

**TREATMENT AIR FORMASI UNTUK PENGGUNAAN
INJEKSI AIR DENGAN KARBON AKTIF BIOMASSA KULIT
SINGKONG**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

ALIFIYA RAHMASARI SINYO

NPM 163210043



PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2020

KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhana Wa Ta'ala karena atas Rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau.

Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dan mendorong saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama perkuliahan. Tanpa bantuan dari mereka tentu akan sulit rasanya untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik ini. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Mursyidah, M.Sc, selaku dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dan arahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
2. Ibu Novia Rita, ST., MT dan Bapak Tomi Erfando, ST., MT selaku ketua dan sekretaris Prodi Teknik Perminyakan serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan, hingga hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.
3. Kedua orang tua saya, Ayahanda A Rahim Sinyo dan Ibunda Mida Mayasari serta saudara-saudara saya yang selalu memberikan semangat dan doa, bantuan moril dan materil sehingga terselesaikannya tugas akhir ini.
4. Seluruh teman-teman Teknik Perminyakan UIR angkatan 2016 yang telah memberikan semangat kepada saya

Teriring doa saya semoga Allah memberikan balasan atas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, 22 Juli 2020

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SINGKATAN	x
DAFTAR SIMBOL	xi
ABSTRAK	v
ABSTRACT	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Manfaat Penelitian.....	3
1.4. Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	7
3.1 Metode Penelitian.....	7
3.2 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	9
3.3 Jenis Penelitian	10
3.3.1 Alat.....	10
3.3.2 Bahan	11
3.3.3 Prosedur Pembuatan Karbon Aktif Kulit Singkong	11
3.3.4 Prosedur Treatment Air Formasi Menggunakan Karbon aktif.....	12
3.4 Tempat Penelitian.....	13
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Analisis Karbon Aktif Biomassa Kulit Singkong	14
4.2 Analisis Kemampuan Karbon Aktif dalam Treatment Air Formasi.....	17

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 22
 5.1 Kesimpulan 22
 5.2 Saran 22
DAFTAR PUSTAKA 24
LAMPIRAN..... 27



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur kimia karbon aktif	6
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian.....	9
Gambar 3.2 Prosedur treatment air formasi dengan menggunakan karbon aktif.....	13
Gambar 4. 1 Morfologi permukaan karbon aktif sebelum dan sesudah proses aktivasi	15
Gambar 4. 2 Spektrum IR karbon aktif kulit singkong aktivasi HNO ₃ 60%	16
Gambar 4. 3 Permukaan karbon aktif HNO ₃ 60% setelah melalui proses <i>treatment</i> dengan air formasi	17
Gambar 4. 4 (a). air formasi sebelum <i>treatment</i> ; (b). air formasi setelah <i>treatment</i> selama 16 jam; (c). air formasi setelah <i>treatment</i> 20 jam; (d). air formasi setelah <i>treatment</i> 24 jam	18
Gambar 4. 5 (a). Air formasi yang telah ditreatment selama 24 jam; (b). Air formasi yang telah ditreatment selama 24 jam menggunakan karbon aktif yang telah digunakan dua kali; (c) Air formasi yang telah ditreatment selama 24 jam yang telah digunakan tiga kali	20

DAFTAR TABEL

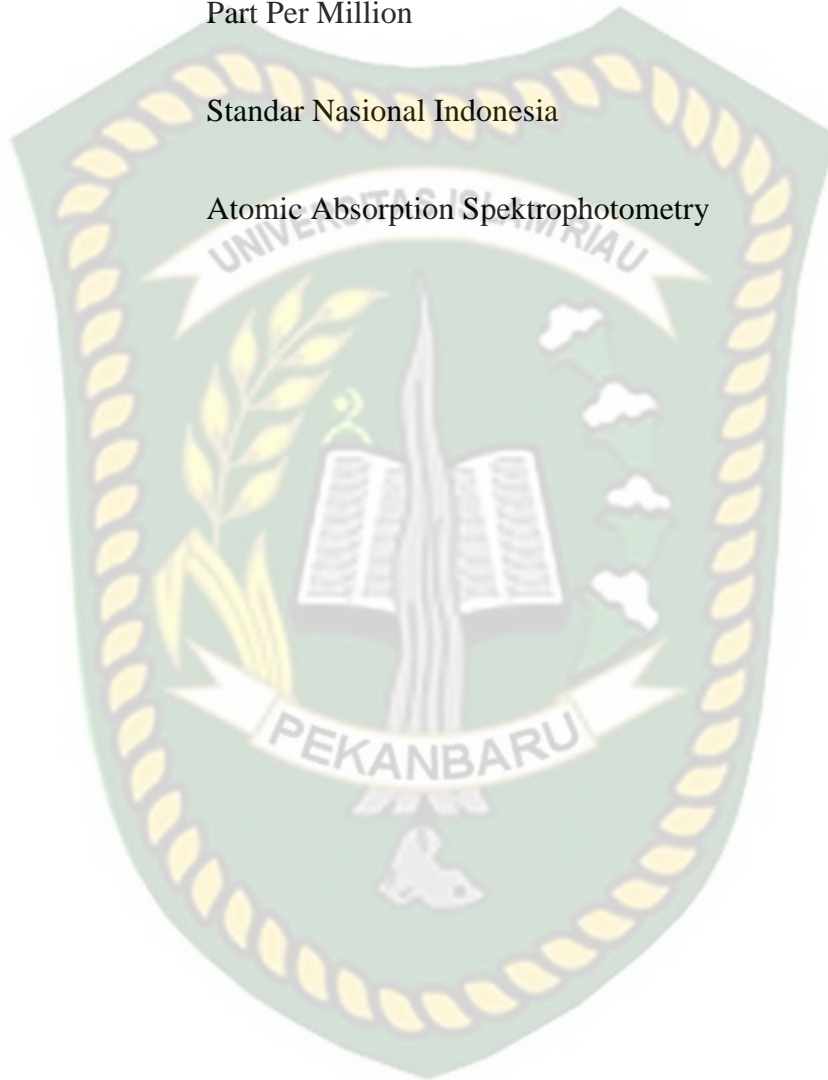
Tabel 2. 1 Kandungan zat gizi kulit singkong per 100 gram	5
Tabel 4. 1 Hasil analisa kandungan air formasi	17



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR SINGKATAN

pH	Power of Hydrogen
TDS	Total Dissolve Solid
PPM	Part Per Million
SNI	Standar Nasional Indonesia
AAS	Atomic Absorption Spektrophotometry



DAFTAR SIMBOL

°C Derajat Celsius

% Persen



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

TREATMENT AIR FORMASI UNTUK PENGGUNAAN INJEKSI AIR DENGAN KARBON AKTIF BIOMASSA KULIT SINGKONG

Alifiya Rahmasari Sinyo

NPM. 163210043

ABSTRAK

Air Formasi yang diproduksi dari dalam reservoir, harus diolah terlebih dahulu sebelum diinjeksikan kembali kedalam reservoir. Pemanfaatan air terproduksi yang belum diolah dan masih mengandung senyawa ion dapat mengakibatkan permasalahan pada sumur injeksi. Pengolahan yang tepat akan membuat air terproduksi dapat dimanfaatkan dengan baik. Salah satu cara untuk mengolah air formasi adalah dengan menggunakan karbon aktif biomassa kulit singkong. Pembuatan karbon aktif dari biomassa kulit singkong dilakukan dengan 3 tahap yaitu proses dehidrasi, proses aktivasi dengan variabel konsentrasi HNO_3 40%, HNO_3 50% dan HNO_3 60% dan proses karbonisasi yang dilakukan dengan suhu 600°C selama 2 jam. Pengujian karbon aktif untuk treatment air formasi dilakukan dengan merendam karbon aktif tersebut kedalam sampel air formasi selama 16 jam, 20 jam dan 24 jam. Hasil karakterisasi karbon aktif terhadap morfologi permukaan karbon aktif menggunakan mikroskop digital menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi HNO_3 dapat membuat luas permukaan pada pori-pori karbon aktif semakin meningkat. Karbon aktif dengan konsentrasi HNO_3 60% merupakan karbon aktif dengan hasil yang terbaik dibandingkan karbon aktif dengan konsentrasi HNO_3 40% dan 50%. Karbon aktif HNO_3 60% menghasilkan luas permukaan dan pori-pori yang besar sehingga mampu untuk menjadi media adsorben. Air formasi yang telah ditreatment menggunakan karbon aktif HNO_3 60% selama 24 jam menghasilkan air yang lebih jernih dan tidak berbau dibandingkan dengan waktu treatment 16 jam dan 20 jam. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu treatment air formasi, maka kandungan senyawa ion dan nilai konduktivitasnya akan semakin berkurang. Maka pada waktu treatment 24 jam merupakan hasil treatment air formasi yang terbaik untuk diinjeksikan kembali.

