

**ANALISIS ADSORPSI DAN FILTRASI TERHADAP AIR  
TERPRODUKSI DARI LAPANGAN MINYAK MENGGUNAKAN  
PASIR SILIKA, WALNUT DAN KARBON AKTIF SEKAM PADI  
DENGAN AKTIVATOR NAOH DAN H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> PADA WATER  
TREATMENT PLANT**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan guna penyusunan tugas akhir Program Studi Teknik Perminyakan*

Oleh

**M. RISKY KURNIADI**

**NPM 153210642**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU**

**2020**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini disusun oleh :

Nama : M. Risky Kurniadi

NPM : 153210642

Program Studi : Teknik Perminyakan

Judul Skripsi : Analisis *Adsorpsi* dan Filtrasi Terhadap Air Terproduksi dari Lapangan Minyak Menggunakan Pasir Silika, *Walnut* dan Karbon Aktif Sekam Padi dengan Aktivator NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada *Water Treatment Plant*

**Telah Berhasil Dipertahankan Di Hadapan Dewan Penguji Dan Diterima Sebagai Salah Satu Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau**

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Idham Khalid, S.T., M.T (.....)

Penguji : Ir. H. Ali Musnal, M.T (.....)

Penguji : Hj. Fitrianti, S.T., M.T (.....)

Ditetapkan di : Pekanbaru

Tanggal : 11 Januari 2021

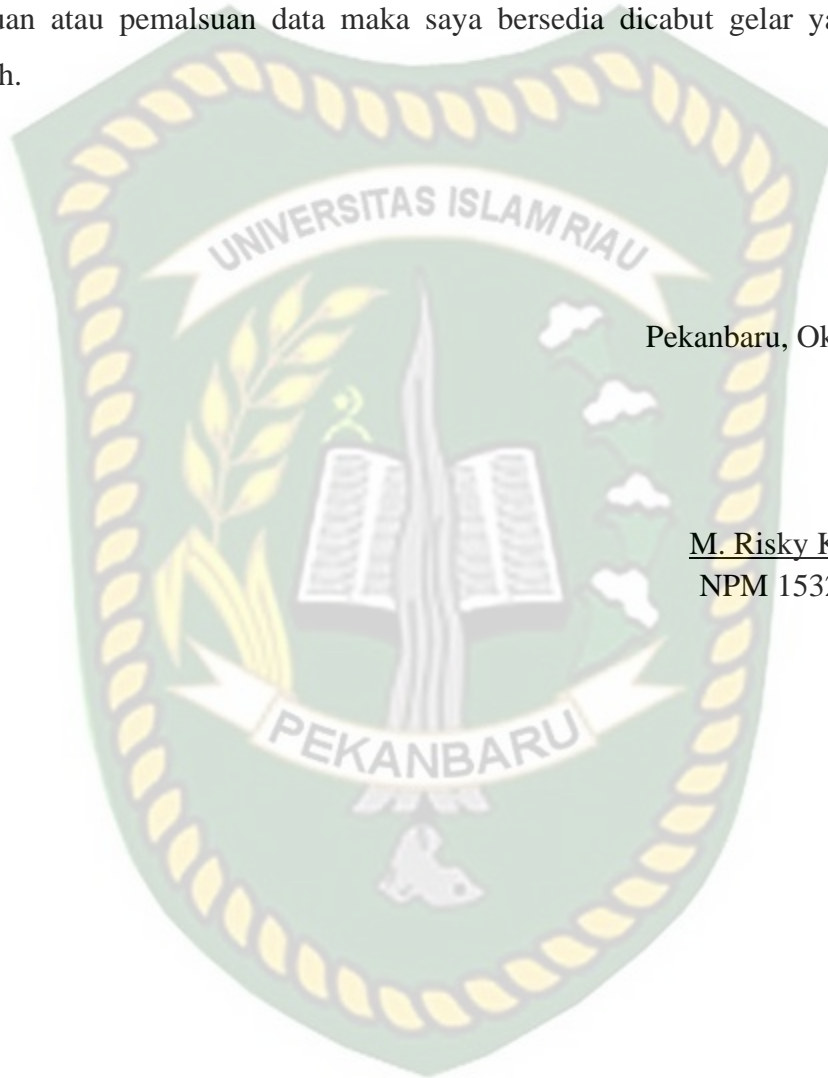
**Disahkan oleh:**

**KETUA PROGRAM STUDI  
TEKNIK PERMINYAKAN**

**Novia Rita, S.T., M.T**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum di dalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.



Pekanbaru, Oktober 2020

M. Risky Kurniadi  
NPM 153210642

## KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Allah Subhanna wa Ta'ala karena atas rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulis 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. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Idham Khalid, S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Ibu Novia Rita, S.T., M.T selaku Ketua Prodi dan Bapak Tomi Erfando, S.T., M.T selaku Sekretaris Prodi serta dosen-dosen yang banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan dukungan yang telah diberikan.
3. Bapak Fiki Hidayat, S.T., M.Eng selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, nasihat dan penyemangat selama menjalankan perkuliahan di Teknik Perminyakan.
4. Terimakasih kepada bang kamil yang telah memberikan bantuan untuk menyelesaikan penelitian ini.
5. Kedua Orang Tua saya Bapak Nazaruddin dan Ibu Anisa Imasna, Abang saya Robi Anzifa, Kakak saya Arselia Fani Anzifa dan Faras Mitha Anzifa serta Adik saya Wahyu Fauzan yang selalu menyemangati dan memberikan dukungan baik berupa moril maupun materil hingga saat ini.
6. Terimakasih kepada Riri Maisytoh Putri yang selalu memberikan semangat dan membantu saya dalam mengerjakan tugas akhir ini.
7. Teman-teman satu topik penelitian Ahmad Mukhlisin, Arief Fandy dan Wahyu Fadillah Mulya yang telah memberikan semangat, saran dan bantuan sehingga saya mampu untuk menyelesaikan perkuliahan ini.

8. Teman-teman SMA saya Nabil, Ilham, Harri, Dimas, Adit, Wisnu, Riki, Ade, Dino, Hafiz dan Puguh yang selalu memberikan saran serta menyemangati saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Seluruh teman-teman Teknik Perminyakan Angkatan 2015 terkhusus angkatan 2015 kelas C yang telah memberikan semangat kepada saya dan sama-sama berjuang dari awal perkuliahan.

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, Oktober 2020

M. Risky Kurniadi

## DAFTAR ISI

|  |             |
|--|-------------|
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....                      | <b>ii</b>   |
| <b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR</b> .....         | <b>iii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                          | <b>iv</b>   |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                              | <b>vi</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                           | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                            | <b>xi</b>   |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                         | <b>xii</b>  |
| <b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....                        | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR SIMBOL</b> .....                           | <b>xiv</b>  |
| <b>ABSTRAK</b> .....                                 | <b>xv</b>   |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                | <b>xvi</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....                       | <b>1</b>    |
| 1.1 <b>LATAR BELAKANG</b> .....                      | <b>1</b>    |
| 1.2 <b>TUJUAN PENELITIAN</b> .....                   | <b>2</b>    |
| 1.3 <b>MANFAAT PENELITIAN</b> .....                  | <b>2</b>    |
| 1.4 <b>BATASAN MASALAH</b> .....                     | <b>3</b>    |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....                 | <b>4</b>    |
| 2.1 <b>PENELITIAN TERDAHULU</b> .....                | <b>4</b>    |
| 2.2 <b>PRODUCED WATER (AIR TERPRODUKSI)</b> .....    | <b>5</b>    |
| 2.2.1 <b>Karakteristik Air Terproduksi</b> .....     | <b>5</b>    |
| 2.2.2 <b>Komponen Minyak Terlarut</b> .....          | <b>6</b>    |
| 2.2.3 <b>Standar Baku Mutu Air Terproduksi</b> ..... | <b>6</b>    |
| 2.3 <b>WATER TREATING PLANT</b> .....                | <b>7</b>    |
| 2.4 <b>SEKAM PADI</b> .....                          | <b>8</b>    |
| 2.5 <b>KARBON AKTIF (ARANG AKTIF)</b> .....          | <b>9</b>    |
| 2.5.1 <b>Proses Pembuatan Karbon Aktif</b> .....     | <b>10</b>   |
| 2.5.2 <b>Daya Serap Karbon Aktif</b> .....           | <b>11</b>   |
| 2.5.3 <b>Jenis Karbon Aktif</b> .....                | <b>11</b>   |

