

**PEMANFAATAN KARBON AKTIF DARI KULIT
PISANG KEPOK (*Musa balbisiana* Colla) SEBAGAI MATERIAL
PENYERAP FENOL DENGAN METODE BATCH**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan guna Memperoleh Gelar
Sarjana Sains (S.Si)*



**Oleh
MUHAMMAD PATLY
NIM/BP. 16036013 / 2016**

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2020**

PERSETUJUAN SKRIPSI
PEMANFAATAN KARBON AKTIF DARI KULIT
PISANG KEPOK (*Musa balbisiana* Colla) SEBAGAI MATERIAL
PENYERAP FENOL DENGAN METODE BATCH

NAMA : Muhammad Patly
NIM : 16036013
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

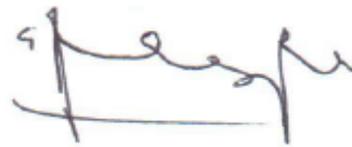
Mengetahui :
Ketua Jurusan kimia



Alizar, S.Pd, M.Sc, Ph.D
NIP. 19700902 199801 1 002

Padang, Mei 2020

Disetujui oleh :
Dosen Pembimbing



Edi Nasra, S.Si, M.Si
NIP. 19810622 200312 1001

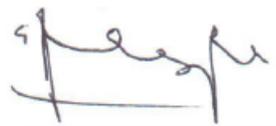
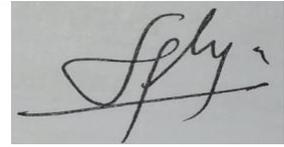
PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Muhammad Patly
TM/NIM : 2016/16036013
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

PEMANFAATAN KARBON AKTIF DARI KULIT PISANG KEPOK (*Musa balbisiana* Colla) SEBAGAI MATERIAL PENYERAP FENOL DENGAN METODE BATCH

Padang, Mei 2020

			Tim Penguji	
No.	Jabatan	Nama		Tanda Tangan
1	Ketua	: Edi Nasra S.Si, M.Si	1	
2	Anggota	: Dra. Sri Benti Etika, M.Si	2	
3	Anggota	: Umar Kalmar Nizar S.Si, M.Si, Ph.D	3	

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Patly
NIM/BP : 16036013/2016
Tempat/Tanggal Lahir : Padang/19 Oktober 1997
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Alamat : Kp.Tengah RT/RW 002/005 KEL. Kuranji,
KEC. Kuranji, Kota Padang

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “**Pemanfaatan Karbon Aktif dari Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana* Colla) sebagai Material penyerap Fenol Dengan Metode Batch**” adalah benar merupakan hasil karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim. Apabila suatu saat nanti saya terbukti melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum negara yang berlaku, baik di Universitas Negeri Padang maupun masyarakat dan negara. Demikianlah Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, Mei 2020

Saya yang menyatakan,



Muhammad Patly

Nim. 16036013

Karbon Aktif Dari Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana* Colla) Sebagai Material Penyerap Fenol Dengan Metode Batch

Muhammad Patly

ABSTRAK

Fenol adalah senyawa organik dengan sifat toksik dan non biodegradable. Fenol yang terdapat pada perairan akibat dari limbah industri yang diolah secara tidak sempurna dapat menyebabkan efek serius bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Sehingga perlu teknologi untuk mengatasi pencemaran fenol yang terdapat pada perairan. Adsorpsi adalah salah satu teknologi yang sering digunakan untuk mengatasi polutan berbahaya pada perairan. Kulit pisang dapat menghasilkan karbon aktif yang dapat digunakan sebagai bahan penyerap pada proses adsorpsi. Tujuan dari penelitian ini adalah Mengetahui karakteristik karbon aktif yang dihasilkan dari kulit pisang kepok dan mengetahui persentase adsorpsi dan kapasitas adsorpsi fenol oleh karbon aktif. Karbon dan karbon aktif yang dihasilkan dikarakterisasi dengan uji standar mutu karbon aktif SNI (06-3730-1995) dengan mengukur kadar air, kadar abu dan daya serap terhadap I₂. Hasil dari penelitian uji standar karbon aktif SNI pada karbon didapatkan kadar air 4.8313 %, kadar abu 20.5794 % dan daya serap terhadap I₂ 728.5141 mg/g. Pada karbon aktif didapatkan kadar air 4.4343 %, kadar abu 8.1451 % dan daya serap terhadap I₂ 805.8785 mg/g.

Kata kunci: Musa balbisiana Colla, Karbon aktif, fenol, adsorpsi

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, kepada penulis sehingga penulis dapat menyusun skripsi yang berjudul “**Pemanfaatan Karbon Aktif dari Kulit Pisang Kepok (*Musa balbisiana* Colla) sebagai Material penyerap Fenol Dengan Metode Batch**”. Sebagai Salah Satu Persyaratan guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si) di Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih atas bimbingan, dorongan, nasehat, dan semangat kepada:

1. Bapak Edi Nasra, S.Si, M.Si sebagai Pembimbing dan sekaligus Dosen Pembimbing Akademik.
2. Ibu Dra. Sri Benti Etika, M.Si sebagai Dosen Pembahas.
3. Bapak Umar Kalmar Nizar, S.Si, M.Si, Ph.D sebagai Dosen Pembahas sekaligus Ketua Program Studi Kimia Jurusan Kimia FMIPA UNP
4. Bapak Alizar, M.Si, Ph.D sebagai Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNP
5. Bapak dan Ibu Staf Pengajar serta Seluruh Staf Akademik dan Non Akademik yang ada di Jurusan Kimia FMIPA UNP.
6. Pranata Labor Pendidikan (PLP) Kimia FMIPA, yang telah memberikan bantuan dan dorongan selama penelitian.
7. Teman-teman angkatan 2016 yang telah memberikan semangat dan dorongan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

8. Semua pihak terkait yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian dan pembuatan skripsi.

Semoga rahmat dan kasih sayang Allah SWT selalu tercurah pada kita semua serta usaha dan kerja kita menjadi amal ibadah di hadapan Allah SWT. Amin Ya Rabbal ' Alamin. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan masukan dan saran dari pembaca agar skripsi ini bermanfaat dikemudian harinya.