Kata Kunci : Air formasi, *Water treatment*, Karbon aktif, Kulit singkong, HNO_3 .

WATER TREATMENT FORMATION FOR THE USE OF WATER INJECTION WITH ACTIVATED CARBON OF CASSAVA SKIN BIOMASS

Alifiya Rahmasari Sinyo

NPM. 163210043

ABSTRACT

Formation water that is produced from inside the reservoir, must be treated first before being injected back into the reservoir. Utilization of unprocessed produced water that still contains ionic compounds can cause problems in injection wells. Proper treatment will make the produced water can be utilized properly. One way to treat formation water is to use the activated carbon of cassava skin biomass. Making activated carbon from cassava skin biomass is in 3 stages, the dehydration process, the activation process with a variable concentration of 40% HNO_3 , 50% HNO_3 and 60% HNO_3 and the carbonization process carried out at 600°C for 2 hours. Testing of activated carbon for formation water treatment is by immersing activated carbon into formation water samples for 16 hours, 20 hours and 24 hours. The results of activated carbon characterization on the surface morphology of activated carbon using a digital microscope showed that the higher concentration of HNO_3 can make the surface area of the pores of activated carbon increase. Activated carbon with a concentration of 60% HNO_3 is activated carbon with the best results compared to activated carbon with a concentration of 40% and 50% HNO_3 . Activated carbon 60% HNO_3 produces large surface area and pores so that it is able to become an adsorbent media. Formation water that has been treated using 60% HNO_3 activated carbon for 24 hours produces water that is clearer and odorless compared to the treatment time of 16 hours and 20 hours. This shows that the longer the formation water treatment time, the ion compound content and conductivity value will decrease. Then the 24 hour treatment time is the best result of formation water treatment to be reinjected.

Keywords : Formation water, Water treatment, Activated carbon, Cassava peel, HNO_3 .

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada dasarnya, tujuan utama dari *water treatment* adalah untuk mendapatkan lebih banyak air dari formasi dengan biaya yang tidak banyak. Dalam kegiatan produksi migas, air formasi akan ikut terproduksi bersama dengan minyak dan gas bumi. Air formasi yang tidak diolah terlebih dahulu dikhawatirkan akan menyebabkan kerusakan seperti korosi pada peralatan produksi. Dalam proses penginjeksian air, kualitas air yang diinjeksikan merupakan salah satu faktor penting dalam meminimalisir kerusakan formasi, seperti adanya kandungan minyak didalam air injeksi serta pembentukan scale yang berhubungan dengan kadar kelarutan komponen dalam air formasi (Veri, 2012). Dengan adanya *water treatment* ini dapat mengurangi resiko terjadinya korosi dan penyumbatan pada sumur injeksi. Pada lapangan X menggunakan metode *water treatment* dengan media *cartridge sediment filter*, dimana *cartridge sediment filter* ini hanya mampu mengurangi kotoran serta partikel padatan yang ikut terbawa oleh air formasi. Adapun penyebab terjadinya kerusakan secara internal yaitu karena adanya gas terlarut oksigen, karbon dioksida, ion terlarut, *Iron sulfide*, *Iron hydroxide*, *Ferrum* dan bakteri yang dapat menyebabkan terjadinya korosi pada peralatan produksi (Ahmad & Said, 2015). Dan juga terdapat ion *Calcium*, *Carbonate*, *Magnesium*, *Barium* dan *Sulfide* yang dapat menyebabkan scale (Amstutz, 1956).

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk *treatment* air formasi yaitu dengan menggunakan karbonisasi kulit singkong. Menurut (Rukmana, 1997) kulit singkong memiliki kandungan karbon yang cukup tinggi yaitu 59,31% pada kulit singkong per 100 gram. Kandungan karbon yang tinggi tersebut menandakan bahwa pada kulit singkong memiliki kandungan unsur karbon yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan karbon aktif. Karbon aktif dapat digunakan untuk

pengolahan air formasi karena diyakini dapat menyerap ion-ion yang dikandung oleh air formasi. Karbon aktif mampu menyerap ion-ion dan partikel air formasi karena memiliki luas permukaan yang sangat besar dan memiliki pori-pori yang banyak sehingga karbon aktif dijadikan media alternatif untuk *treatment* air (Hanandya, 2016).

Mengacu pada peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 19 tahun 2010 mengenai standarisasi mutu air terproduksi bagi usaha dan atau kegiatan eksplorasi dan produksi migas, kadar pH yang digunakan untuk injeksi air bekisar antara 6-9 sesuai SNI 06-6989.11-2004. Kadar maksimum TDS pada air terproduksi adalah 140.000 mg/L sesuai SNI 06-6989.27-2005 (PERMENLH, 2010).

Oleh karena itu, peneliti ingin mencoba membuat karbon aktif yang terbuat dari kulit singkong. Diharapkan karbon aktif ini dapat berguna dengan efektif dan memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan penjernih air cartridge. Proses penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau. Karbon aktif ini akan diuji kemampuannya untuk melarutkan ion-ion dan menyeimbangkan pH dengan melakukan uji SEM (*Scanning Electron Microscope*). Sedangkan air formasi akan dilakukan uji kandungan dengan menggunakan instrumen AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*), metode titrimetri, *flamephotometry*, *spectrophotometry* dan *conductometry*. Parameter yang akan diujikan yaitu konsentrasi aktivasi dan waktu *treatment* air formasi. Dengan berhasilnya penelitian ini, maka diharapkan karbon aktif ini dapat diaplikasikan pada industri migas dan menjadi media filter alternatif yang ramah lingkungan.

1.2. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian Tugas Akhir saya yaitu :

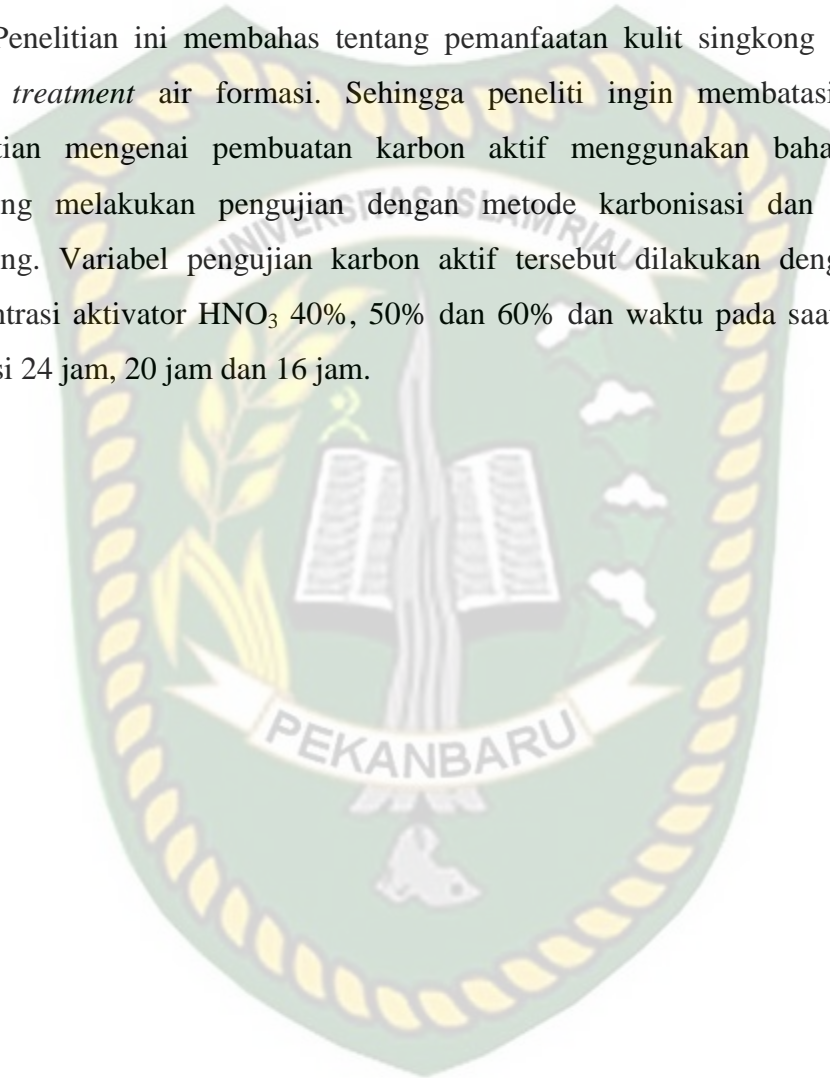
1. Mendapatkan karbon aktif yang terbentuk dari bahan dasar kulit singkong
2. Menganalisis kemampuan karbon aktif kulit singkong dalam *treatment* air formasi

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini adalah menghasilkan karbon aktif dari kulit singkong yang ramah lingkungan sehingga karbon aktif tersebut dapat dijadikan media filter alternatif industri migas.