|  |  |           |
|--|--|-----------|
| 2.6  | ADSORPSI.....  | 12        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b> |  | <b>13</b> |
| 3.1  | URAIAN METODOLOGI PENELITIAN .....   | 13        |
| 3.2  | ALUR PENELITIAN.....   | 14        |
| 3.3  | ALAT DAN BAHAN .....   | 15        |
| 3.3.1                                      | Alat.....  | 15        |
| 3.3.2                                      | Bahan.....   | 21        |
| 3.4  | PROSEDUR PENELITIAN.....   | 22        |
| 3.4.1                                      | Proses Dehidrasi Air .....   | 22        |
| 3.4.2                                      | Proses Karbonisasi .....   | 22        |
| 3.4.3                                      | Proses Aktivasi Karbon dengan Metode Kimia.....  | 22        |
| 3.4.4                                      | Proses Penyaringan .....   | 23        |
| 3.4.5                                      | Desain Alir Pengolahan Air Terproduksi.....  | 23        |
| 3.4.6                                      | Teknik Analisis Data.....  | 29        |
| 3.5  | TEMPAT PENELITIAN.....   | 30        |
| 3.6  | TEMPAT PENGAMBILAN SAMPEL .....  | 30        |
| 3.7  | JADWAL PENELITIAN .....  | 30        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>   |  | <b>31</b> |
| 4.1  | PENGARUH PENGGUNAAN MASING-MASING MEDIA PASIR SILIKA, WALNUT, KASP NAOH DAN KASP H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> PADA PROSES ADSORPSI DAN FILTRASI AIR TERPRODUKSI..... | 31        |
| 4.1.1                                      | <i>Turbidity</i> .....   | 32        |
| 4.1.2                                      | <i>Oil and Grease</i> .....  | 33        |
| 4.1.3                                      | <i>Power of Hydrogen (pH)</i> .....  | 34        |
| 4.1.4                                      | <i>Temperature</i> .....   | 35        |
| 4.2  | PERBANDINGAN HASIL AKHIR PENGUJIAN PASIR SILIKA, WALNUT DAN KASP NAOH TERHADAP PASIR SILIKA, WALNUT DAN KASP H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....                      | 36        |
| 4.2.1                                      | <i>Turbidity</i> .....   | 37        |
| 4.2.2                                      | <i>Oil and Grease</i> .....  | 39        |
| 4.2.3                                      | <i>Power of Hydrogen (pH)</i> .....  | 40        |

|   |                          |           |
|---|--------------------------|-----------|
| 4.2.4                                   | <i>Temperature</i> ..... | 42        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> ..... |                          | <b>44</b> |
| 5.1                                     | KESIMPULAN .....         | 44        |
| 5.2                                     | SARAN .....              | 44        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....             |                          | <b>45</b> |
| <b>LAMPIRAN</b> .....                   |                          | <b>48</b> |



Dokumen ini adalah Arsip Milik :  
**Perpustakaan Universitas Islam Riau**

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| <b>Gambar 3.1</b> <i>Furnace</i> .....   | 15 |
| <b>Gambar 3.2</b> <i>Shieve</i> .....  | 15 |
| <b>Gambar 3.3</b> Cawan Porselen .....   | 15 |
| <b>Gambar 3.4</b> Timbangan Digital.....   | 16 |
| <b>Gambar 3.5</b> <i>Cartridge</i> dan <i>housing filter</i> .....   | 16 |
| <b>Gambar 3.6</b> <i>Stopwatch</i> .....   | 16 |
| <b>Gambar 3.7</b> Gelas Ukur.....  | 17 |
| <b>Gambar 3.8</b> <i>Filter paper</i> .....  | 17 |
| <b>Gambar 3.9</b> Corong kaca.....   | 17 |
| <b>Gambar 3.10</b> <i>Erlenmeyer</i> .....   | 18 |
| <b>Gambar 3.11</b> Wadah penggerus .....   | 18 |
| <b>Gambar 3.12</b> Blender.....  | 18 |
| <b>Gambar 3.13</b> Pompa .....   | 19 |
| <b>Gambar 3.14</b> Rangkaian alat unit pengolahan air.....   | 19 |
| <b>Gambar 3.15</b> Rangkaian alat kedudukan <i>cartridge</i> .....   | 19 |
| <b>Gambar 3.16</b> Wadah sampel air terproduksi .....  | 20 |
| <b>Gambar 3.17</b> <i>Turbidimeter</i> .....   | 20 |
| <b>Gambar 3.18</b> pH meter .....  | 20 |
| <b>Gambar 3.19</b> <i>Shaker</i> dan labu destilasi .....  | 21 |
| <b>Gambar 3.20</b> Termometer .....  | 21 |
| <b>Gambar 3.21</b> Desain Alir Pengolahan Air Terproduksi Menggunakan Pasir Silika .....   | 24 |
| <b>Gambar 3.22</b> Desain Alir Pengolahan Air Terproduksi Menggunakan <i>Walnut</i> .....  | 25 |
| <b>Gambar 3.23</b> Desain Alir Pengolahan Air Terproduksi Menggunakan Karbon Aktif Sekam Padi NaOH.....                            | 26 |
| <b>Gambar 3.24</b> Desain Alir Pengolahan Air Terproduksi Menggunakan Karbon Aktif Sekam Padi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ..... | 27 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Gambar 3.25</b> Desain Alir Pengolahan Air Terproduksi Menggunakan Pasir Silika, Karbon Aktif Sekam Padi NaOH dan <i>Walnut</i> .....                           | 28 |
| <b>Gambar 3.26</b> Desain Alir Pengolahan Air Terproduksi Menggunakan Pasir Silika, Karbon Aktif Sekam Padi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> dan <i>Walnut</i> ..... | 29 |
| <b>Gambar 4.1</b> Pengujian menggunakan media pasir silika, <i>walnut</i> , KASP NaOH dan KASP H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....                                | 31 |
| <b>Gambar 4.2</b> Hasil akhir pengujian pasir silika, <i>walnut</i> , KASP NaOH dan pasir silika, <i>walnut</i> , KASP H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....        | 37 |
| <b>Gambar 4.3</b> Grafik perbandingan hasil akhir pengujian kelima dan keenam terhadap <i>turbidity</i> pada air terproduksi .....                                 | 38 |
| <b>Gambar 4.4</b> Grafik perbandingan hasil akhir pengujian kelima dan keenam terhadap <i>oil and grease</i> pada air terproduksi .....                            | 39 |
| <b>Gambar 4.5</b> Grafik perbandingan hasil akhir pengujian kelima dan keenam terhadap <i>power of hydrogen</i> (pH) pada air terproduksi .....                    | 41 |
| <b>Gambar 4.6</b> Grafik perbandingan hasil akhir pengujian kelima dan keenam terhadap <i>temperature</i> pada air terproduksi .....                               | 42 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabel 2.1</b> Baku mutu air limbah kegiatan eksplorasi dan produksi migas dari fasilitas darat ( <i>on-shore</i> ) baru .....                                       | 6  |
| <b>Tabel 2.2</b> Daftar persyaratan kualitas air bersih.....   | 7  |
| <b>Tabel 2.3</b> Komposisi sekam padi.....   | 8  |
| <b>Tabel 2.4</b> Komposisi abu sekam padi.....   | 9  |
| <b>Tabel 3.1</b> Jadwal penelitian .....   | 30 |
| <b>Tabel 4.1</b> Hasil pengujian <i>turbidity</i> menggunakan media pasir silika, <i>walnut</i> , KASP NaOH dan KASP H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....              | 32 |
| <b>Tabel 4.2</b> Hasil pengujian <i>oil and grease</i> menggunakan media pasir silika, <i>walnut</i> , KASP NaOH dan KASP H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....         | 33 |
| <b>Tabel 4.3</b> Hasil pengujian <i>power of hydrogen</i> (pH) menggunakan media pasir silika, <i>walnut</i> , KASP NaOH dan KASP H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ..... | 34 |
| <b>Tabel 4.4</b> Hasil pengujian <i>temperature</i> menggunakan media pasir silika, <i>walnut</i> , KASP NaOH dan KASP H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....            | 36 |
| <b>Tabel 4.5</b> Hasil akhir pengujian kelima dan keenam terhadap <i>turbidity</i> pada air terproduksi .....  | 37 |
| <b>Tabel 4.6</b> Hasil akhir pengujian kelima dan keenam terhadap <i>oil and grease</i> pada air terproduksi.....  | 39 |
| <b>Tabel 4.7</b> Hasil akhir pengujian kelima dan keenam terhadapat <i>power of hydrogen</i> (pH) pada air terproduksi .....   | 40 |
| <b>Tabel 4.8</b> Hasil akhir pengujian kelima dan keenam terhadap <i>temperature</i> pada air terproduksi .....  | 42 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |    |
|---|----|
| <b>Lampiran I</b> Langkah Perhitungan.....  | 48 |
| <b>Lampiran II</b> Data Hasil Pengujian Laboratorium UPT. Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Riau ..... | 51 |
| <b>Lampiran III</b> Surat Pernyataan Keabsahan Data .....   | 52 |
| <b>Lampiran IV</b> Surat Permohonan Izin Penelitian .....   | 53 |