Padang, 1 Februari 2020

A handwritten signature in black ink, appearing to be a stylized name, possibly 'Rusli' or similar, written on a light-colored background.

Penulis

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN SKRIPSI.....	i
PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi masalah.....	3
C. Batasan masalah	4
D. Rumusan masalah.....	4
E. Tujuan penelitian.....	5
F. Manfaat penelitian	5
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Pisang.....	6
B. Fenol	8
C. Adsorpsi.....	8
D. Isoterm adsorpsi	11
E. FT-IR (<i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>).....	12
F. Scanning elektron mikroskop (SEM)	13
G. Spektrofotometri UV- VIS.....	15
H. X-Ray Diffraction.....	16
I. Brunauer Emmet Teller (BET).....	17
BAB III.....	19
METODE PENELITIAN	19
A. Waktu dan Tempat	19
B. Variabel Penelitian	19

C. Alat dan Bahan	19
1. Alat	19
2. Bahan	20
D. Prosedur Kerja.....	20
1. Pembuatan Reagen.....	20
2. Pembuatan karbon aktif	22
3. Karakterisasi karbon aktif	23
4. Perlakuan Penelitian dengan Sitem Batch.....	25
BAB IV	27
HASIL DAN PEMBAHASAN	27
A. Karakterisasi Karbon Aktif	27
1. Uji Standar Karbon Aktif SNI (06-3730-1995).....	27
BAB V.....	29
KESIMPULAN DAN SARAN	29
A. Kesimpulan	29
B. Saran.....	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	34
1. Diagram alir pembuatan larutan induk fenol 1000 ppm	34
2. Diagram alir pembuatan karbon aktif	34
3. Proses perlakuan penelitian dengan sistem batch.....	35
4. Perhitungan pembuatan larutan.....	38
5. Perhitungan Standar Mutu Karbon aktif	43
6. Dokumentasi selama penelitian.....	46
Artikel Review	50

DAFTAR GAMBAR

1. Jenis sumber eksitasi yang umum digunakan dalam teknik mikroskop	13
2. Posisi sinyal yang ditangkap menentukan dua jenis mikroskop electron	14
3. Kolom dan cabinet control (Pereira-da-silva & Ferri, 2017).	14
4. Sketsa sederhana uv-vis (Kenkel, 2002).....	16
5. skema dasar diffractometer sinar-X	17
6. Cara kerja Brunauer Emmmet Teller (BET).....	17

DAFTAR TABEL

1. Kandungan kulit pisang kepok (Diah, et.al.)	6
2. Taksonomi pisang (Musa balbisiana Colla) (yollanda, 2019).	7
3. Standar mutu karbon aktif (Permatasari, Khasana, & widowati, 2016).	10
4. Hasil Pengujian standar Karbon Aktif SNI 06-3730-1995	27

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kegiatan industri meningkat tiap tahunnya karena kebutuhan masyarakat yang semakin besar akan produk-produk industri, seperti industri farmasi, petrokimia, pestisida, dan kosmetik. Perkembangan industri tersebut memberi dampak positif seperti menghasilkan pemasukan devisa negara dan memenuhi kebutuhan masyarakat akan produk-produk industri yang diinginkan, namun demikian perkembangan industri juga menimbulkan dampak negatif seperti pencemaran air oleh limbah kimia yang dihasilkan. Logam berat, zat warna, dan senyawa organik merupakan limbah kimia yang dihasilkan industri dan memiliki efek berbahaya bagi makhluk hidup dan lingkungan (Singh, Parveen, & Gupta, 2018).

Fenol adalah senyawa organik yang memiliki sifat toksik dan non biodegradable. Fenol digunakan untuk menghasilkan polimer polyphenoxy (bahan tahan korosi) dan intermediet sekunder lainnya seperti xylenosis atau chloro fenol, untuk memproduksi pupuk, cat, dan bahan peledak. Senyawa fenol yang terdapat pada air akibat dari limbah industri yang diolah secara tidak sempurna dapat menyebabkan efek serius bagi kesehatan manusia seperti gangguan pada hati, ginjal, paru-paru, dan sistem vascular (Lee, Kannan, Al Shoaibi, & Srinivasakannan, 2019).

Organisasi kesehatan dunia membuat peraturan mengenai pembuangan limbah kimia fenol ke lautan dengan konsentrasi berada dibawah 1 ppm. Sedangkan standar peraturan pemerintah Amerika serikat mengenai pembuangan limbah kimia fenol

berkisaran 0,1 ppm (Lee et al., 2019). Indonesia juga membuat peraturan mengenai pembuangan limbah kimia fenol ke lingkungan dibawah 1 ppm (KEP NO 51/MENLH/10/1995) (Ellyana, 2008).

Teknologi pengolahan fenol dalam air limbah dapat melalui biodegradasi (Pradeep et al., 2015), adsorpsi (Dotto et al., 2013), oksidasi (Hussain et al, 2013), koagulasi-flokulasi (Sher et al., 2013), dan degradasi fotokatalitik (Turki et al., 2015). Adsorpsi merupakan teknik paling banyak digunakan dalam mengurangi polutan anorganik atau organik berbahaya yang hadir dalam perairan, hal ini karena adsorpsi memiliki kelebihan seperti kemudahan implementasi dan operasi, efisiensi tinggi, biaya rendah, regenerasi kapasitas, dan bahan yang digunakan juga berlimpah (Lütke et al., 2019). Banyak penelitian telah melaporkan kelayakan menggunakan berbagai biomassa menjadi biosorbent dan adsorbent berbiaya rendah yang berasal dari pertanian seperti pembuatan karbon aktif dari kulit jeruk (Singh et al., 2018), pisang (Jubilate, Zaharah, & Syahbanu, 2016), ampas tebu (Gusmao et al,2013), dan tempurung kelapa (Rahmawanti & Dony, 2016).