1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini membahas tentang pemanfaatan kulit singkong sebagai bahan untuk *treatment* air formasi. Sehingga peneliti ingin membatasi pembahasan penelitian mengenai pembuatan karbon aktif menggunakan bahan baku kulit singkong melakukan pengujian dengan metode karbonisasi dan aktivasi kulit singkong. Variabel pengujian karbon aktif tersebut dilakukan dengan parameter konsentrasi aktivator HNO_3 40%, 50% dan 60% dan waktu pada saat *treatment* air formasi 24 jam, 20 jam dan 16 jam.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan QS. Az-Zumar [39] ayat 21 yang artinya “Apakah kamu tidak memperhatikan, bahwa sesungguhnya Allah menurunkan air dari langit, maka diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi kemudian ditumbuhkan-Nya dengan air itu tanam-tanaman yang bermacam-macam warnanya, lalu ia menjadi kering lalu kamu melihatnya kekuning-kuningan, kemudian dijadikan-Nya hancur berderai-derai. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat pelajaran bagi orang-orang yang mempunyai akal”. Penelitian Tugas Akhir yang akan dilakukan adalah *treatment* air formasi dengan menggunakan karbon aktif yang berbahan dasar kulit singkong. Air formasi yang diproduksi bersamaan dengan minyak dan gas bumi mengandung beberapa senyawa dalam bentuk ion-ion, yaitu kation (ion positif) dan anion (ion negatif). Yang termasuk kation adalah *Calcium* (Ca^{2+}), *Magnesium* (Mg^{2+}), *Ferrum* (Fe^{3+}), *Barium* (Ba^{2+}), *Natrium* (Na^{+}), *Strontium* (Sr^{2+}). Anion dari air formasi adalah *Chloride* (Cl^{-}), *Carbonat* (CO_3^{2-}), *Bicarbonat* (HCO_3^{-}) dan *Sulfat* (SO_4^{2-}) (Liestyana, Said, & Pratiwi, 2018). Karbon aktif merupakan langkah alternatif yang digunakan untuk mengurangi kandungan senyawa ion, padatan tersuspensi, dan kadar logam besi yang terkandung didalam air formasi (Hartuno, Udiantoro, & Agustina, 2014). Pemanfaatan karbon aktif juga sebagai absorben pada pemurnian air (Maulinda, Nasrul, & Sari, 2015). Kulit singkong memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi didalamnya dan unsur karbon yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan menjadi bahan dasar pembuatan karbon aktif yang ramah lingkungan (Hanandya, 2016). Menurut Akhardiarto, kandungan enzim glukosida linamarin yang terdapat pada singkong dapat dipecah menjadi HCN atau asam sianida. Inilah yang dapat mengakibatkan keracunan apabila mengkonsumsi singkong, apalagi kandungan asam sianida pada kulit singkong jumlahnya 3-5 kali lebih besar dari pada daging umbi (Sari & Astili, 2018). Namun pengolahan dengan cara perendaman, pencucian dan pengeringan dapat menurunkan kadar HCN (Ntelok, 2017).

Tabel 2. 1 Kandungan zat gizi kulit singkong per 100 gram

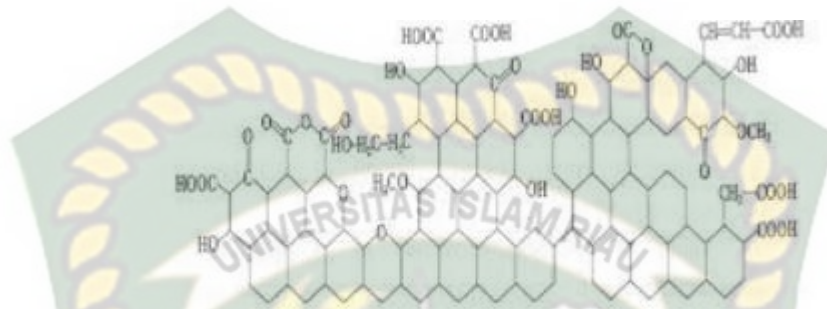
Kandungan zat gizi kulit singkong	Gram
Protein	8.11
Lemak	1.29
Pektin	0.22
Serat kasar	15.20
Kalsium	0.63
Karbohidrat	64.6

(Rukmana, 1997)

Karbon aktif kemudian diaplikasikan kedalam air formasi dengan cara diendapkan untuk melihat perubahan pada saat sebelum penjernihan (Hardi, 2018). Karbon aktif tersebut mampu menyerap warna, bau, rasa, logam berat dan kontaminasi senyawa ion karena memiliki luas permukaan 300-2000 m²/gr (Ramdja, Halim, & Handi, 2008).

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Ariyani, Putri, Eka, & Fathoni, 2017) dengan menggunakan kulit singkong sebagai bahan utama pembuatan karbon aktif yang digunakan untuk menjernihkan air sungai dan melalui proses aktivasi dengan menggunakan NaOH. Hasil penelitiannya menyebutkan bahwa semakin tinggi konsentrasi yang digunakan pada saat aktivasi dan semakin lama waktu perendamannya maka hasil yang diperoleh untuk menjernihkan air sungai akan semakin optimum. Pada penelitian tersebut disebutkan bahwa suhu karbonisasi yang paling optimum untuk penyerapan logam Fe adalah 700°C dan dengan konsentrasi NaOH 0,3 N sebesar 0 mg/mL. Sedangkan suhu karbonisasi paling optimum untuk penyerapan logam Mn adalah 300°C dengan konsentrasi NaOH 0,3 N sebesar 0,213 mg/mL. Dari hasil penjernihan air sungai yang telah dilakukan dapat kita ketahui bahwa karbon aktif lebih mampu untuk menyerap ion dengan polaritas tinggi. Sama halnya dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Prabarini & Okayadnya, 2013) dengan memanfaatkan tempurung kemiri sebagai bahan baku karbon aktifnya yang digunakan untuk penyisihan logam besi pada air sumur. Hasil yang diperoleh dari

penelitian tersebut yaitu bahwa semakin besar konsentrasi H_2SO_4 yang digunakan dan semakin lama waktu perendamannya maka proses adsorpsi terhadap logam Fe akan semakin baik. Hal tersebut terjadi karena besar konsentrasi dari aktivator yang digunakan akan mempengaruhi luas permukaan pori-pori sehingga proses adsorpsi akan semakin baik.



(Sumber : Sudibandriyo, 2003)

Gambar 2. 1 Struktur kimia karbon aktif

Penelitian yang telah dilakukan oleh (Mentari, Handika, & Maulina, 2018), mereka membuat perbandingan gugus fungsi dan morfologi pada permukaan karbon aktif yang terbuat dari pelepah kelapa sawit dengan menggunakan 2 asam aktivator yaitu asam fosfat (H_3PO_4) dan asam nitrat (HNO_3). Pengujian dalam penelitian ini mereka menggunakan uji FTIR, dengan hasil penelitian yaitu hasil FTIR menunjukkan bahwa karbon aktif pelepah kelapa sawit mengandung gugus fungsi C=O, C=C, N=O, C-N, C-OH, CH₂ dan C-H. Setiap karbon aktif memiliki gugus fungsi yang berbeda dipengaruhi oleh bahan baku dan aktivator yang digunakan.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Pambayun, Yulianto, Rachimoallah, & Putri, 2013), dalam penelitian ini mereka menggunakan bahan utama pembuatan karbon aktif yaitu tempurung kelapa dengan 2 aktivator yaitu $ZnCl_2$ dan Na_2CO_3 yang bertujuan untuk mengurangi kadar fenol dalam air limbah. Hasil dari penelitian tersebut adalah semakin tinggi konsentrasi dari aktivator, maka akan semakin tinggi penyerapan kadar fenol yang telah diadsorpsi oleh karbon aktif. Pada penelitian tersebut zat aktivator yang paling baik dalam mengurangi kadar fenol dalam air limbah adalah Na_2CO_3 dengan konsentrasi 5% yaitu sebesar 99,745%.

Pada penelitian yang dilakukan cangkang kelapa sawit yang sudah dibersihkan di jemur selama 24 jam, kemudian di oven dengan temperatur 100°C selama 24 jam, setelah itu di *pyrolysis* dengan temperatur 300°C selama 3 jam, lalu di giling hingga lolos pada ukuran 200 mesh, kemudian di aktivasi menggunakan HNO₃ 60% selama 24 jam lalu di saring dan di cuci dengan air mengalir, dan di oven hingga kering (Siing, 2016).