## DAFTAR SINGKATAN

|                    |   |
|--------------------|---|
| NTU                | <i>Nephelometric Turbidity Unit</i>       |
| mg/L               | miligram per Liter                        |
| °C                 | Derajat Celcius                           |
| pH                 | <i>Power of Hydrogen</i>                  |
| M                  | Molaritas                                 |
| SWT                | Subhanahu Wa Ta'alla                      |
| ppm                | <i>parts per million</i>                  |
| COD                | <i>Chemical Oxygen Demand</i>             |
| TDS                | <i>Total Dissolved Solids</i>             |
| FWKO               | <i>Free Water Knocked Out</i>             |
| MFU                | <i>Mechanical Floatation Unit</i>         |
| ORF                | <i>Oil Removal Filter</i>                 |
| WTP                | <i>Water Treating Plant</i>               |
| m <sup>2</sup> /gr | meter persegi per gram                    |
| nm                 | nano meter                                |
| ml                 | mililiter                                 |
| KASP               | Karbon Aktif Sekam Padi                   |
| PERMEN LH          | Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup |

## DAFTAR SIMBOL

|                                |                             |
|--------------------------------|-----------------------------|
| NaOH                           | Natrium Hidroksida          |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | Asam Sulfat                 |
| HCL                            | Asam Klorida                |
| %                              | Persentase                  |
| Ca                             | Kalsium                     |
| Mg                             | Magnesium                   |
| SiO <sub>2</sub>               | Silikon Dioksida            |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Ferrioksida                 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Aluminium Oksida            |
| MgO                            | Magnesium Oksida            |
| CaO                            | Kalsium Oksida              |
| Na <sub>2</sub> O              | Natrium Oksida              |
| K <sub>2</sub> O               | Kalium Oksida               |
| C <sub>0</sub>                 | Konsentrasi Awal Parameter  |
| C <sub>1</sub>                 | Konsentrasi Akhir Parameter |
| CO <sub>2</sub>                | Karbon Dioksida             |
| HNO <sub>3</sub>               | Asam Nitrat                 |
| KOH                            | Kalium Hidroksida           |
| H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> | Asam Fosfat                 |
| KMnO <sub>4</sub>              | Kalium Permanganat          |
| AlCl <sub>3</sub>              | Aluminium Klorida           |
| SO <sub>3</sub>                | Sulfur Trioksida            |
| K <sub>2</sub> S               | Kalium Sulfida              |
| NH <sub>4</sub> Cl             | Amonium Klorida             |
| H <sup>+</sup>                 | Hidrogen                    |

# ANALISIS ADSORPSI DAN FILTRASI TERHADAP AIR TERPRODUKSI DARI LAPANGAN MINYAK MENGGUNAKAN PASIR SILIKA, WALNUT DAN KARBON AKTIF SEKAM PADI DENGAN AKTIVATOR NaOH DAN H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> PADA WATER TREATMENT PLANT

**M. RISKY KURNIADI**  
**153210642**

## ABSTRAK

Air terproduksi telah mengalami kontak dengan hidrokarbon untuk bertahun-tahun lamanya, sehingga air ini mengandung sifat-sifat kimia berupa garam, minyak dan lemak serta senyawa inorganik dan organik yang dapat merusak lingkungan apabila tidak di olah (*treatment*). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui efisiensi penyerapan *turbidity* dan *oil and grease* dari karbon aktif sekam padi (KASP) dan mengetahui hasil adsorpsi dan filtrasi dari masing-masing media yang digunakan terhadap parameter yang terkandung dalam air terproduksi berupa *oil and grease*, *turbidity*, pH air dan *temperature* serta membandingkan hasil akhir pengujian menggunakan media pasir silika, *walnut* dan KASP NaOH terhadap pasir silika, *walnut* dan KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Pendekatan yang dilakukan dalam penelitian ini dengan membuat karbon aktif dari sekam padi yang di aktivasi secara kimia menggunakan aktivator NaOH 0,1 M dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 M. Langkah selanjutnya menggunakan metode *adsorpsi* dan filtrasi dengan membuat rangkaian *water treatment plant* yang tersusun dari 3 *cartridge filter* yang berisi pasir silika, KASP dan *walnut* yang akan di kontakkan terhadap air terproduksi.

Dari hasil yang didapatkan pada KASP NaOH efisiensi penyerapan *turbidity* 94,81% dan *oil and grease* 83,33%. Pada KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> efisiensi penyerapan *turbidity* 95,15% dan *oil and grease* 85,41%. Hasil yang didapatkan pada pengujian (pasir silika) *turbidity* 11,7 NTU, *oil and grease* 18 mg/L, pH air 7, *temperature* 28°C. (*Walnut*) *turbidity* 14,9 NTU, *oil and grease* 9 mg/L, pH air 7,29, *temperature* 27,9°C. (KASP NaOH) *turbidity* 13,8 NTU, *oil and grease* 8 mg/L, pH air 7,60, *temperature* 28,1°C. (KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) *turbidity* 12,9 NTU, *oil and grease* 7 mg/L, pH air 6,80, *temperature* 28°C. Hasil akhir daya serap yang paling efektif yaitu pada pengujian menggunakan media pasir silika, *walnut* dan KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dimana tingkat kekeruhan (*turbidity*) 12,1 NTU, *oil and grease* 6 mg/L, pH air 6,90 dan *temperature* 28°C.

**Kata kunci** : Air terproduksi, karbon aktif, sekam padi, *adsorpsi*, filtrasi

**ANALYSIS OF ADSORPTION AND FILTRATION OF WATER PRODUCED  
FROM OIL FIELD BY SILICA, WALNUT, AND RICE HUSK ACTIVE  
CARBON WITH NaOH AND H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ACTIVATORS AT WATER TREATMENT  
PLANT**

**M. RISKY KURNIADI**  
**153210642**

**ABSTRACT**

*Water produced been contacted with hydrocarbon for a long times ago, and it was contained the chemical characters such as salt, oil, and fat included inorganic-organic that can contaminate the environment if the treatment not used. The porpuses of this research are to know of turbidity and oil- grease absorption efficiencies from rice husk active carbon (RHAC). And to know the absorption and filtration results of each media's that were used of the parameters were included in water produced such as, oil-grease, turbidity, water pH, and temperature, and to compare the final result of test by using silica sand, walnut, and NaOH's RHAC for silica sand, walnut, and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'s RHAC.*

*The approach of this research was made the active carbon from rice husk which was activated with chemical process used NaOH 0.1 M, and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.1 M activators. The next process are used the absorption and filtration methods with made the thread of water treatment plant which had three cartridge filters there are silica, RHAC, and walnut, that will be contacting with water produced.*

*Based of the results of the NaOH's RHAC, it had 94.81% of turbidity absorption efficiency, and 83.33% oil-grease. In H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'s RHAC had 95.15% of turbidity absorption efficiency and 85.41% oil-grease. The result that got of silica's test are turbidity 11.7 NTU, oil-grease 18 mg/L, water pH 7, temperature 28°C. The results of walnut's test are turbidity 14.9 NTU, oil-grease 9 mg/L, water pH 7.29, temperature 27.9°C. The results of NaOH's RHAC are turbidity 13,8 NTU, oil-grease 8 mg/L, water pH 7,60, temperature 28,1°C. The results of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'s RHAC are turbidity 12,9 NTU, oil-grease 7 mg/L, water pH 6,80, temperature 28°C. The last result test which more effective is the test by using silica, walnut, and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>'s RHAC with the turbidity 12,1 NTU, oil-grease 6 mg/L, water pH 6,90, temperature 28°C.*

**Keywords:** *water produced, active carbon, rice husk, adsorption, filtration*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Minyak adalah sumber utama energi dan pendapatan bagi berbagai negara saat ini. Produksi minyak telah menjadi salah satu kegiatan industri yang paling penting. Permintaan dunia akan minyak bumi pun semakin lama semakin meningkat. Namun produksi minyak dapat menghasilkan limbah cair yang besar. Limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi minyak dan gas bumi mencapai 80% bahkan pada lapangan minyak yang sudah tua bisa mencapai 95% (Hasianny, Sillak dan Noor, Erliza dan Yani, 2015). Air terproduksi (*produced water*) merupakan limbah cair terbesar yang dihasilkan dari kegiatan tersebut.