Kulit pisang adalah limbah padat yang keberadaannya berlimpah di alam dan memiliki kandungan karbohidrat tinggi sekitar 60% dari bahan kering, sehingga kulit pisang baik untuk menghasilkan karbon aktif (Palma, Contreras, Urra, & Martínez, 2011). Peneliti telah melaporkan hasil penelitiannya tentang pemanfaatan kulit pisang seperti : adsorpsi metilen blue (Moubarak et al., 2014), adsorpsi rhodamine-B (Singh et al., 2018), biosorpsi dari kadmium dan ion tembaga (Nasra, Kurniawati, & Bahrizal, 2017), penyerapan logam Pb^{2+} (yollanda, 2019), dan biosorpsi ion zink (II) dari larutan berair (Nasra et al., 2019). Karbon aktif adalah istilah yang digunakan

untuk menggambarkan bahan kaya karbon yang memiliki struktur makropori, mesopori, dan mikropori serta berbagai gugus fungsi yang terdapat pada permukaan. Banyak peneliti telah melaporkan riset tentang pemanfaatan karbon aktif dalam proses adsorpsi seperti penjernihan air sumur (Rahmawanti & Dony, 2016), ion Ni^{2+} (Bibaj et al., 2019), ion pb^{2+} (Jubilate et al., 2016), dan metilen biru (Lu & Li, 2019).

Berdasarkan uraian diatas, maka peneliti tertarik mengkaji pemanfaatan karbon aktif dari kulit pisang sebagai material penyerap fenol dengan menggunakan metoda batch. Karbon aktif dikarakterisasi dengan uji standar karbon aktif SNI (06-3730-1995), FTIR, XRD, SEM, dan BET. Adsorpsi fenol oleh karbon aktif akan diperlakukan pada variasi pH awal, dosis adsorbent, waktu kontak dan konsentrasi awal.

B. Identifikasi masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. Seyawa fenol dapat mencemari lingkungan dan membahayakan makhluk hidup, dalam sistem perairan sehingga perlu diatasi.
2. Pemanfaatan karbon aktif dari kulit pisang *Musa balbisiana* Colla sebagai adsorben senyawa organik seperti fenol yang masih sedikit dilakukan.

C. Batasan masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka penulis membatasi masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Adsorben yang digunakan adalah karbon aktif dari kulit pisang jenis *Musa balbisiana* Colla yang banyak dipakai pedagang.
2. Karbon aktif dikarakterisasi dengan Uji standar karbon aktif SNI (06-3730-1995), *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), *X-Ray Diffraction* (XRD), *scanning electron mikroskop* (SEM), dan *Brunauer Emmett-teller* (BET)
3. Optimasi kapasitas serapan karbon aktif terhadap fenol menggunakan alat instrument spektrofotometer UV-VIS.
4. Variabel bebas yang dilakukan adalah variasi pH, dosis adsorbent, waktu kontak dan konsentrasi awal.

D. Rumusan masalah

Berdasarkan bahasan masalah diatas, maka dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana karakteristik dari karbon aktif yang dihasilkan dari kulit pisang dengan aktivasi kimia.
2. Bagaimana pengaruh pH, dosis adsorbent, waktu kontak dan konsentrasi awal terhadap daya serap karbon aktif pada senyawa fenol.
3. Berapa kapasitas penyerapan dari karbon aktif terhadap senyawa fenol.

E. Tujuan penelitian

Adapun tujuan penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui karakteristik karbon aktif yang dihasilkan dari kulit pisang kepok (*Musa balbisiana* Colla).
2. Menentukan kondisi optimum penyerapan fenol dari adsorben karbon aktif yang berasal dari kulit pisang *Musa balbisiana* Colla.
3. Mengetahui optimasi kapasitas serapan dari karbon aktif terhadap senyawa fenol.

F. Manfaat penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah dapat memberikan informasi mengenai karakteristik karbon aktif dan pemanfaatan karbon aktif dari kulit pisang untuk penyerapan senyawa fenol dan menjadi dasar peneliti selanjutnya untuk memanfaatkan karbon aktif dari kulit pisang jenis *Musa balbisiana* Colla sebagai adsorben senyawa kimia berbahaya lainnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pisang

Tanaman pisang mengandung beberapa senyawa kimia seperti asam lemak, sterols, steryl ester, linoleat, fruktosa, galaktosa, glukosa dan asam oleat. Selain itu beberapa senyawa kecil lainnya seperti asam oksalat, pati, kalium, kalsium, tanin, glikosida, musalenol, cycloatanol dan berbagai vitamin (Amri & Hossain, 2018). Pisang dianggap sebagai tanaman yang paling banyak dibudidayakan dalam tanaman pertanian setelah padi, gandum dan jagung. Hal ini karena bagian-bagian dari tanaman pisang memiliki banyak manfaat seperti: Kulit pisang digunakan untuk makanan ternak dan bahan untuk pembuatan karbon aktif karena senyawa kimia pektin, lignin, oligosakarida, hemiselulosa dan selulosa yang cukup tinggi dari kulit pisang (Palma et al., 2011). Dalam bidang farmasi dan kosmetik (Albarelli, et.al. 2011). Kandungan dari kulit pisang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kandungan kulit pisang kepok (Setiawati, et.al.)

Unsur	komposisi
Air	69.80 %
Karbohidrat	18.50 %
Protein	715 mg/100gr
Lemak	2.11 %
Vitamin C	17.5 mg/100gr
Vitamin B	0.12 mg/100gr
Kalsium	0.32 %
Pospor	117 mg/100gr
Zat besi	0.6 mg/100gr

Batang pisang secara tradisional digunakan untuk pengobatan epilepsi dan histeria. Ekstrak dari bunga pisang digunakan untuk pengobatan bronchitis, bisul dan obat batuk. Pasta dari daun pisang digunakan untuk pengobatan luka bakar infeksi pada kulit dan bisul (Amri & Hossain, 2018).

Salah satu jenis pisang yang sering digunakan sebagai adsorbent untuk penyerapan polutan air adalah pisang kepok (Jubilate et al., 2016). Pisang kepok merupakan salah satu jenis pisang yang sering diolah oleh masyarakat seperti olahan pisang goreng dan olahan menjadi keripik. Berdasarkan klasifikasi tanaman pisang kepok termasuk kedalam famili *Musaceae*, genus *Musa L*, dan spesies *Musa balbisiana*. Seperti yang terlihat pada tabel 2 (yollanda, 2019).