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Ismanto, Wang, Soetaredjo, & Ismadji, 2010) mereka melakukan modifikasi permukaan karbon aktif yang berbahan dasar kulit singkong dengan menggunakan berbagai larutan aktivator yaitu HNO₃, H₂SO₄, dan H₂O₂. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa luas permukaan dari karbon aktif paling tinggi diperoleh dari karbon aktif dengan larutan HNO₃ sebesar 72,6% yang lebih tinggi dibandingkan karbon aktif menggunakan aktivator lainnya. Selain itu, (Liu, Hu, Xu, Zheng, & Gao, 2008) juga berpendapat bahwa luas permukaan karbon aktif meningkat setelah permukaannya dimodifikasi dengan HNO₃.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan terhadap 4 sampel air formasi untuk mengetahui pembentukan scale yang disebabkan karena kandungan ionic, maka diperoleh hasil analisis pada sampel air formasi 1 dimana kandungan Ca²⁺ yaitu 10,4 meq/L sedangkan kandungan SO₄²⁻ adalah 1,626 meq/L dengan kadar pH 8,58. Hasil analisis pada sampel air formasi 2 diperoleh kandungan Ca²⁺ yaitu 1,2 meq/L dan kandungan SO₄²⁻ adalah 1,969 meq/L dengan kadar pH 7,64. Pada sampel air formasi 3 diperoleh kandungan Ca²⁺ yaitu 14,1 meq/L dan kandungan SO₄²⁻ adalah 1,712 meq/L dengan kadar pH 8,39. Kemudian pada sampel air formasi 4 kandungan Ca²⁺ yaitu 1,2 meq/L dan kandungan SO₄²⁻ adalah 1,798 meq/L dengan kadar pH 8,05. Maka dari hasil analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kandungan ionic dan pH dari air formasi mempengaruhi terbentuknya scale pada formasi dan peralatan produksi (Liestyana et al., 2018).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dalam “*Treatment* Air Formasi untuk Penggunaan Injeksi Air dengan Karbon Aktif Biomassa Kulit Singkong” adalah dengan cara menguji air formasi sebelum dan sesudah *treatment* dengan karbon aktif.

Metode pembuatan karbon aktif terdiri dari 3 tahap antara lain :

1. Proses Dehidrasi adalah proses untuk menghilangkan kadar air yang terkandung didalam kulit singkong. Kulit singkong dipanaskan dengan temperatur 120°C.
2. Proses Karbonisasi adalah proses pembakaran kulit singkong dengan menggunakan oksigen sangat terbatas dengan temperatur 300°C sampai 900°C tergantung dari kekerasan bahan baku yang akan digunakan (Prabarini & Okayadnya, 2013).
3. Proses Aktivasi dibagi menjadi 2, yaitu:
 - a. Proses Aktivasi Fisika adalah proses dimana karbon dipanaskan didalam *furnace* dengan temperatur 800°C-900°C selama 3 jam (Ariyani et al., 2017).
 - b. Proses Aktivasi Kimia yaitu proses yang dilakukan untuk membuka, memperbesar, dan memperluas volume pori-pori pada karbon dengan menggunakan bahan-bahan kimia atau reagen pengaktif. Menurut Othmer (1940) bahan kimia yang biasanya digunakan untuk proses aktivasi adalah $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaCl_2 , HNO_3 , ZnCl_2 , H_2SO_4 (Adinata, 2013).

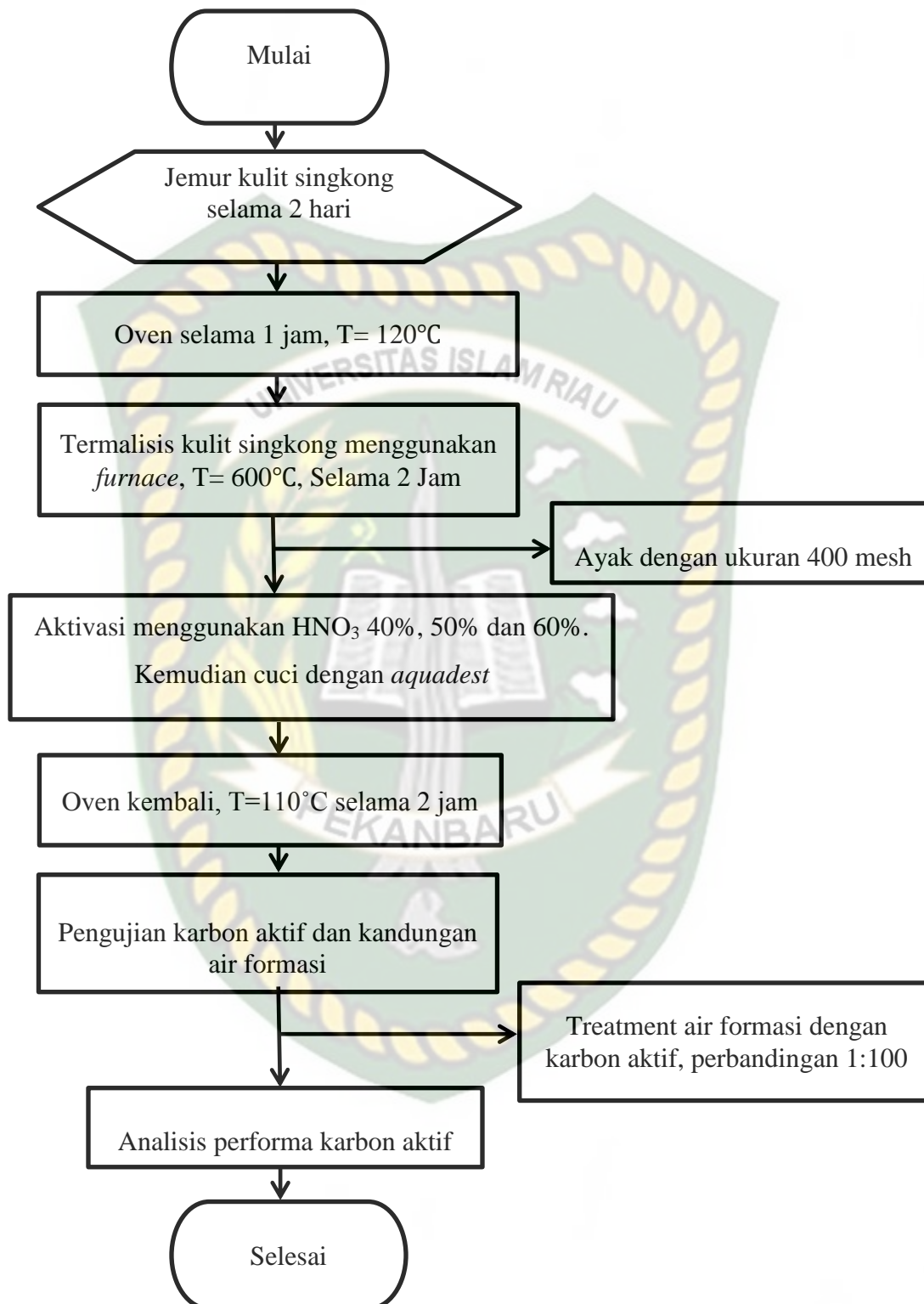
Metode pengujian *treatment* air formasi terdiri dari :

1. Nilai pH air formasi diukur dengan menggunakan alat pH meter.
2. Konduktivitas air formasi diukur dengan menggunakan alat *conductometry*
3. Ion Ca dan Mg diuji menggunakan instrumen AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*)
4. Ion CO_3 dan HCO_3 diuji menggunakan metode *titrimetry*

5. Ion SO_4 diuji dengan metode *spectrophotometry*
6. Ion Fe diuji dengan metode *flamephotometry*
7. Kekeruhan air formasi diuji dengan menggunakan *turbiditymetry*



3.2 Flowchart Penelitian



Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian

3.3 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimental. Adapun peralatan dan prosedur percobaan yang dilakukan sebagai berikut :

3.3.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan karbon aktif dari kulit singkong yaitu :



a) *Oven*



b) *Furnace*



c) *Sieve Anaysis*



d) *Sieve Shaker*



f) Timbangan digital

g) Blender

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini terdiri atas :

- a) Air formasi
- b) Kulit singkong
- c) HNO_3
- d) Aquadest

3.3.3 Prosedur Pembuatan Karbon Aktif Kulit Singkong

Berikut ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam proses pembuatan karbon aktif dari karbonisasi kulit singkong (Permatasari, Khasanah, & Widowati, 2014) (Aprilliya, Indarti, & Mulyono, 2018) :