Air terproduksi adalah air yang ikut terangkat ke permukaan bersamaan dengan minyak dan gas bumi melalui suatu sumur produksi. *Produced water* atau Air terproduksi terdiri dari air yang terbentuk secara alami serta air yang diinjeksikan sebagai bagian dari stimulasi atau operasi *recovery*. Air terproduksi memiliki sifat kimia, hal ini disebabkan air terproduksi dan hidrokarbon telah mengalami kontak untuk bertahun-tahun lamanya. Letak geografis serta jenis hidrokarbon yang dihasilkan akan mempengaruhi sifat fisika dan kimia dari air terproduksi. Air terproduksi mengandung garam, minyak dan lemak serta senyawa inorganik dan organik. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan (*treatment*) sebelum air terproduksi tersebut dibuang ke lingkungan (Ivory, 2015).

Metode yang digunakan untuk mengantisipasi masalah air terproduksi dengan menggunakan pasir silika, karbon aktif dan *walnut* sebagai adsorben dan filtrasi. Pasir silika berfungsi untuk menyaring zat padatan yang terkandung dalam air terproduksi. Karbon aktif yang memiliki sifat fisika dan kimia dapat digunakan sebagai katalis untuk berbagai reaksi, sebagai penukar kation serta dapat menyerap zat organik dan anorganik (Muliawan, Arief dan Amalinda, 2018). Sedangkan *walnut* berfungsi untuk menyaring minyak serta mengadsorpsi zat pengotor yang terkandung dalam air terproduksi. Karbon aktif yang digunakan berasal dari bahan baku berupa sekam padi.

Penulis memilih karbon aktif dari sekam padi bertujuan untuk mengurangi limbah sekam padi yang belum dimanfaatkan secara maksimal. Selain itu komponen utama dalam sekam padi merupakan selulosa (38%), hemiselulosa (18%) dan lignin (22%) yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif karena sangat efektif mengadsorpsi limbah cair (air terproduksi) yang mengandung bahan organik (Solihudin, Solihudin dan Noviyanti, Atiek Rostika dan Rukiah, 2015). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi penanganan limbah air terutama yang mengandung minyak dan lemak, dengan demikian pencemaran lingkungan dapat ditanggulangi sebaik mungkin sesuai dengan standar baku mutu yang telah diatur oleh pemerintah.

## 1.2 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui efisiensi penyerapan dari karbon aktif sekam padi NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> terhadap *turbidity* dan *oil and grease* yang terkandung di dalam air terproduksi.
2. Mengetahui hasil *adsorpsi* dan filtrasi dari masing-masing media pasir silika, *walnut*, karbon aktif sekam padi NaOH dan karbon aktif sekam padi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> terhadap parameter yang terkandung dalam air terproduksi berupa *turbidity*, *oil and grease*, pH air dan *temperature*.
3. Mengetahui mana yang lebih efektif daya serap antara pasir silika, *walnut* dan karbon aktif sekam padi dengan aktivator H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 M terhadap pasir silika, *walnut* dan karbon aktif sekam padi dengan aktivator NaOH 0,1 M.

## 1.3 MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat penelitian ini sebagai berikut:

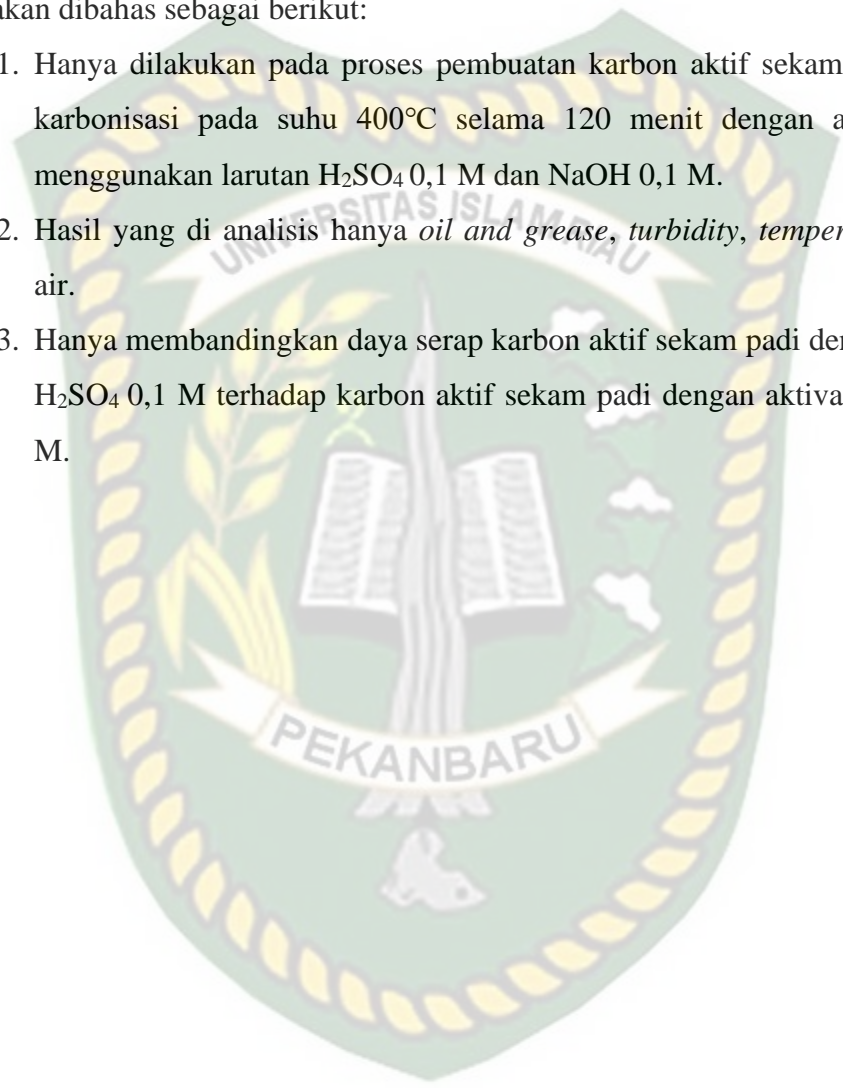
1. Dapat menangani limbah cair berupa air terproduksi yang ada di industri minyak dan gas bumi dengan teknologi sederhana sehingga air terproduksi dapat dialirkan kelingkungan dan di gunakan untuk operasi produksi.
2. Mengurangi limbah sekam padi di Indonesia dan dimanfaatkan secara maksimal.

3. Dapat dijadikan referensi bagi mahasiswa yang ingin melanjutkan penelitian dengan metode yang berbeda.

#### 1.4 BATASAN MASALAH

Agar penulisan ini tidak keluar dari tujuan yang diharapkan, batasan masalah yang akan dibahas sebagai berikut:

1. Hanya dilakukan pada proses pembuatan karbon aktif sekam padi yang di karbonisasi pada suhu  $400^{\circ}\text{C}$  selama 120 menit dengan aktivasi kimia menggunakan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 M dan NaOH 0,1 M.
2. Hasil yang di analisis hanya *oil and grease*, *turbidity*, *temperature* dan pH air.
3. Hanya membandingkan daya serap karbon aktif sekam padi dengan aktivator  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,1 M terhadap karbon aktif sekam padi dengan aktivator NaOH 0,1 M.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Dalam Al-qur'an surah Ar-Rum ayat 41 yang artinya telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali ke jalan yang benar.

#### 2.1 PENELITIAN TERDAHULU

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Nugroho, Dermawan, & Setiawan, 2018) menjelaskan bahwa langkah awal yang dilakukan dengan mencuci sekam padi menggunakan air untuk membersihkan kotoran yang masih ada kemudian di keringkan dengan cara dijemur dibawah terik matahari untuk menghilangkan kadar air pada sekam padi dan di masukkan kedalam *furnace* untuk proses karbonisasi.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Siahaan, Satriyani dan Hutapea, Melvha dan Hasibuan, 2013) mengenai kondisi optimum suhu dan waktu karbonisasi pada pembuatan arang aktif sekam padi diperoleh suhu optimum 400°C dengan waktu karbonisasi 120 menit.

Pada penelitian yang dilakukan (Wardalia, 2016) proses aktivasi karbon sekam padi secara kimia dengan aktivator HCl dan NaOH untuk menguji daya serap (adsorpsi) dari karbon aktif sekam padi terhadap logam timbal pada limbah cair. Dari hasil uji adsorpsi untuk aktivator HCl 0,1 M memiliki efisiensi penyerapan lebih besar dibandingkan dengan activator NaOH dan tanpa aktivator dengan efisiensi penyerapan mencapai 90 %. sedangkan untuk ukuran partikel diperoleh ukuran 80 mesh.