Tabel 2. Taksonomi pisang (*Musa balbisiana* Colla) (yollanda, 2019).

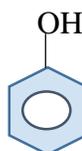
Kerajaan	Plantae
Sub kerajaan	<i>Tracheobionta</i>
Superdivisi	<i>Spermatophyta</i>
Divisi	<i>Magnoliophyta</i>
Kelas	<i>Liliopsida</i>
Sub kelas	<i>Zingiberidae</i>
Ordo	<i>Zingiberales</i>
Famili	<i>Musaceae</i>
Genus	<i>Musa L</i>
Spesies	<i>Musa Balbisiana</i>

B. Fenol

Senyawa fenol pertama kali diperkenalkan oleh ilmuwan Jerman yang bernama Runge dengan cara ekstraksi dari batubara, namun sekarang senyawa fenol sebagian besar dihasilkan oleh industri minyak bumi, farmasi, dan pengolahan batubara. Senyawa fenol memiliki sifat keasaman yang lemah dengan kelarutan yang terbatas dalam air dan kelarutannya tinggi dalam dalam pelarut organik seperti benzene, eter dan etanol. Fenol membentuk berbagai senyawa turunannya dalam perairan melalui reaksi kimia. Senyawa fenol dan turunannya memiliki toksisitas yang tinggi sehingga fenol dapat menyebabkan efek yang merugikan bagi kesehatan manusia seperti masalah pada sistem pernapasan, paru-paru, sistem kekebalan tubuh, luka bakar dan kanker (Raza et al., 2019).

Fenol memiliki sifat kimia dan sifat fisika serta aplikasinya sebagai berikut:

Struktur molekul



Ciri-ciri	Kristal padat,
Titik didih dan titik leleh	Titik didih 181.7 °C dan titik leleh 40.5 °C
Kelarutan dan nilai pka	8.3g 100 mL ⁻¹ dan nilai pka 9.95
Sumber polusi	Pengolahan minyak dan tekstil
Aplikasi	Plastic, deterjen, dan pestisida
Efek Jangka panjang	gangguan ginjal dan hati

C. Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu teknik pemisahan yang digunakan untuk menghilangkan polutan kimia dalam air, selain ekstraksi dan pemisahan dengan

membran. Teknik lain yang dapat digunakan dalam menghilangkan polutan dari air adalah teknik mengubah senyawa polutan menjadi senyawa yang lebih sederhana dan tidak berbahaya seperti oksidasi, elektrokimia dan fotokatalitik (Sas, Castro, Domínguez, & González, 2019).

Karbon aktif dalam proses adsorpsi merupakan adsorben yang paling sering digunakan, hal ini karena karbon aktif menyajikan karakteristik permukaan yang baik, seperti luas permukaan yang baik dan volume pori-pori tinggi. Selain itu karbon aktif memiliki gugus fungsi yang dapat berinteraksi dengan molekul kontaminan. Sifat-sifat ini yang menyebabkan karbon aktif baik digunakan dalam proses adsorpsi, menyajikan kapasitas adsorpsi yang tinggi (Lütke et al., 2019).

Konstituen utama dari karbon aktif adalah karbon dan atom-atom hetero lainnya seperti hydrogen, nitrogen, oksigen, dan sulfur (Lee et al., 2019). Proses menghasilkan C, CO dan H₂O melalui reaksi pembakaran tidak sempurna disebut proses karbonisasi. Pada proses ini senyawa organik akan diubah menjadi karbon dan senyawa non organik diubah menjadi pengotor. Suhu yang digunakan dalam proses karbonisasi berkisaran antara 300-800 °C, jika suhu yang digunakan kecil dari 300 °C maka proses karbonisasi tidak sempurna, apabila suhu yang digunakan besar dari 800 °C maka karbon akan diubah menjadi abu (Jubilate et al., 2016). Parameter yang digunakan dalam persiapan karbon aktif sebagai berikut: Waktu karbonisasi, Suhu aktivasi dan gas (uap CO₂, N₂, dan Ar). Gas N₂ paling sering digunakan selama proses aktivasi, karena dapat mengusir gas oksigen dari ruang pirolis, akibatnya pembakaran biomassa dapat dihindari. Gas nitrogen bersih, mudah menangani dan

tersedia dengan harga ekonomis, selain itu membantu untuk mengontrol proses aktivasi pada suhu kerja (Danish & Ahmad, 2018).

Aktivasi kimia merupakan proses peresapan dari bahan awal dengan bahan kimia dehidrasi, sebelum atau setelah proses karbonisasi. Berbagai bahan kimia yang digunakan dalam proses aktivasi adalah asam sulfat, asam nitrat, asam fosfat, kalium hidroksida, natrium hidroksida dan kalsium karbonat (Danish & Ahmad, 2018). Aktivasi berfungsi untuk membuka pori-pori karbon yang tertutupi saat karbonisasi oleh zat-zat sisa pembakaran, untuk menghilangkan hidrokarbon dan air yang terjebak dalam pori-pori karbon (Jubilate et al., 2016).

Menurut SNI 06-3730-1995 kualitas karbon aktif yang baik memiliki karakteristik sebagai berikut : bagian yang hilang pada pemanasan 950 °C maksimal 25 % , air maksimal 15 % , abu 10 % , daya serap terhadap I₂ minimal 750 mg/g dan karbon aktif murni 65 % seperti yang dilihat pada tabel 2 (Permatasari, Khasanah, & Widowati, 2014).

Tabel 3. Tabel standar mutu karbon aktif (Permatasari, Khasana, & widowati, 2016).

Uraian	Satuan	Persyaratan	
		Butiran	Serbuk
Bagian yang hilang pada pemanasan 950 °C, %	-	Maks.15	Maks.25
Air %	-	Maks.4,4	Maks.15
Abu%	-	Maks.2,5	Maks.10
Daya serap terhadap I ₂	Mg/g	Maks.750	Maks.750
Karbon aktif murni, %	-	Maks.80	Maks.65

D. Isoterm adsorpsi

Isoterm adsorpsi menjelaskan hubungan kesetimbangan antara sorben dan sorbat, biasanya perbandingan antara diserap dan yang tersisa dalam larutan pada suhu yang tetap dalam kesetimbangan. Ada beberapa jenis isoterm adsorpsi antara lain.