1. Cuci bersih kulit singkong lalu potong kulit singkong sehingga berukuran kecil
2. Untuk mengurangi kadar air yang terdapat didalam kulit singkong, oven kulit singkong dengan suhu 120°C selama 1 jam.
3. Kulit singkong yang kering tersebut kemudian dihaluskan dengan blender
4. Setelah itu kulit singkong tersebut dikarbonisasikan pada suhu 600°C selama 2 jam didalam *furnace*, kemudian terbentuklah karbon
5. Karbon tersebut dihaluskan dan diayak dengan ukuran 400 mesh
6. Selanjutnya, karbon di aktivasi dengan menggunakan HNO_3 40%, 50%, dan 60%, proses aktivasi dilakukan dengan cara merendam *sample* dengan HNO_3

40%, 50% dan 60% selama 24 jam dengan perbandingan 1:10 (Akhmad, Susanti, & Hariyati, 2007). Alasan digunakan konsentrasi $\text{HNO}_3 \geq 40\%$ karena apabila konsentrasi HNO_3 terlalu kecil maka pada saat aktivasi karbon aktif tidak menghasilkan pori-pori yang besar. Konsentrasi $\text{HNO}_3 \geq 60\%$ maka akan membuat permukaan karbon aktif rusak, kemudian setelah proses aktivasi karbon disaring

7. Setelah itu *sample* dicuci dengan *aquadest*
8. Kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 110°C selama 2 jam

3.3.4 Prosedur Treatment Air Formasi Menggunakan Karbon aktif

Berikut ini merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam proses *treatment* air formasi menggunakan karbon aktif dari karbonisasi kulit singkong (Prabarini & Okayadnya, 2013) (Harti & Allwar, 2014) :

1. Ambil sampel air formasi dan masukkan kedalam 3 gelas kimia masing-masing 500 ml
2. Masukkan 5 gr karbon aktif kedalam masing masing gelas kimia yang telah berisi sampel air formasi, dengan perbandingan karbon aktif dan air formasi 1:100
3. Kemudian diamkan air formasi yang telah terisi karbon aktif selama 24 jam
4. Setelah didiamkan, ambil sampel air formasi dan masukkan kedalam gelas kimia
5. Sampel tersebut kemudian diukur nilai pH, kandungan ion-ion dan senyawanya.



Gambar 3. 2 Prosedur treatment air formasi dengan menggunakan karbon aktif

3.4 Tempat Penelitian

Penelitian dan analisa karbon aktif kulit singkong akan dilakukan di Laboratorium Fluida Reservoir Teknik Perminyakan Universitas Islam Riau.

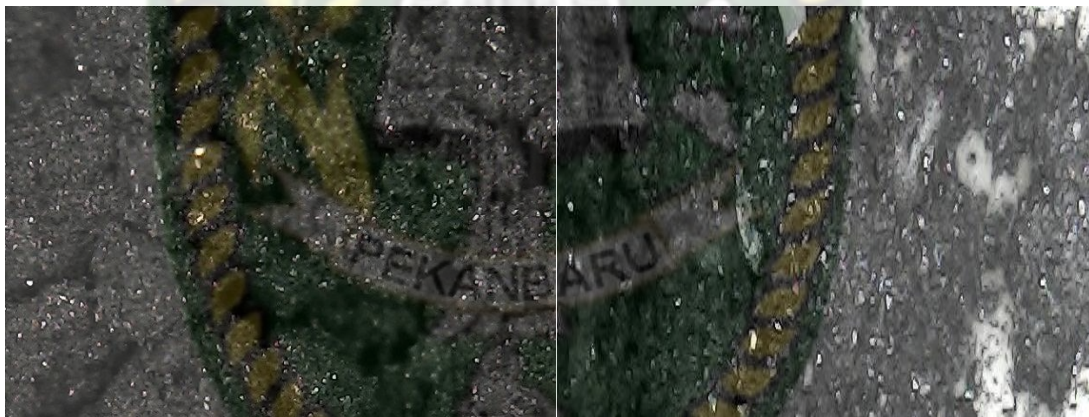
BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan disampaikan hasil dan pembahasan yang diperoleh dari penelitian “*Treatment* air formasi untuk penggunaan injeksi air dengan karbon aktif biomassa kulit singkong”. Hasil penelitian akan dibahas sebagai berikut.

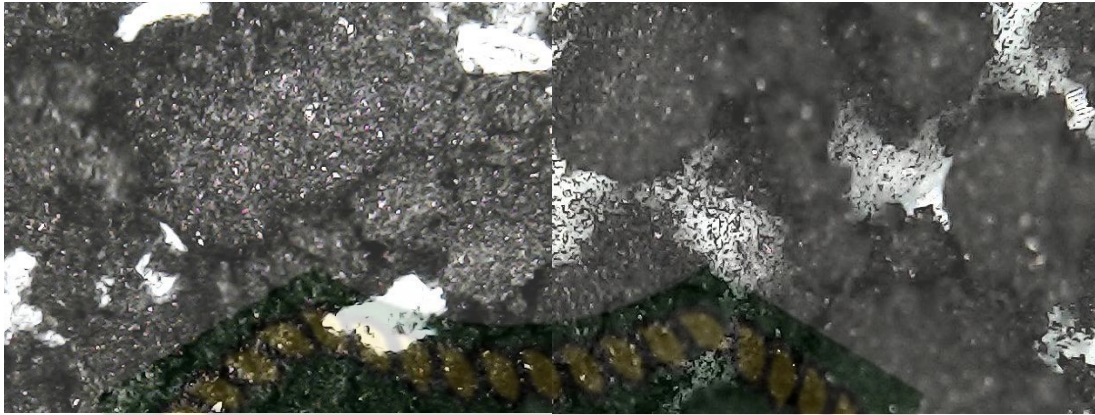
4.1 Analisis Karbon Aktif Biomassa Kulit Singkong

Karbon aktif kulit singkong yang dihasilkan dari proses karbonisasi pada suhu 600°C dan proses aktivasi HNO_3 dianalisis permukaannya dengan menggunakan mikroskop digital. Gambar (a) merupakan hasil yang menggambarkan morfologi permukaan karbon aktif pada saat non aktivasi HNO_3 . Pada saat kondisi non aktivasi HNO_3 , karbon belum memiliki pori-pori sehingga karbon tersebut belum dikatakan karbon aktif karena belum mampu untuk menjadi media adsorben.



(a) Non Aktivasi HNO_3

(b) Aktivasi HNO_3 40%

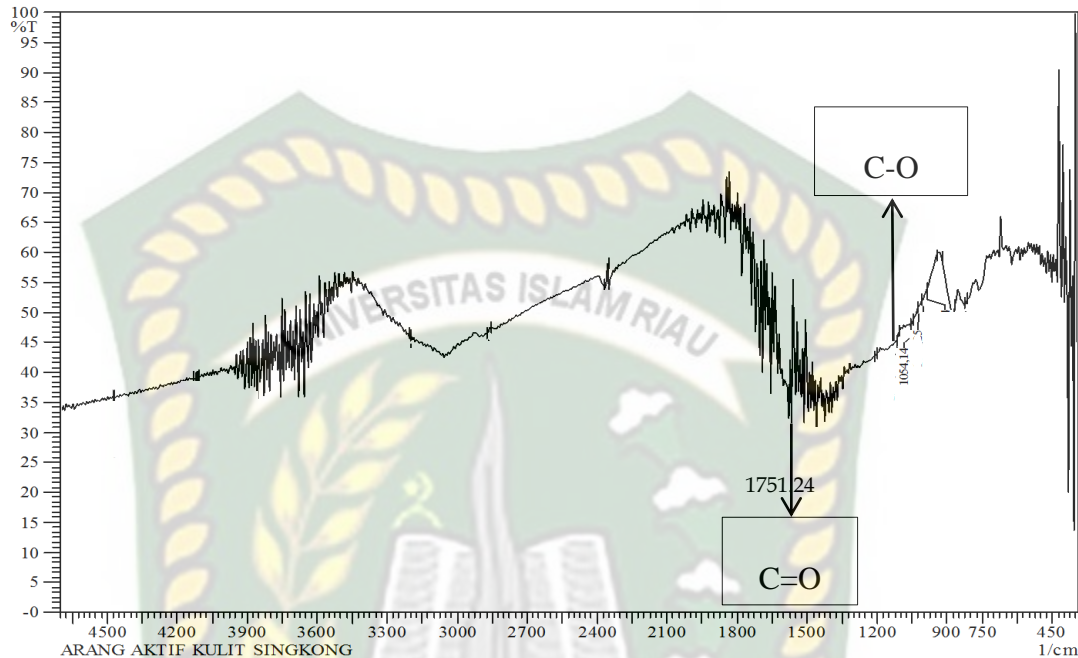
(c) Aktivasi HNO_3 50%(d) Aktivasi HNO_3 60%

Gambar 4. 1 Morfologi permukaan karbon aktif sebelum dan sesudah proses aktivasi

Parameter yang mempengaruhi pengujian karbon aktif biomassa kulit singkong adalah konsentrasi pada saat proses aktivasi dengan menggunakan konsentrasi HNO_3 40%, 50% dan 60%. Gambar 4.1 (b) merupakan kondisi morfologi karbon pada saat setelah aktivasi HNO_3 40%. Pada saat setelah dilakukan aktivasi, karbon menghasilkan pori-pori yang siap untuk menyerap partikel. Gambar 4.1 (c) merupakan kondisi permukaan karbon setelah dilakukannya aktivasi dengan konsentrasi HNO_3 50%. Pori-pori yang dihasilkan pada karbon tersebut lebih luas permukaannya dibandingkan dengan aktivasi HNO_3 40%. Gambar 4.1 (d) adalah kondisi permukaan karbon aktif setelah diaktivasi dengan HNO_3 60%. Karbon aktif tersebut menghasilkan pori-pori dengan luas permukaan yang lebih luas dibandingkan dengan aktivasi HNO_3 40% dan 50%. Sehingga karbon aktif dengan luas permukaan yang besar akan lebih mampu untuk mengurangi kandungan senyawa ion didalam air formasi.