Dalam penelitian (Safitri, 2019) yang menjelaskan bahwa adsorben yang telah di aktivasi harus dinetralkan nilai ph agar tidak mengurangi efisiensi penyerapan karbon aktif sekam padi. Dalam penelitiannya juga membahas optimasi pada zat warna titan *yellow* hingga didapat kondisi optimum dengan melakukan adsorpsi pada berbagai kondisi waktu, ph dan suhu adsorpsi dengan nilai kadar awal zat 100 ppm menjadi 79,2 ppm dengan persentase penurunan sebesar 19,79%.

## 2.2 *PRODUCED WATER* (AIR TERPRODUKSI)

*Produced water* merupakan produk sampingan yang terbawa ke permukaan pada saat memproduksi minyak dan gas bumi. Pada kondisi tertentu minyak dan air produksi menyatu menjadi satu fasa dan kondisi ini disebut emulsi. Emulsi yang terbentuk dapat mempengaruhi kualitas air yang diproduksi (Erfando, Tomi and Khalid, Idham and Safitri, 2019). *Produced water* mengandung zat kimia berbahaya dan unsur lainnya yang terkandung dalam minyak dan gas bumi. *Produced water* dihasilkan dari air formasi dan air garam. Air formasi merupakan air yang diproduksi pada saat air garam yang tercampur hidrokarbon mencapai permukaan. Air garam dihasilkan melalui aliran fluida, aliran di dalam zona hidrokarbon, aliran di bawah atau di atas zona hidrokarbon dan bahan tambahan yang diinjeksikan yang merupakan hasil dari kegiatan produksi. Pemanfaatan dan pembuangan *produced water* yang belum diolah dan banyak mengandung bahan berbahaya dapat mengganggu keseimbangan lingkungan. Karakteristik air terproduksi harus diketahui agar ditemukan cara yang tepat untuk mengurangi kadar bahan berbahaya di dalam air tersebut sebelum dibuang (Tiana, 2015).

### 2.2.1 Karakteristik Air Terproduksi

Air terproduksi memiliki karakteristik yang tergantung pada kedalaman, struktur geologi dari formasi, bahan kimia yang digunakan pada proses pengolahan minyak dan gas alam serta kondisi operasi. Komponen utama dari air terproduksi sebagai berikut.

- Komponen minyak terlarut dan terdispersi
- Senyawa kimia dari proses produksi
- Mineral terlarut
- Gas terlarut
- Padatan dari proses produksi

Unsur utama dari air terproduksi berupa minyak dan lemak yang banyak menerima perhatian pada operasi *onshore* dan *offshore*. Air terproduksi juga mengandung banyak senyawa organik dan anorganik. Pada penelitian yang dilakukan (Hasianny, Sillak dan Noor, Erliza dan Yani, 2015) di dapat komposisi air terproduksi

pada lapangan badak berupa kadar minyak, salinitas, COD, fenol, pH, amonia, sulfida dan TDS.

### 2.2.2 Komponen Minyak Terlarut

Minyak adalah campuran dari hidrokarbon. Air tidak dapat melarutkan semua hidrokarbon, jadi hampir seluruh minyak terdispersi di dalam air. Jumlah dari minyak yang terlarut dan tersuspensi di dalam air terproduksi dipengaruhi oleh beberapa factor, diantaranya:

- Komposisi minyak .
- pH, salinitas, jumlah padatan terlarut dan suhu.
- Perbandingan minyak dan air.
- Jenis dan jumlah bahan kimia yang digunakan pada kilang minyak.
- Jenis dan jumlah dari senyawa penstabil.

Senyawa organik yang biasanya ditemukan terlarut dalam air terproduksi adalah asam format dan asam propanoat. Ph dan temperatur meningkatkan kelarutan senyawa organik di dalam air terproduksi, sedangkan tekanan hanya berpengaruh kecil pada kelarutan ini. Banyaknya minyak terlarut di dalam air terproduksi tergantung pada jenis minyak dan volume air terproduksi.

### 2.2.3 Standar Baku Mutu Air Terproduksi

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2010 tentang baku mutu air limbah bagi usaha atau kegiatan minyak dan gas serta panas bumi menetapkan parameter dan kadar maksimum yang terkandung dalam air terproduksi sebelum di buang ke lingkungan yaitu sebagai berikut (Kementrian Lingkungan Hidup, 2010):

**Tabel 2.1** Baku mutu air limbah kegiatan eksplorasi dan produksi migas dari fasilitas darat (*on-shore*) baru

| No | Jenis Air Limbah | Parameter        | Kadar Maksimum | Metode Pengukuran    |
|----|------------------|------------------|----------------|----------------------|
| 1  | Air Terproduksi  | Minyak dan Lemak | 25 mg/L        | SNI 06-6989. 10-2004 |
|    |                  | Temperatur       | 40°C           | SNI 06-6989. 23-2005 |
|    |                  | pH               | 6 – 9          | SNI 06-6989. 11-2004 |

Sumber : (Kementrian Lingkungan Hidup, 2010)

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 Tahun 1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air menetapkan kadar maksimum kekeruhan untuk air bersih yaitu sebagai berikut (Kementrian Kesehatan, 1990):

**Tabel 2.2** Daftar persyaratan kualitas air bersih

| No | Parameter | Satuan    | Kadar Maksimum yang diperbolehkan |
|----|-----------|-----------|-----------------------------------|
| 1  | Kekeruhan | Skala NTU | 25                                |

Sumber : (Kementrian Kesehatan, 1990)

### 2.3 WATER TREATING PLANT

Fungsi utama dari *water treating plant* adalah untuk menyisihkan air terproduksi (*produced water*) yang datang dari sistem pengolahan utama yang menyisihkan gas dan minyak. *Water treating plant* terbagi atas 2 proses utama berupa tahap pembersihan minyak (*deoiling*) dan tahap pelunakan atau penurunan kesadahan (*softening*). Alat yang digunakan pada proses pengolahan air terproduksi yaitu sebagai berikut (Andarani & Rezagama, 2015):

1. API Separator dan Pompa yang berfungsi untuk memisahkan air, minyak dan padatan yang berasal dari *drain*, *free water knocked out (FWKO) tank*, *wash tank* atau dari sumber sumber lainnya.
2. *Mechanical Flootation Unit (MFU)* berfungsi untuk memisahkan zat padatan dan minyak yang terdispersi dalam air kotor dengan cara menginjeksi bahan kimia dan udara sehingga minyak serta kotoran dapat terangkat ke permukaan untuk di tampung dan di alirkan ke pembuangan.
3. *Oil Removal Filter (ORF)* berfungsi untuk menyaring air yang masih mengandung kotoran dan minyak yang terdispersi dari *mechanical flootation unit (MFU)* dan merupakan unit penyaringan terakhir dari *water treating plant (WTP)*. Pada bagian ORF ini terdapat 2 jenis filter yang di gunakan yaitu vertikal multimedia dan horizontal. Media yang di gunakan ORF vertical merupakan kacang-kacangan seperti pecahan *walnut shell* sedangkan pada ORF horizontal media yang digunakan berupa pasir, yaitu jenis garnet dan antrasit.

4. *Water Softener* berfungsi untuk menurunkan kesadahan dengan cara penukaran ion. Kesadahan ini dapat mengganggu proses selanjutnya karena kesadahan dapat menyebabkan terbentuknya *scale*/kerak dalam pipa dan alat pemanas. Kesadahan paling banyak disebabkan oleh adanya ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$ .

## 2.4 SEKAM PADI

Padi yang digunakan berjenis kuriak kusuik terletak di Provinsi Sumatera Barat. Pada saat proses penggilingan padi produk samping yang dihasilkan merupakan kulit terluar dari butir padi yang disebut sekam padi. Dari proses penggilingan padi dapat menghasilkan sekitar 65% beras, 25% sekam, 2% bekatul dan 8% dedak. Komponen utama dalam sekam padi merupakan selulosa (38%), hemiselulosa (18%) dan lignin (22%). Selulosa, hemiselulosa serta lignin dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif karena sangat efektif mengadsorpsi limbah cair (air terproduksi) yang mengandung bahan organik. Selain itu selulosa dan lignin sebagian besar terusun dari unsur karbon yang dapat di jadikan karbon (Solihudin, Solihudin dan Noviyanti, Atiek Rostika dan Rukiah, 2015).