1. Isoterm adsorpsi Langmuir

Isoterm adsorpsi Langmuir dilambangkan pada asumsi bahwa proses adsorpsi hanya akan berlangsung pada tempat-tempat tertentu dalam permukaan adsorben dengan tingkat energi yang sama. Isoterm adsorpsi Langmuir digunakan untuk menggambarkan adsorpsi kimia (Achak, Hafidi, Ouazzani, Sayadi, & Mandi, 2009).

Persamaan isoterm adsorpsi Langmuir sebagai berikut

$$\frac{1}{m} = \frac{1}{b} + \frac{1}{bK} \frac{1}{p}$$

Dimana : m = massa yang teradsorpsi

b = kapasitas adsorpsi mg/g

k = konsentrasi akhir larutan

p = konstanta kesetimbangan

Penentuan isoterm Langmuir dilakukan dengan cara membuat kurva hubungan antara $1/C$ akhir dan $1/\text{daya serap}$, sehingga dapat diperoleh kurva isoterm Langmuir untuk proses adsorpsi (Rakhmawati, 2007).

2. Isoterm adsorpsi Freundlich

Isoterm adsorpsi Freundlich didasarkan pada asumsi adsorpsi terjadi pada situs heterogen dengan distribusi tingkat energi yang tidak seragam. Freundlich menjelaskan adsorpsi reversible dan adsorpsi yang terjadi pada beberapa lapisan dan ikatannya tidak kuat (Achak et al., 2009).

Persamaan isoterm adsorpsi Freundlich sebagai berikut

$$\log m = \log k + \frac{1}{n} \log c$$

Dimana : m = berat adsorben (g)

C = konsentrasi sebelum teradsorpsi (mg/L)

K dan n adalah konstanta

Isoterm adsorpsi Freundlich ditentukan dengan cara membuat kurva hubungan antara log C akhir dan log m (Rakhmawati, 2007).

E. FT-IR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)

Jika suatu sampel organik dilewatkan oleh sinar infra merah, maka sebagian sinar ada yang diserap dan ada yang diteruskan atau di transmisikan. Serapan sinar oleh molekul tergantung pada struktur elektronik dari sampel. Sinar yang diserap sampel menyebabkan terjadinya transisi dari vibrasi dasar ke tingkat vibrasi tereksitasi.

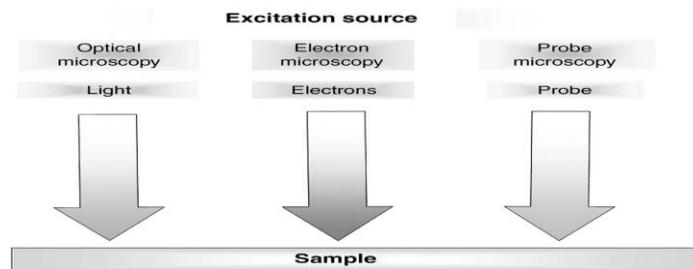
Bentuk spektrum dari senyawa-senyawa organik berkaitan dengan transisi-transisi diantara tingkatan-tingkatan energi elektronik. Setiap ikatan mempunyai frekuensi karakteristiknya sendiri sebagai pita serapan dalam spektrum infra merah contohnya: pada bilangan gelombang 1700-1725 cm⁻¹ menandakan adanya ikatan

C=O (carbonyl), pada bilangan gelombang 2700-3300 cm^{-1} dan puncak melebar menandakan adanya ikatan O-H, pada bilangan gelombang 3000 menunjukkan adanya ikatan C-H stretch yang overlap dengan O-H, dan pada bilangan gelombang 1100-1400 dan sudut yang terbentuk sempit menandakan adanya ikatan C-O (Suseno & Firdausi, 2008), sehingga Spektrum FT-IR dari sampel dapat digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi dalam sampel (Albarelli et al., 2011).

F. Scanning elektron mikroskop (SEM)

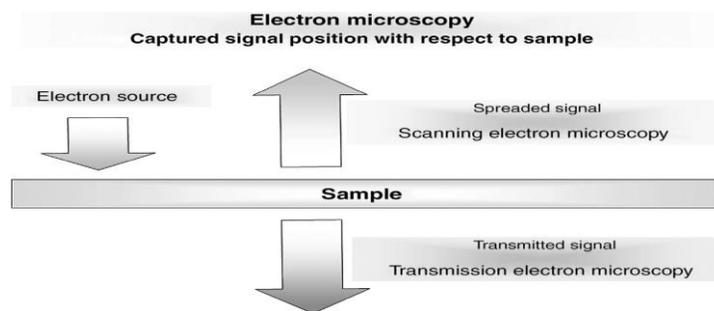
Teknik yang digunakan untuk memvisualisasikan struktur yang tidak dapat diamati dengan mata telanjang disebut mikroskop. Teknik mikroskop memungkinkan visualisasi struktur yang ada dalam sampel atau pada permukaannya. Tergantung pada teknik yang digunakan dan karakteristik sampel.

Teknik mikroskop yang paling banyak digunakan saat ini yang berkaitan dengan sumber eksitasi untuk sampel adalah sebagai berikut: mikroskop elektron, mikroskop cahaya, dan mikroskop probe, masing-masing menggunakan cahaya, elektron dan probe sebagai eksitasi diilustrasikan pada gambar 1.



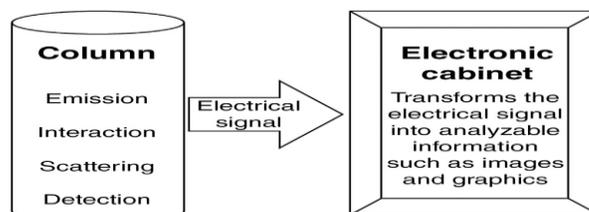
Gambar 1. Jenis sumber eksitasi yang umum digunakan dalam teknik mikroskop

Saat sumber eksitasi menyentuh sampel maka berbagai jenis interaksi terjadi dan menghasilkan emisi sinyal yang berbeda. Sinyal-sinyal ini dipancarkan dari sisi yang sama dimana sumber eksitasi sampel disebut sinyal tersebar dan sinyal yang dipancarkan dari sisi yang berlawanan dengan tempat sumber eksitasi sampel terjadi disebut dengan sinyal yang ditransmisikan. Teknik menangkap sinyal yang ditransmisikan disebut mikroskop elektron transmisi dan teknik menangkap sinyal yang tersebar disebut mikroskop elektron scanning, diilustrasikan pada gambar 2.