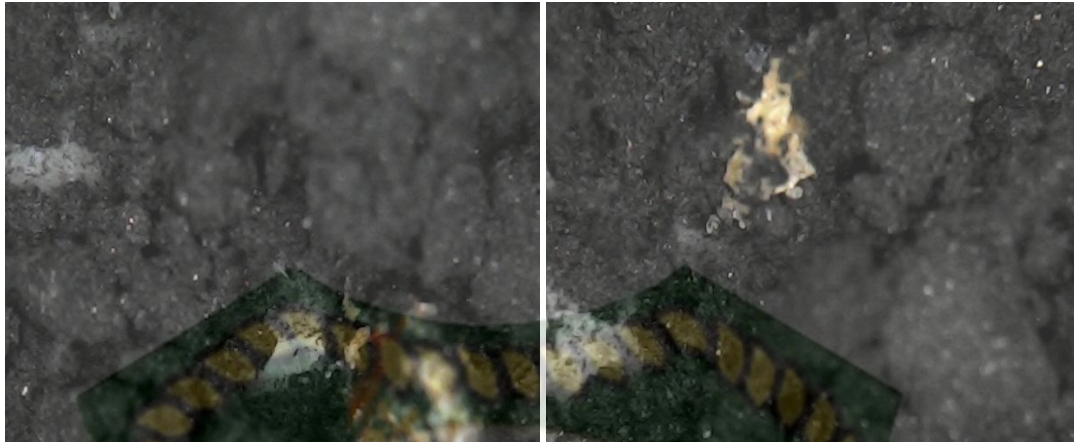
Setelah dilakukan proses aktivasi karbon dengan menggunakan beberapa konsentrasi aktivator, maka karbon dengan konsentrasi HNO_3 60% yang paling baik, karena besar konsentrasi aktivator yang digunakan mempengaruhi besar pori-pori yang dihasilkan. Hal ini terbukti berdasarkan hasil morfologi permukaan dari karbon aktif yang dihasilkan. Konsentrasi aktivator yang besar berbanding lurus dengan luas

permukaan karbon aktif, hasil pengujian ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Yuningsih, Mulyadi, & Kurnia, 2016) dimana luas permukaan dari karbon aktif akan meningkat mengikuti besar konsentrasi aktivator yang digunakan.



Gambar 4. 2 Spektrum IR karbon aktif kulit singkong aktivasi HNO₃ 60%

Karbon aktif yang terbuat dari kulit singkong diuji menggunakan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi dari bahan kulit singkong serta untuk mengetahui sifat permukaan karbon aktif. Gambar 4.2 merupakan gugus fungsi yang dihasilkan dari karbon aktif kulit singkong dapat digunakan sebagai penciri dari karbon aktif. Gugus fungsi yang terdapat pada karbon aktif kulit singkong adalah gugus C-O pada frekuensi 1054.14 cm⁻¹. Gugus C=O pada frekuensi 1751.24 cm⁻¹. Hal ini menunjukkan bahwa karbon aktif teraktivasi asam memiliki gugus fungsi yang sama dengan standar karbon aktif.

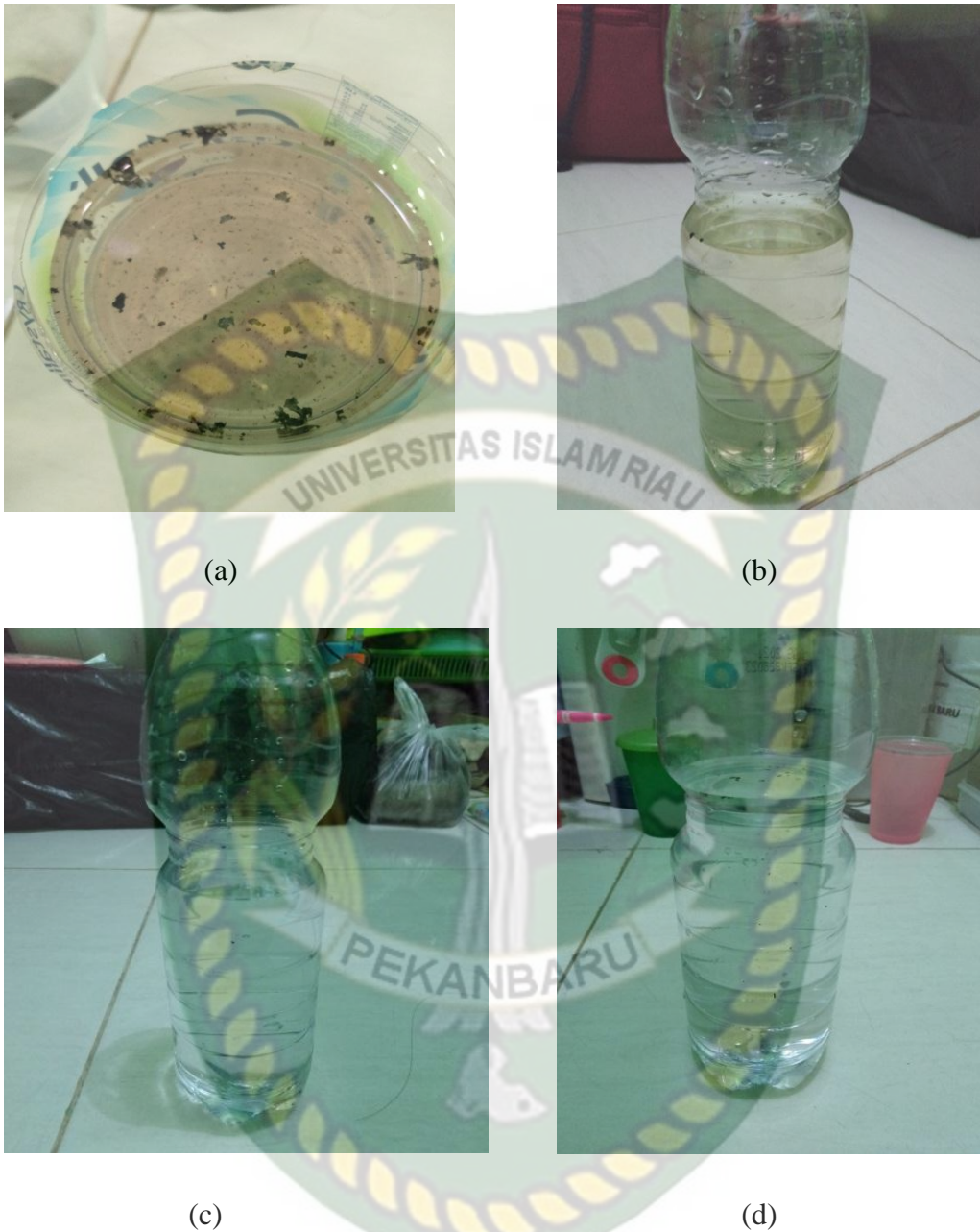


Gambar 4. 3 Permukaan karbon aktif HNO_3 60% setelah melalui proses *treatment* dengan air formasi

Gambar 4.3 merupakan kondisi permukaan karbon aktif setelah proses *treatment* air formasi selama 24 jam. Berdasarkan hasil mikroskop diatas, dapat kita lihat pori-pori pada karbon aktif telah terisi oleh kandungan ion dan padatan yang terdapat didalam air formasi.