**Tabel 2.3** Komposisi sekam padi

| No | Komposisi              | % Berat       |
|----|------------------------|---------------|
| 1  | Air                    | 11,35 – 32,40 |
| 2  | Lemak                  | 0,38 – 2,98   |
| 3  | Protein Kasar          | 1,70 – 7,26   |
| 4  | Pentosa                | 16,94 – 21,95 |
| 5  | Ekstrak Nitrogen Bebas | 24,70 – 38,79 |
| 6  | Serat                  | 31,37 – 49,92 |
| 7  | Abu                    | 13,16 – 29,04 |
| 8  | Lignin                 | 21,40 – 46,97 |
| 9  | Selulosa               | 34,34 – 43,80 |

Sumber: (Novia, Wijaya, & Yanti, 2017)

Apabila sekam padi dibakar maka akan menghasilkan abu dengan persentase sekitar 13% sampai 29%. Dalam abu sekam padi terkandung silika dengan persentasi antara 94 – 96 % dan apabila dibawah 90% kemungkinan disebabkan sempel sekam

terkontaminasi terhadap zat lain. Pada proses pembakaran dapat berfungsi untuk memurnikan silika. Semakin tinggi suhu pada saat pembakaran sekam padi maka dapat mempengaruhi kemurnian silika yang akan diperoleh (Putro, Andhi Laksono dan Prasetyoko, 2007).

**Tabel 2.4** Komposisi abu sekam padi

| No | Senyawa                        | Persentase (%) |
|----|--------------------------------|----------------|
| 1  | SiO <sub>2</sub>               | 94,4           |
| 2  | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,03           |
| 3  | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,61           |
| 4  | MgO                            | 1,21           |
| 5  | CaO                            | 0,83           |
| 6  | Na <sub>2</sub> O              | 0,77           |
| 7  | K <sub>2</sub> O               | 1,06           |

Sumber : (Soeswanto, Bambang dan Lintang, 2011)

## 2.5 KARBON AKTIF (ARANG AKTIF)

Menurut (Wijayanti, 2009) arang merupakan suatu padatan berpori yang berasal dari bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Karbon yang dihasilkan antara 85 – 95%. Pada saat proses karbonisasi diusahakan di dalam ruang pemanasan tidak terjadi kebocoran udara sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut tidak teroksidasi dan hanya terkarbonisasi.

Karbon dapat berfungsi sebagai media penyerapan (adsorben) yang ditentukan dari luas permukaan partikel. Semakin besar luas permukaan partikel dari karbon semakin besar daya penyerapan yang dihasilkan. Daya penyerapan dapat meningkat apabila dilakukan aktivasi secara fisika atau kimia sehingga karbon akan mengalami perubahan sifat fisika dan kimia hal ini disebut dengan karbon aktif.

Karbon aktif memiliki luas permukaan yaitu 300 m<sup>2</sup>/gr sampai 2000 m<sup>2</sup>/gr. Karbon aktif memiliki sifat adsorpsi selektif yang dapat menyerap senyawa kimia tertentu dan gas, tergantung pada luas permukaan dan volume pori. Karbon aktif memiliki daya serap yang besar antara 25 % – 100 %.

Berdasarkan ukuran pori-pori pada karbon aktif dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian (Danarto & T, 2008):

1. Makropori yang memiliki ukuran diameter lebih besar dari 50 nm
2. Mesopori yang memiliki ukuran diameter berkisar antara 2 – 50 nm
3. Mikropori yang memiliki ukuran diameter lebih kecil dari 2 nm

### 2.5.1 Proses Pembuatan Karbon Aktif

(Danarto & T, 2008) mengemukakan bahwa proses pembuatan karbon aktif terdiri dari 3 tahap antara lain:

1. Tahap Dehidrasi  
Pada tahap ini bahan baku dipanaskan dengan suhu kurang lebih 170 °C atau dijemur di bawah terik matahari yang bertujuan untuk menghilangkan kadar air.
2. Tahap Karbonisasi  
Pada tahap ini bahan baku dipanaskan dengan suhu 400 – 1000 °C yang bertujuan untuk membebaskan unsur-unsur selain karbon contohnya hidrogen dan oksigen dalam bentuk gas. Proses karbonisasi akan menghasilkan 3 komponen utama, yaitu tar, gas dan karbon (arang).
3. Tahap Aktivasi  
Pada tahap ini karbon akan mengalami perubahan fisika dimana luas permukaannya menjadi lebih besar karena hidrokarbon yang menyumbat pori-pori terbebaskan sehingga daya serap akan semakin besar. Dalam proses aktivasi dapat dibagi menjadi dua metode diantaranya sebagai berikut:
  - A. Aktivasi metode fisika merupakan aktivasi yang dilakukan dengan mengalirkan uap air, udara dan CO<sub>2</sub> pada suhu 800 - 1000°C. Proses aktivasi dengan menggunakan gas CO<sub>2</sub> dan uap air berlangsung sangat lambat apabila suhu dibawah 800°C dan apabila suhu di atas 1000°C akan terjadi kerusakan struktur kisi-kisi heksagonal arang (Lempang, 2014).
  - B. Menurut (Setyoningrum, Tutik Muji dan Setiawan, Agus dan Pamungkas, 2018) pada penelitiannya menjelaskan bahwa aktivasi metode kimia merupakan aktivasi yang dilakukan dengan cara merendam bahan baku (arang) menggunakan senyawa kimia selama 24 jam yang selanjutnya di

saring dan kemudian dipanaskan pada suhu 500 – 900°C selama 2 jam yang bertujuan untuk memperbesar luas permukaan karbon. Bahan kimia yang dapat digunakan antara lain HNO<sub>3</sub>, KOH, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, KMnO<sub>4</sub>, AlCl<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl, NaOH, K<sub>2</sub>S dan NH<sub>4</sub>Cl.

### 2.5.2 Daya Serap Karbon Aktif

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Lempang, 2014) yang menjelaskan bahwa daya serap karbon aktif adalah komponen dalam dua fasa yang terkonsentrasi di permukaan atau antar muka. Apabila kedua fasa tersebut mengalami kontak, maka akan terbentuk fasa baru. Hal ini terjadi karena adanya gaya tarik-menarik antara atom, ion atau molekul dalam kedua fasa tersebut yang dikenal sebagai gaya *van der Waals*. Ketidak seimbangan gaya akan terjadi pada kondisi tertentu antara atom, ion atau molekul dalam daerah antar muka, sehingga akan menarik molekul lain sampai keseimbangan gaya tercapai.

Daya serap karbon aktif dapat di pengaruhi oleh beberapa factor, antara lain sifat larutan, sistem kontak, sifat karbon aktif serta sifat komponen yang diserap. Sifat polaritas dari permukaan karbon aktif juga dapat mempengaruhi daya serap karbon aktif. Untuk setiap jenis karbon aktif pada sifat ini sangat bervariasi tergantung pada bahan pengaktif yang digunakan, bahan baku yang digunakan serta cara pembuatan arang atau karbon.

### 2.5.3 Jenis Karbon Aktif

Karbon aktif dibagi atas 2 jenis, antara lain karbon aktif penyerap gas dan karbon aktif fasa cair. Karbon aktif penyerap gas biasanya berbentuk granular atau pellet yang sangat keras, berfungsi untuk menghasilkan kembali katalis, pemurnian gas, pelarut serta pemisahan. Karbon aktif jenis ini menyebabkan molekul gas dapat melewati pori-pori, namun molekul cairan tidak dapat melewatinya dikarenakan jenis pori dari karbon ini berupa mikropori. Karbon jenis ini biasanya diperoleh dari tempurung kelapa, batu bata, tulang atau bahan baku yang mempunyai struktur keras (Lempang, 2014).

Karbon aktif fasa cair berbentuk powder yang sangat halus, yang berfungsi untuk mengadsorpsi kotoran dari larutan atau cairan. Pada karbon ini memungkinkan molekul besar untuk masuk kedalam pori-pori karena jenis pori-pori pada karbon ini berupa makropori. Karbon jenis ini biasanya berasal dari selulosa dan batu bara.

## 2.6 ADSORPSI

Menurut (Rohmah, Putri Miftakhul dan Redjeki, 2014) *Adsorpsi* adalah proses penyerapan suatu partikel pada permukaan zat padatan. Pada proses ini terjadi gaya tarik-menarik antar partikel terserap terhadap penyerapnya. Adsorbat merupakan partikel yang diserap oleh permukaan padatan sedangkan adsorben merupakan tempat terjadinya *adsorpsi*. Pada fenomena ini partikel yang diserap (adsorbat) akan bergerak menuju permukaan padatan dan berdisfungsi pada pori-pori adsorben. Adsorpsi dapat dibedakan menjadi 2 jenis diantaranya:

1. *Adsorpsi* kimia merupakan adsorpsi yang terjadi akibat adanya ikatan kimia yang sangat kuat berupa ikatan kovalen yang terbentuk antara permukaan adsorben terhadap molekul adsorbat sehingga mengakibatkan molekul adsorbat tidak mudah terdesorpsi.
2. *Adsorpsi* fisika terjadi akibat adanya gaya *van der waals* yang memiliki jenis interaksi berupa intermolekuler. Pada adsorpsi fisika ini gaya tarik menarik antara molekul adsorbat terhadap permukaan adsorben relative lemah serta ciri dari adsorpsi ini terjadi pada suhu rendah. Keseimbangan antara permukaan adsorben terhadap molekul adsorbat biasanya cepat tercapai dan bersifat *reversible*.