Gambar 2. Posisi sinyal yang ditangkap menentukan dua jenis mikroskop electron

Mikroskop elektron scanning digunakan untuk mengamati dan memodifikasi permukaan sampel. Mikroskop elektron scanning terdiri dari dua bagian utama, kolom dan cabinet, dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Kolom dan cabinet control (Pereira-da-silva & Ferri, 2017).

Kolom adalah suatu tempat yang dilalui elektron dari emisinya hingga mencapai detektor. Detektor akan menangkap sinyal tersebar yang dihasilkan dari interaksi

antara elektron dan sampel serta terjadinya perubahan satu jenis sinyal menjadi sinyal listrik yang dikirim ke kabinet kontrol. Kabinet kontrol memiliki sistem elektronik yang dapat mengukur sinyal listrik yang dikirim oleh detektor dan mengubahnya menjadi informasi yang dapat dianalisis seperti gambar dan grafik.

Sinyal yang dipancarkan selama interaksi berkas elektron dengan sampel diantaranya sebagai berikut: elektron (elektron auger, elektron sekunder dan elektron hambur balik) sinar X (sinar X khas dan sinar radiasi bremsstrahlung), cahaya (ultraviolet, tampak dan inframerah), panas, elektron yang melalui sampel dan elektron yang diserap oleh sampel. Dengan beberapa sinyal yang dihasilkan, mungkin untuk mengamati dan mengkarakterisasi sampel dalam hal, morfologi permukaan, bentuk struktur dan komposisi kimia (Pereira-da-silva & Ferri, 2017).

G. Spektrofotometri UV- VIS

Metode pengukuran kuantitatif yang didasarkan pada pengukuran absorbansi radiasi gelombang elektromagnetik disebut spektrofotometri UV-VIS. Absorbansi adalah parameter yang penting untuk analisis kuantitatif dan parameter yang meningkat secara linier dengan konsentrasi. Jika suatu analisis mengukur pada transmitans, maka harus mengubahnya menjadi absorbansi melalui persamaan.

$$A = - \text{Log } T$$

Persamaan garis lurus A vs C pada kurva standar dikenal sebagai hukum lambert beer

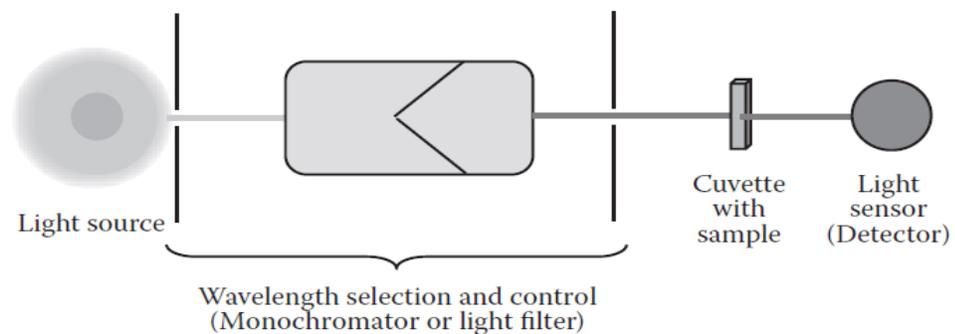
$$A = a.b.c$$

Dimana : A adalah absorbansi

b adalah jarak yang ditempuh cahaya melalui larutan yang diukur atau dalam wadah sampel yang ditempatkan pada jalur cahaya .

c adalah konsentrasi

Konsentrasi dapat dinyatakan dalam satuan apapun, namun biasanya dinyatakan dalam molaritas, ppm, atau gram per 100 mL ketika konsentrasinya dalam molaritas dan panjang lintasan dalam sentimeter, satuan absorptivitas harus liter mol⁻¹ cm⁻¹. Instrument UV-VIS terdiri dari bagian-bagian penting seperti sumber cahaya, detektor, cuvet dengan sampel, dan detector. Sketsa sederhana UV-VIS dapat dilihat pada gambar 4 (Kenkel, 2002).

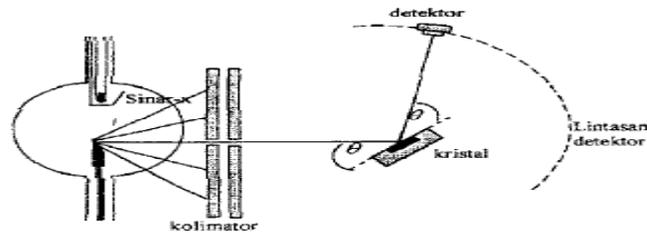


Gambar 4. Sketsa sederhana uv-vis (Kenkel, 2002).

H. X-Ray Diffraction

Gelombang elektromagnet dengan rentang panjang gelombang antara 0.5 Å sampai 2.5 Å disebut sinar X. Suatu Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristalin pada material dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel disebut analisa difraksi sinar-X (X-Ray diffraction).

Diffractometer sinar-X adalah alat yang digunakan dalam analisa difraksi sinar X, skema dasar diffractometer sinar-X dapat dilihat pada gambar 5.

