman. 2015. Comparison of Wastewater Treatment using Activated Carbon from Bamboo and Oil Palm: An Overview. *Journal of Tropical Resources Sustainable Science*. 3 (1): 54-60.
- Kurniawan, T,W., Panjaitan, S, D dan Sitorus, B. 2016. Pemodelan Kinetika dan Isoterm Adsorpsi Ion Logam merkuri menggunakan Karbon Aktif dari Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Ilmu dan Terapan Kimia*. 1(2) : 59-79.
- Li, S.Y. *et al.* 2017. Persimmon Leaf Bio-Waste for Adsorptive Removal of Heavy Metals from Aqueos Solution. *Journal Environmental Management*. 209 : 382-392.
- Luthfia, A., Azhari, A., Suryati, S., Sulhatun, S., & Meriatna, M. 2021. Penurunan Kadar FFA Menggunakan Adsorben Dari Tempurung Kelapa. *Chemical Engineering Journal Storage*, 1(2), 1-10.
- Mahmud, H., Yew, M, K., Ang, B, C and Yew, M, C. 2014. Effects of Oil Palm Shell Coarse Aggregate Species on High Strength Lightweight Concret. *The Scientific World Journal*.
- Meisilestari, Y., Khomaini, R dan Wijayanti, H. 2013. Pembuatan Arang Aktif dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Aktivasi Secara Kimia, Fisika dan Aktivasi Secara Fisika-Kimia. *Konversi*. 2(1): 45-50.
- Manocha, S. M. 2003. Porous carbons. *Sadhana Volume*. 28(1-2): 335-348.

- Mohamad, E., Oputu, I, J dan Tangjo, J, S. 2020. Pemanfaatan Gulma Siam (*Chromolaena odorata L.*) Sebagai Adsorben Logam Timbal. *Jamb.J.Chem.* 2 (1): 25-32.
- Mohammed, A., Alechenu A, Aboje., Manase, A. and Mohammed, J. 2012. A Comparative Analysis and Characterization of Animal Bones as Adsorbent Advances in App Sci Research. *Scientific World Journal.* 3(5) : 3089-3096.
- Munandar, A., Muhammad, S dan Mulyati, S. 2016. Penyisihan COD dari Limbah Cair Kelapa Sawit menggunakan Nano Karbon Aktif. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan.* 11 (1): 24-31.
- Nasution, Z.A. 2013. Karakterisasi dan Idenrifikasi Gugus Fungsi dari Karbon Cangkang Kelapa Sawit dengan Metode Methano-Pyrolysis. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri.* 24(2). 108-113.
- Nizam, A, F, A and Mahmud, M, S. 2021. Food quality assurance of crude palm oil: a review on toxic ester feedstock. *Oilseeds & fats Crops and Lipids journal.* 2(1) : 16-19
- Noer, A, A., Awitdrus, dan Malik, U. 2014. Pembuatan Karbon aktif Dari Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan Aktivator H<sub>2</sub>O Sebagai Adsorben. *JOM FMIPA.* 1(2): 42- 46.
- Nurbaeti, L., Prasetya, A, T dan Kusumastuti, E. 2018. Arang Ampas Tebu (Bagasse) Teraktivasi Asam Klorida sebagai Penurun Kadar Ion H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>. *Indonesian Journal of Chemical Science.* 7(2): 133-139.
- Nurrahman, A., Permana, E., Gusti, D, R dan Lestari, I. 2021. Pengaruh Konsentrasi Aktivator Terhadap Kualitas Karbon Aktif dari batubara Langit. *Jurnal Daur Lingkungan.* 4(2):44-53.
- Ogalo, J *et al.*, 2022. Cost of adsorbent preparation and usage in wastewater treatment: A review. *Cleaner Chemical Engineering* 3. 10042 : 2772-7823.
- Ojahan, T., Affryan, Yonanda, A dan Ansyori, A. 2019. Pemanfaatan Cangkang Sawit Sebagai Bahan Reduktor Terhadap Bijih Mangan. *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri.*
- Oko, S., Mustafa, M., Kurniawan, A. & Muslimin, N. A. 2020. Pemurnian Minyak Jelantah Dengan Metode Adsorbsi Menggunakan Karbon Aktif Dari Serbuk Gergaji Kayu Ulin (*Eusideroxylon Zwageri*). *Jurnal Riset Teknologi Industri,* 14(2):124-132.
- Pradana, A, A., Pujion., Yulianto, B., Rahmawati, T. 2019. Perbedaan Waktu Kontak Karbon Aktif Terhadap Penurunan Kadar Amonia Pada Limbah Cair Domestik. *Jurnal Riset Kesehatan.* 11 (1): 215 -220.

- Purwanto, D. 2011. Arang dari Limbah Tempurung Sawit. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 29(1) :57-66.
- Puspita, K. C., & Tjahjani, S. 2018. Aplikasi Karbon Aktif Tempurung Keluwak (Pangium Edule) Sebagai Adsorben Untuk Pemurnian Jelantah. *Journal of Chemistry*, 7(1), 1-7.
- Ramdja, A.F., Halim, M., & Handi, J. 2008. Pembuatan Karbon Aktif dari Pelepah Kelapa (cocus nucifera). *Jurnal Teknik Kimia*, 15 (1) : 1-8
- Rashidi, N.A and Yusup, S. 2017. Potential of palm kernel shell as activated carbon precursors through single stage activation technique for carbon dioxide adsorption. *J. Clean. Prod.* 168: 474–48.
- Saputro, E. A. dkk. 2020. Review: Teknologi Aktivasi Fisika pada Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Tempurung Kelapa. *Jurna Teknik Kimia*. 2(26).
- Viena, V., Bahagia dan Afrizal, Z. 2020. Produksi Karbon Aktif dari Cangkang Sawit dan Aplikasinya Pada Penyerapan Zat Besi, Mangan Dan pH Air Sumur. *Serambi Engineering*. 5(1): 875-882.
- Widyanto, T., Yulawati, T dan Susilo, A, A. 2017. Adsorpsi Logam Berat (Pb) Dari Limbah Cair Dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*. 1(1): 17.
- Yulaipi, S dan Aunurohim. 2013. Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Hubungannya dengan Laju Pertumbuhan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 2(2): 2337-3520.