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 URAIAN METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi dari penelitian ini adalah dengan melakukan penelitian di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau dan Laboratorium Unit Pelaksana Teknis Pengujian Material Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Riau dengan Metode *Experimet research*. Pada penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh adsorpsi dan filtrasi menggunakan media pasir silika, *walnut*, karbon aktif sekam padi NaOH dan karbon aktif sekam padi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. terhadap turbidity, oil and grease, pH air dan temperature pada air terproduksi.

Teknik pengumpulan data yang termasuk data primer yang di dapat langsung dari hasil laboratorium dan data sekunder seperti data yang didapat dari hasil penelitian, buku referensi, jurnal dan makalah yang sesuai dengan topik penelitian. Pada tahap awal yang akan dilakukan pembuatan karbon aktif dari sekam padi dengan menggunakan aktivasi kimia pada saat sebelum melakukan pengujian. Kemudian akan di uji nilai parameter berupa *oil and grease*, *turbidity*, pH dan *temperature* yang terkandung dalam air terproduksi sebelum dilakukan filtrasi dan adsorpsi.

Kemudian akan dilakukan uji dengan cara memasukkan pasir silika, karbon aktif sekam padi dan *walnut* kedalam *housing filter* sebagai media *water treatment* dan dialirkan air terproduksi melewati *cartridge dan housing filter* tersebut. Kembali melakukan pengujian terhadap nilai parameter air terproduksi berupa *oil and grease*, *turbidity*, pH dan *temperature* yang telah di treatment dan mengevaluasi serta menganalisis hasil uji pada air terproduksi kemudian membawa pada kesimpulan yang merupakan tujuan dari penelitian.

### 3.2 ALUR PENELITIAN



### 3.3 ALAT DAN BAHAN

#### 3.3.1 Alat:

1. *Furnace*



**Gambar 3.1** *Furnace*

2. *Shieve*



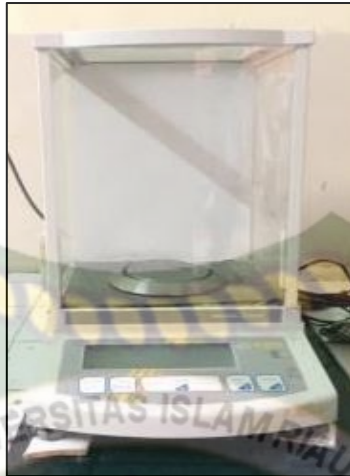
**Gambar 3.2** *Shieve*

3. Wadah tahan panas (Cawan Porselen)



**Gambar 3.3** Cawan Porselen

## 4. Timbangan digital

**Gambar 3.4** Timbangan Digital

## 5. Cartridge dan housing filter

**Gambar 3.5** Cartridge dan housing filter

## 6. Stopwatch

**Gambar 3.6** Stopwatch

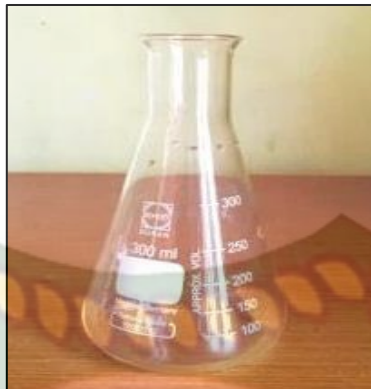
## 7. Gelas ukur

**Gambar 3.7** Gelas Ukur8. *Filter paper***Gambar 3.8** *Filter paper*

## 9. Corong kaca

**Gambar 3.9** Corong kaca

## 10. Erlenmeyer

**Gambar 3.10** Erlenmeyer

## 11. Wadah penggerus

**Gambar 3.11** Wadah penggerus

## 12. Blender

**Gambar 3.12** Blender

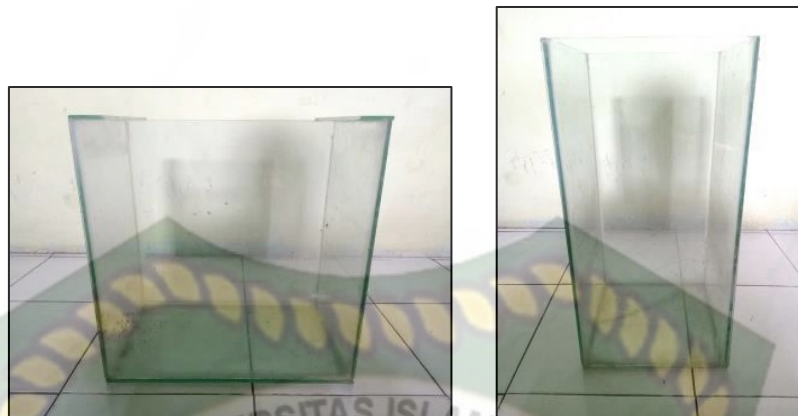
## 13. Pompa

**Gambar 3.13** Pompa

## 14. Rangkaian alat unit pengolahan air

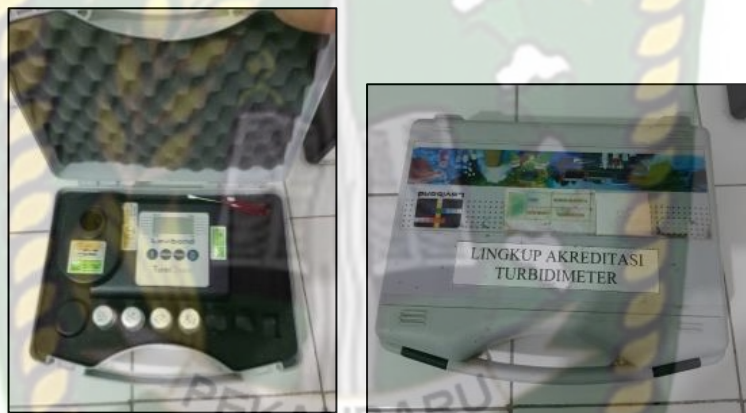
**Gambar 3.14** Rangkaian alat unit pengolahan air15. Rangkaian alat kedudukan *cartridge***Gambar 3.15** Rangkaian alat kedudukan *cartridge*

16. Wadah sampel air terproduksi



**Gambar 3.16** Wadah sampel air terproduksi

17. Turbidimeter



**Gambar 3.17** Turbidimeter

18. pH meter



**Gambar 3.18** pH meter

19. *Shaker* dan labu destilasi**Gambar 3.19** *Shaker* dan labu destilasi

## 20. Termometer

**Gambar 3.20** Termometer**3.3.2 Bahan:**

1. Sekam padi
2. Kacang kenari (*walnut*)
3. Pasir silika
4. Air formasi
5. Senyawa  $H_2SO_4$  0,1 M
6. Senyawa  $NaOH$  0,1 M
7. Aqua dm

### 3.4 PROSEDUR PENELITIAN

Prosedur pembuatan karbon aktif sekam padi dengan metode kimia pada penelitian ini berdasarkan dari penelitian terdahulu (Wardalia, 2016) dan (Nugroho et al., 2018).

#### 3.4.1 Proses Dehidrasi Air

1. Mencuci sekam padi menggunakan air untuk membersihkan kotoran yang masih ada kemudian di keringkan dengan cara dijemur dibawah terik matahari untuk menghilangkan kadar air pada sekam padi.
2. Letakkan sekam padi tersebut kedalam cawan porselen yang sudah disediakan, kemudian masukkan kedalam *furnace* dengan temperature sebesar 105°C selama 2 jam.
3. Kemudian timbang massa sekam padi tersebut setelah selesai pemanasan dan catat hasil yang telah diperoleh.
4. Lakukan kembali cara ke-2 dan ke-3 hingga massa sekam padi tersebut yang sudah dipanaskan tidak berubah lagi ataupun tetap.

#### 3.4.2 Proses Karbonisasi

1. Letakkan sekam padi tersebut yang sudah dihilangkan kadar airnya kedalam cawan porselen.
2. Masukkan cawan porselen tersebut kedalam *furnace* dengan *temperature* 400°C selama 120 menit hingga berbentuk arang.
3. Hitung massa sekam padi sebelum dan sesudah proses karbonisasi.
4. Kemudian sekam padi tersebut dihaluskan sampai ukuran 200 mesh dan ditimbang massanya sebesar 300 gram.