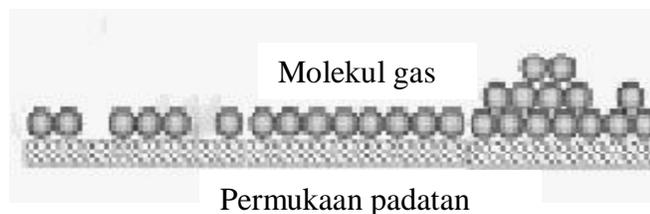


Gambar 5. skema dasar diffractometer sinar-X

Apabila sinar X mengenai bidang-bidang kristal akan didifraksikan pada sudut tertentu. Materi berdasarkan strukturnya dibagi menjadi dua yaitu amorf dan kristal. Apabila materi amorf terkena berkas sinar X akan menunjukkan adanya spektrum yang kontinyu, tidak ada puncak-puncak difraksi pada sudut tertentu. Sedangkan materi kristal yang terkena sinar X akan menunjukkan adanya puncak-puncak difraksi yang tajam (M & Sujitno, 2008)

I. Brunauer Emmet Teller (BET)

Analisa luas permukaan, volume pori dan distribusi pori dapat diketahui dengan menggunakan Brunauer Emmet Teller (BET). Mekanisme kerja BET adalah penyerapan gas (Nitrogen, Argon dan Helium) oleh permukaan padatan yang akan dikarakterisasi pada kondisi isothermal dan vakum. Gambar 6 menunjukkan ilustrasi cara kerja BET



Gambar 6. Cara kerja Brunauer Emmmet Teller (BET)

Luas permukaan suatu material berdasarkan metode BET dapat ditentukan dengan persamaan berikut

$$A_s = \frac{N_A \cdot W_m \cdot a_{N_2}}{M_{mol}}$$

Dimana :

A_s = luas permukaan material

N_A = Bilangan Avogadro (6.023×10^{23})

W_m = koefisien monolayer material

a_{N_2} = *cross-sectional area gas* (untuk nitrogen $16.2 (A^{\circ})^2$)

M_{mol} = massa molekul gas

Grafik hasil uji BET yang diperoleh dari penyerapan media gas (nitrogen) pada tekanan relative maka didapatkan persamaan linier BET-plot, dari persamaan linier ini dapat ditentukan nilai W_m dengan persamaan berikut :

$$W_m = \frac{1}{a+b}$$

Dimana a adalah slope dan b intercept linier BET-slope

Volume pori material berdasarkan metode BET ditentukan dengan persamaan berikut

$$V_{liq} = \frac{P \cdot V_{ads} \cdot V_{mol}}{R \cdot T}$$

Dimana :

V_{liq} = volume pori-pori yang terisi gas terkondensasi

V_{ads} = Volume gas yang teradsorpsi

V_{mol} = Volume molar gas cair (untuk nitrogen cair $34.7 \text{ cm}^3/\text{mol}$)

R = Tetapan gas $82.056 \text{ cm}^3 \text{ atm mol}^{-1}$ (Marsyahyo, 2009).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Karbon sebelum diaktivasi mempunyai kadar air 4.8313 %, kadar abu 20.5794 % dan 728.5141 mg/g.
2. Karbon yang telah diaktivasi (karbon aktif) mempunyai kadar air 4.4343 %, kadar abu 8.1451 %, dan daya serap I₂ 805.8785 mg/g.

B. Saran

Berdasarkan penelitian dan review artikel yang telah dilakukan disarankan untuk menggunakan karbon aktif dari kulit pisang dengan aktivasi kimia (asam, basa, dan garam) untuk menyerap fenol dan melakukan penelitian tentang penggunaan karbon aktif dari kulit pisang untuk menyerap polutan berbahaya lain yang hadir pada perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achak, M., Hafidi, A., Ouazzani, N., Sayadi, S., & Mandi, L. (2009). Low cost biosorbent “banana peel” for the removal of phenolic compounds from olive mill wastewater: Kinetic and equilibrium studies. *Journal of Hazardous Materials*, 166(1), 117–125. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.11.036>
- Albarelli, J. Q., Rabelo, R. B., Santos, D. T., Beppu, M. M., & Meireles, M. A. A. (2011). Effects of supercritical carbon dioxide on waste banana peels for heavy metal removal. *Journal of Supercritical Fluids*, 58(3), 343–351. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2011.07.014>
- Amri, F. S. Al, & Hossain, M. A. (2018). Comparison of total phenols, flavonoids and antioxidant potential of local and imported ripe bananas. *Egyptian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(4), 245–251. <https://doi.org/10.1016/j.ejbas.2018.09.002>
- Bibaj, E., Lysigaki, K., Nolan, J. W., Seyedsalehi, M., Deliyanni, E. A., Mitropoulos, A. C., & Kyzas, G. Z. (2019). Activated carbons from banana peels for the removal of nickel ions. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16(2), 667–680. <https://doi.org/10.1007/s13762-018-1676-0>
- Danish, M., & Ahmad, T. (2018). A review on utilization of wood biomass as a sustainable precursor for activated carbon production and application. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 87(February), 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.02.003>
- Dotto G.L., Goncalves J.O., Cadaval Jr., Pinto L.A.A., Biosorpsi dari fenol dengan nano partikel dari spirulina sp. LEB 18 , *J.Lingkungan* . Chem. Eng.407 (2013) 450-456
- Ellyana, M. (2008). *Modifikasi Zeolit Alam Lampung Dengan Fotokatalis TiO 2 Melalui Metode Sol Gel dan Aplikasinya Untuk Penyisihan Fenol*. (1), 59–68.
- Gusmao,KAG, Gurgel, LVA, Melo,TMS, Gil, LF, 2013. Studi adsorpsi metilen biru dan gentian violet pada amaps tebu dimodifikasi dengan EDTA dianhydride (EDTAD) dalam larutan air: *kinetic dan aspek keseimbangan* . J. Lingkungan.Mengelola.118, 135-143
- Hussain S. N., Robert E.P.L., Asghar H.M.A., Campen A.K., Brown N. W., Oksidasi dari fenol dan adsorpsi dari produksi gangguan menggunakan adsorben grafit dengan degradasi regenerasi elektrokimia, *J Elektrokimia. Acta* 92(2013)20-30