4.2 Analisis Kemampuan Karbon Aktif Biomassa Kulit Singkong dalam *Treatment* Air Formasi

Air formasi yang digunakan untuk proses injeksi air tentunya harus memenuhi standarisasi mutu air terproduksi bagi usaha dan atau kegiatan eksplorasi dan produksi migas, kadar pH yang digunakan untuk injeksi air bekisar antara 6-9 sesuai SNI 06-6989.11-2004. Kadar maksimum TDS pada air terproduksi adalah 140.000 mg/L sesuai SNI 06-6989.27-2005 (PERMENLH, 2010).

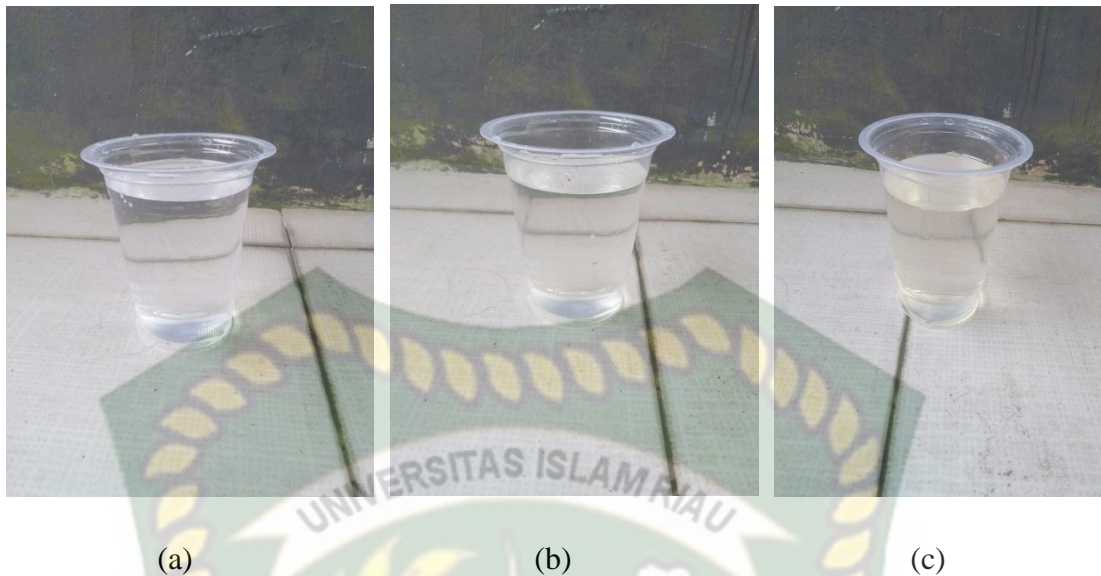


Gambar 4. 4 (a). air formasi sebelum *treatment*; (b). air formasi setelah *treatment* selama 16 jam; (c). air formasi setelah *treatment* 20 jam; (d). air formasi setelah *treatment* 24 jam

Gambar 4.4 (a) merupakan kondisi air formasi pada saat sebelum dilakukan *treatment*, air formasi berwarna kuning keruh, berbau, dan terdapat kotoran-kotoran yang ikut terbawa pada air formasi. Pada kondisi ini, air formasi mengandung

senyawa ion yang tinggi yaitu 143.364 ppm, nilai konduktivitasnya 30.4 dS/m serta nilai pH 7.75 dengan tingkat kekeruhan air yaitu 60 NTU. Berdasarkan data tersebut, maka jumlah senyawa ion yang terkandung didalam air formasi tidak memenuhi standarisasi dari baku mutu air untuk kegiatan injeksi air.

Gambar 4.4 (b) merupakan kondisi setelah air formasi ditreatment menggunakan karbon aktif selama 16 jam. Air formasi masih berwarna kuning keruh. Akan tetapi bau dari air formasi hilang dan mengalami penurunan nilai kandungan senyawa ion maupun nilai konduktivitas pada air formasi. Total senyawa ion didalam air formasi setelah *treatment* 16 jam yaitu 110.3 ppm dengan nilai konduktivitasnya 17.23 dS/m. Berdasarkan data tersebut, air formasi yang ditreatment selama 16 jam sudah mencukupi standarisasi baku mutu air untuk injeksi air. Gambar 4.4 (c) merupakan kondisi setelah air formasi ditreatment menggunakan karbon aktif selama 20 jam, diperoleh hasil air yang cukup jernih dan tidak berbau. Berdasarkan data nilai pH pada air formasi yang ditreatment selama 20 jam adalah 6.94 dengan nilai konduktivitasnya 11.36 dS/m dan total hasil kandungan senyawa ion adalah 62.97 ppm. Dari data tersebut, maka air formasi yang ditreatment selama 20 jam ini sudah memenuhi standarisasi mutu baku dan layak untuk dijadikan sebagai air untuk proses injeksi air. Gambar 4.4 (d) merupakan kondisi setelah air formasi ditreatment menggunakan karbon aktif selama 24 jam. Air formasi yang ditreatment menggunakan karbon aktif selama 24 jam menghasilkan air yang sangat jernih dan tidak berbau. Setelah dianalisis, air formasi tersebut memiliki nilai pH 7.36, tingkat kekeruhan air yaitu 7 NTU dengan nilai konduktivitasnya 3.75 dS/m dan total kandungan senyawa ion yaitu sebesar 38.87 ppm. Berdasarkan gambar 4.4 dapat dilihat bahwa lamanya waktu *treatment* air formasi sangat mempengaruhi hasil dari kandungan senyawa ion didalam air formasi. semakin lama waktu perendaman karbon aktif terhadap air formasi, maka akan semakin jernih air formasi yang dihasilkan.



Gambar 4.5 (a). Air formasi yang telah ditreatment selama 24 jam; (b). Air formasi yang telah ditreatment selama 24 jam menggunakan karbon aktif yang telah digunakan dua kali; (c) Air formasi yang telah ditreatment selama 24 jam yang telah digunakan tiga kali

Gambar 4.5 (a) merupakan kondisi air formasi setelah dilakukan treatment menggunakan karbon aktif selama 24 jam. Setelah dilakukan treatment, kemudian karbon aktif tersebut digunakan kembali untuk mengetahui karbon aktif tersebut mampu digunakan hingga berapa kali proses treatment air formasi. Gambar 4.5 (b) merupakan air formasi yang telah ditreatment menggunakan karbon aktif yang sama untuk proses treatment kedua selama 24 jam. Berdasarkan pengamatan, warna dan bau air formasi yang dihasilkan hampir sama dengan hasil air formasi treatment pertama. Gambar 4.5 (c) merupakan air formasi yang telah ditreatment menggunakan karbon aktif yang sama untuk proses treatment ketiga selama 24 jam. Berdasarkan hasil air yang diperoleh, air formasi untuk treatment ketiga ini menghasilkan air yang lebih kuning dan keruh dibandingkan dengan air formasi treatment pertama dan kedua. Maka berdasarkan pengamatan, karbon aktif hanya mampu digunakan untuk dua kali proses treatment air formasi.

Tabel 4. 1 Hasil analisis kandungan air formasi

No.	Kandungan	Satuan	Non Treatment	16 Jam	20 Jam	24 Jam
1	pH		7.75	8.13	6.94	7.36
2	Turbidity	NTU	60	18	8	7
3	Daya hantar listrik	ds/m	30.4	17.23	11.38	3.75
4	Magnesium (Mg)	ppm (mg/L)	27.3	18.0	12.7	6.4
5	Calcium (Ca)	ppm (mg/L)	56.7	72.0	34.7	25.3
6	Besi (Fe)	ppm (mg/L)	0.274	0.116	0.100	0.026
7	Sulphate (SO ₄)	ppm (mg/L)	0.85	2.71	2.37	1.69
8	Bicarbonate (HNO ₃)	ppm (mg/L)	39.04	11.71	8.78	3.66
9	Carbonate (CO ₃)	ppm (mg/L)	19.2	5.76	4.32	1.80
	Total senyawa ion	ppm (mg/L)	143.364	110.3	62.97	38.876

Berdasarkan data diatas, air formasi yang telah ditreatment dengan menggunakan karbon aktif pada berbagai waktu perendaman yaitu 24 jam, 20 jam dan 16 jam menghasilkan perbedaan pada warna, serta kandungan ion yang terdapat didalam air formasi. Dari hasil analisa kandungan ion air formasi setelah dilakukannya treatment, bahwa karbon aktif mampu mengurangi kandungan ion yang terdapat didalam air formasi. Karbon aktif lebih maksimal dalam mengurangi kandungan ion didalam air formasi dengan waktu treatment 24 jam. Semakin lama waktu perendaman air formasi dan karbon aktif, maka semakin banyak kandungan ion yang berkurang. Berdasarkan data tersebut maka air formasi yang ditreatment selama 24 jam ini sudah termasuk kedalam standarisasi air injeksi. Dari hasil analisis kandungan air formasi, diperoleh data pH pada air formasi yang telah sesuai dengan standarisasi mutu air untuk kegiatan injeksi air yaitu berkisar antara 6-9. Nilai konduktivitas pada air formasi menunjukkan adanya konsentrasi kandungan ion dan partikel padatan terlarut (TDS). Setelah dilakukan treatment terhadap air formasi selama 16 jam, 20 jam dan 24 jam maka waktu treatment air formasi yang paling baik adalah selama 24 jam karena pada waktu treatment 24 jam terjadi pengurangan kandungan ion didalam air formasi yang sangat banyak, sehingga akan dapat mengurangi resiko kerusakan pada peralatan produksi. Semakin kecil nilai konduktivitas pada air formasi maka semakin kecil jumlah padatan partikel yang

terlarut didalam air formasi, sehingga kandungan ion didalam air formasi juga akan semakin kecil.