- Jubilate, F., Zaharah, T. A., & Syahbanu, I. (2016). Pengaruh Aktivasi Arang Dari Limbah Kulit Pisang Kepok Sebagai Adsorben Besi (Ii) Pada Air Tanah. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 5(4), 14–21. Retrieved from <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmipa/article/view/16743/14397>
- Kenkel, J. (2002). Analytical Chemistry for Technicians, Third Edition. In *Analytical Chemistry for Technicians, Third Edition*. <https://doi.org/10.1201/9781420056709>
- Larasati, A., Studi, P., & Lingkungan, T. (2014). KESETIMBANGAN DAN KINETIKA PENYISIHAN ORTHOFOSFAT DARI DALAM AIR DENGAN METODE ADSORPSI-DESORPSI EQUILIBRIUM AND KINETICS OF ORTHOPHOSPHATE REMOVAL FROM AQUEOUS PHASE WITH ADSORPTION-DESORPTION METHODS. 20, 38–47.
- Lee, H., Kannan, P., Al Shoaibi, A., & Srinivasakannan, C. (2019). Phenol degradation catalyzed by metal oxide supported porous carbon matrix under UV irradiation. *Journal of Water Process Engineering*, 31(June), 100869. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.100869>
- Lu, Y., & Li, S. (2019). Preparation of Hierarchically Interconnected Porous Banana Peel Activated Carbon for Methylene Blue Adsorption. *Journal Wuhan University of Technology, Materials Science Edition*, 34(2), 472–480. <https://doi.org/10.1007/s11595-019-2076-0>
- Lütke, S. F., Igansi, A. V., Pegoraro, L., Dotto, G. L., Pinto, L. A. A., & Cadaval, T. R. S. (2019). Preparation of activated carbon from black wattle bark waste and its application for phenol adsorption. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 7(5), 103396. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.103396>
- M, L. S. R., & Sujitno, T. (2008). *Lely Susita R.M., Tjpto Sujitno*. 10, 133–138.
- Marsyahyo, E. (2009). ANALISIS BRUNNAEUR EMMET TELLER (BET) TOPOGRAFI PERMUKAAN SERAT RAMI (*Boehmeria nivea*) UNTUK MEDIA. 2, 33–41.
- Moubarak, F., Atmani, R., Maghri, I., Elkouali, M., Talbi, M., Latifa, M., Elimination of Methylene Blue dye with natural adsorbent “ Banana Peels Powder ”, *Glob. J. Sci. Front. Res. B Chem*. 14 (2014) 39 – 44.
- Nasra, E., Desy Kurniawaty, Bahrizal, & Reni Puspita Sari. (2019). Biosorpsi Ion Zink (II) dari Larutan Berair menggunakan Kulit Pisang (*Musa paradisiaca*) sebagai Low-cost Biosorbent. *Talenta Conference Series: Science and Technology (ST)*, 2(2). <https://doi.org/10.32734/st.v2i2.499>
- Nasra, E., Kurniawati, D., & Bahrizal. (2017). Biosorption of Cadmium and Copper Ions from Aqueous Solution using Banana (*Musa paradisiaca*) Shell as Low-Cost Biosorbent. *International Conference on Chemistry and Engineering in Agroindustry*, 33–36.

- Palma, C., Contreras, E., Urra, J., & Martínez, M. J. (2011). Eco-friendly technologies based on banana peel use for the decolourization of the dyeing process wastewater. *Waste and Biomass Valorization*, 2(1), 77–86. <https://doi.org/10.1007/s12649-010-9052-4>
- Pereira-da-silva, M. D. A., & Ferri, F. A. (2017). 1 - Scanning Electron Microscopy. In *Nanocharacterization Techniques*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-49778-7/00001-1>
- Permatasari, A. R., Khasanah, L. U., & Widowati, E. (2014). KARAKTERISASI KARBON AKTIF KULIT SINGKONG (Manihot utilisima) DENGAN VARIASI JENIS AKTIVATOR. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 7(2), 70–75. <https://doi.org/10.20961/jthp.v0i0.13004>
- Pradeep N. V., Anupama S., Navya K., Shalini N. H., Idris M., Hampan navar. U.S., Biological removal of phenol from wastewater : a mini review, *Appl. Water Sci.* 5 (2015) 105 - 112
- Rahmawanti, N., & Dony, N. (2016). Studi Arang Aktif Tempurung Kelapa dalam Penjernihan Air Sumur. *Al Ulum Sains Dan Teknologi*, 1(2), 84–88.
- Rakhmawati, E. (2007). *Pemanfaatan kitosan hasil deasetilasi kitin cangkang bekicot sebagai adsorben zat warna*. 1–68.
- Raza, W., Lee, J., Raza, N., Luo, Y., Kim, K. H., & Yang, J. (2019). Removal of phenolic compounds from industrial waste water based on membrane-based technologies. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 71, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.jiec.2018.11.024>
- Sas, O. G., Castro, M., Domínguez, Á., & González, B. (2019). Removing phenolic pollutants using Deep Eutectic Solvents. *Separation and Purification Technology*, 227(April), 115703. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.115703>
- Setiawati, D. R., Sinaga, A. R., & Dewi, T. K. (2013). Proses Pembuatan Bioetanol Dari Kulit Pisang Kepok. *Jurnal Teknik Kimiaeknik Kimia*, 19(1), 9–15. <https://doi.org/10.1186/1471-2377-14-103>
- Sher, F., A. Malik, A., Liu, H., Pengolahan limbah industri polimer dengan koagulasi dan flokulasi, *J. Lingkungan*. Chem. Eng. 1(2013) 684-689
- Singh, S., Parveen, N., & Gupta, H. (2018). Adsorptive decontamination of rhodamine-B from water using banana peel powder: A biosorbent. *Environmental Technology and Innovation*, 12, 189–195. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2018.09.001>
- Suseno, J. E., & Firdausi, K. S. (2008). Rancang Bangun Spektroskopi FTIR (Fourier Transform Infrared) untuk Penentuan Kualitas Susu Sapi. *Berkala Fisika*, 11(1), 23-28–28.

- Turki, A., Guillard, C., DappozzeF., Ksibi, Z., Berhault, G., Kochkar, H., Phenol photocatalytic degradation over anisotropic TiO₂ nanomaterial: Kinetic study, adsorption isotherms and formal mechanism, *Appl. Catal. B Environ.* 163 (2015) 69-76
- Yollanda, Delviana. 2019. *Pengaruh Ion Cu²⁺, Zn²⁺, Cd²⁺ dan Cr³⁺ terhadap Penyerapan Pb²⁺ dengan Kulit Pisang Kepok (Musa Paradisiaca L) sebagai Biosorbent. Padang: Universitas Negeri Padang*