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan judul penelitian “Treatment Air Formasi untuk Penggunaan Injeksi Air dengan Karbon Aktif Biomassa Kulit Singkong” dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Karbon aktif berbahan dasar kulit singkong berhasil dibuat menggunakan proses karbonisasi dan proses aktivasi. Karbon aktif dengan aktivator HNO_3 60% merupakan yang terbaik dibandingkan karbon aktif dengan aktivator HNO_3 50% dan 40%. Karbon aktif dengan aktivator HNO_3 60% menghasilkan luas permukaan dan pori-pori yang lebih besar sehingga mampu untuk menjadi media adsorben. Dibuktikan juga dengan hasil spektrum IR yang memiliki gugus fungsi C=O dan C-O merupakan karbon aktif yang telah teraktivasi asam.
2. Berdasarkan pengamatan, air formasi yang ditreatment selama 24 jam menghasilkan air yang lebih jernih dan tidak berbau dibandingkan dengan waktu treatment 16 jam dan 20 jam. Total kandungan senyawa ion didalam air formasi mula-mula adalah 143.364 ppm, kemudian setelah dilakukan treatment selama 24 jam kandungan senyawa ion didalam air formasi berkurang menjadi 38.876 ppm. Waktu treatment air formasi yang paling baik terjadi pada waktu 24 jam, karena penurunan kandungan ion dan nilai konduktivitas yang paling besar terjadi pada waktu treatment selama 24 jam. Sehingga dengan berkurangnya kandungan senyawa ion didalam air formasi ini maka akan mengurangi pula resiko terjadinya kerusakan pada peralatan produksi migas. Hasil analisa membuktikan bahwa air formasi yang ditreatment menggunakan karbon aktif mengalami penurunan kandungan ion dan nilai konduktivitas.

5.2 Saran

Peneliti berharap penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menggunakan alat untuk proses karbonisasi yang lain sehingga dapat menjadi pembanding serta agar dapat diketahui volume total pori, volume mikropori, dan volume mesopori.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinata, M. R. (2013). Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Sebagai Karbon Aktif. In *Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Surabaya*.
- Ahmad, N. M., & Said, L. (2015). Analisa Air Formasi Dalam Menentukan Kecendrungan Pembentukan Scale Pada Sumur X , Y dan Z. *Seminar Nasional Cendekiawan*, 317–325.
- Akhmad, A., Susanti, D., & Hariyati, P. (2007). Pengaruh Temperatur Karbonisasi Dan Konsentrasi Zink Klorida ($ZnCl_2$) Terhadap Luas Permukaan Karbon Aktif Eceng Gondok.
- Amstutz, R. W. (1956). Operating problems in water-flood water treatment. *Drilling and Production Practice 1956, 1956–Janua*, 152–162.
- Aprilliya, S. L., Indarti, D., & Mulyono, T. (2018). Making and Characterization of Active Cigarette Skin Character Using $ZnCl_2$ Activator. *Jurnal Kimia Riset*, 3(1), 13–19.
- Ariyani, A., Putri, A. R., Eka, R. P., & Fathoni, R. (2017). Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Arang Aktif dengan Variasi Konsentrasi NaOH dan Suhu (Vol. 6).
- Hanandya, R. B. (2016). Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong Sebagai Filter Air Melalui Proses Karbonisasi.
- Hardi, J. (2018). Pemanfaatan Kulit Ubi Kayu sebagai Biosorben pada Penjernihan Air di Kelurahan Balaroo. *Kovalen Jurnal Riset Kimia*, 3(April), 1–6. <https://doi.org/10.22487/j24775398.2017.v3.i2.8727>
- Harti, R., & Allwar, F. N. (2014). Karakterisasi dan modifikasi karbon aktif tempurung kelapa sawit dengan asam nitrat untuk menjerap logam besi dan tembaga dalam minyak nilam. *IJCR (Indonesian Journal of Chemical Research)*, 2(1), 74–83.
- Hartuno, T., Udiantoro, U., & Agustina, L. (2014). Desain Water Treatment Menggunakan Karbon Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Pada Proses

- Pengolahan Air Bersih Di Sungai Martapura. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 39(3), 136–143. <https://doi.org/10.31602/zmip.v39i3.81>
- Ismanto, A. E., Wang, S., Soetaredjo, F. E., & Ismadji, S. (2010). Preparation of capacitor's electrode from cassava peel waste. *Bioresource Technology*, 101(10), 3534–3540.
- Liestyana, R., Said, L., & Pratiwi, R. (2018). Analisa Air Formasi Terhadap Kecendrungan Pembentukan Scale Calcium Carbonate (CaCO₃) dan Calcium Sulfate (CaSO₄). *Proceeding Seminar Nasional Cendekiawan*, 725–734.
- Liu, Y., Hu, Z., Xu, K., Zheng, X., & Gao, Q. (2008). Surface modification and performance of activated carbon electrode material. *Acta Physico-Chimica Sinica*, 24(7), 1143–1148.
- Maulinda, L., Nasrul, Z. A., & Sari, D. N. (2015). Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 11–19.
- Mentari, V. A., Handika, G., & Maulina, S. (2018). Perbandingan Gugus Fungsi dan Morfologi Permukaan Karbon Aktif dari Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan Aktivator Asam Fosfat (H₃PO₄) dan Asam Nitrat (HNO₃). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 7(1), 16–20.
- Ntelok, Z. R. E. (2017). Limbah Kulit Singkong (manihot esculenta L.): Alternatif Olahan Makanan Sehat. *Jurnal Inovasi Pendidikan Dasar*, 1(1), 110–116.
- Pambayun, G. S., Yulianto, R. Y. E., Rachimoellah, M., & Putri, E. M. M. (2013). Pembuatan karbon aktif dari arang tempurung kelapa dengan aktivator zncl₂ dan na₂co₃ sebagai adsorben untuk mengurangi kadar fenol dalam air limbah. *Jurnal Teknik ITS*, 2(1), F116–F120.
- Permatasari, A. R., Khasanah, L. U., & Widowati, E. (2014). Karakterisasi Karbon Aktif Kulit Singkong (Manihot utilissima) dengan Variasi Jenis Aktivator. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 7(2).
- PERMENLH. (2010). Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Minyak dan Gas serta Panas

- Bumi. In *Kementerian Lingkungan Hidup*.
- Prabarini, N., & Okayadnya, D. G. (2013). Penyisihan Logam Besi (Fe) pada Air Sumur dengan Karbon Aktif dari Tempurung Kemiri. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 5(2), 33–41.
- Ramdja, A. F., Halim, M., & Handi, J. (2008). Pembuatan karbon aktif dari pelepah kelapa (*Cocus nucifera*). *Jurnal Teknik Kimia*, 15(2).
- Rukmana, I. H. R. (1997). *Ubi Kayu, Budi Daya dan Pascapanen*. Kanisius.
- Sari, Fi. D. N., & Astili, R. (2018). Kandungan Asam Sianida Dendeng dari Limbah Kulit Singkong. *Jurnal Dunia Gizi*, 1(1), 20.
<https://doi.org/10.33085/jdg.v1i1.2899>
- Siing, A. L. B. (2016). Slow Pyrolysis of Corncobs for Biochar as a Possible Alternative to Graphene Oxide. *Research Gate*, May(September), 1–56.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22325.68323>
- Veri, I. N. (2012). Evaluasi Kinerja Injeksi Air Menggunakan Analisa Fall-Off Test Dan Analisa Kualitas Air Menggunakan Metode Stiff-Davis Di Lapangan Selta. *Journal of Earth Energy Engineering*, 1(1), 80–91.
<https://doi.org/10.22549/jeee.v1i1.932>
- Yuningsih, L. M., Mulyadi, D., & Kurnia, A. J. (2016). Pengaruh Aktivasi Arang Aktif dari Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa Terhadap Luas Permukaan dan Daya Jerap Iodin. *Jurnal Kimia VALENSI*, 2(1), 30–34.
<https://doi.org/10.15408/jkv.v2i1.3091>