#### 3.4.3 Proses Aktivasi Karbon dengan Metode Kimia

1. Sekam padi yang telah dikarbonisasi selanjutnya diaktivasi dengan cara direndam menggunakan 1500 ml aktivator asam ( $H_2SO_4$ ) 0,1 M selama 24 jam.

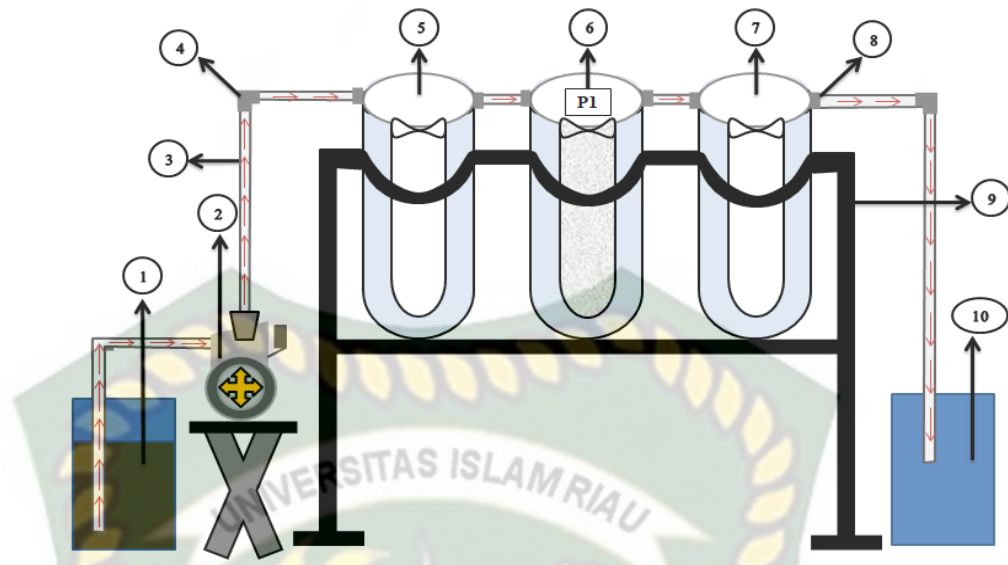
2. Kemudian arang disaring menggunakan kertas saring dan dibilas dengan aqua Dm sampai pH Netral.
3. Arang yang telah menjadi karbon aktif kemudian dimasukan kedalam cawan porselen dan dipanaskan dalam *furnace* pada suhu 500°C selama 2 jam.
4. Ulangi prosedur 1-3 dengan mengganti jenis aktivator basa menggunakan 1500 ml (NaOH) 0,1 M.

#### 3.4.4 Proses Penyaringan

1. Cara kerjanya yaitu dimulai dengan memasukan *filter paper* kedalam *housing filter* agar karbon tidak ikut larut.
2. Menyusun unit pengolahan air yang terdiri dari pasir silika, karbon aktif sekam padi dan *walnut* kedalam *housing filter*.
3. Mengukur pH, *temperature*, *turbidity* dan *oil and grease* awal sampel air terproduksi sebelum proses *adsorpsi* dan filtrasi.
4. Sampel air terproduksi dimasukan kedalam tempat penampung lalu dipompakan dengan debit aliran konstan kedalam *cartridge dan housing filter*.
5. Terakhir air yang keluar dari output diukur kembali pH, *temperature*, *turbidity* dan *oil and grease* yang terkandung pada air setelah selesai melakukan proses *adsorpsi* dan filtrasi.

#### 3.4.5 Desain Alir Pengolahan Air Terproduksi

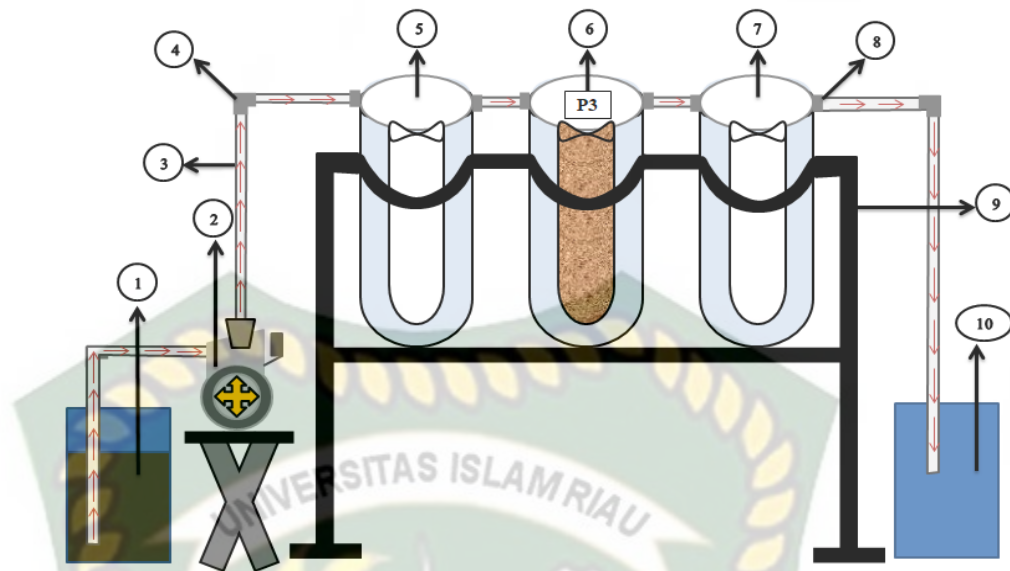
1. Pengujian pertama dengan menggunakan pasir silika sebagai media filtrasi pada air terproduksi untuk menentukan nilai *oil and grease*, *turbidity*, *temperature* dan ph air.



**Gambar 3.21** Desain Alir Pengolahan Air Terproduksi Menggunakan Pasir Silika

Keterangan

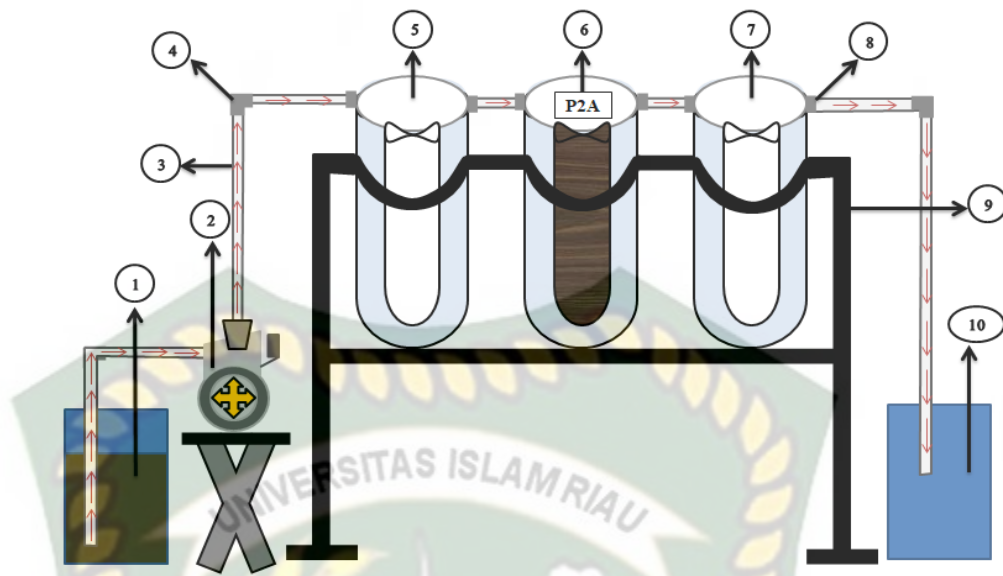
1. Air Sampel
  2. Pompa Listrik
  3. Pipa PVC (3/4 inchi)
  4. Elbow (3/4 inchi)
  5. *Cartridge* dan *housing filter* kosong
  6. P1: Filter Pasir Silika
  7. *Cartridge* dan *housing filter* kosong
  8. Socket Drat (*in* 3/4 inchi, *out* 1/2 inchi)
  9. Besi Kedudukan Tabung (tinggi 150 cm, lebar 75 cm)
  10. Aquarium
2. Pengujian kedua dengan menggunakan *walnut* sebagai media filtrasi dan *adsorpsi* pada air terproduksi untuk menentukan nilai *oil and grease*, *turbidity*, *temperature* dan *ph* air.



**Gambar 3.22** Desain Alir Pengolahan Air Terproduksi Menggunakan *Walnut*

**Keterangan**

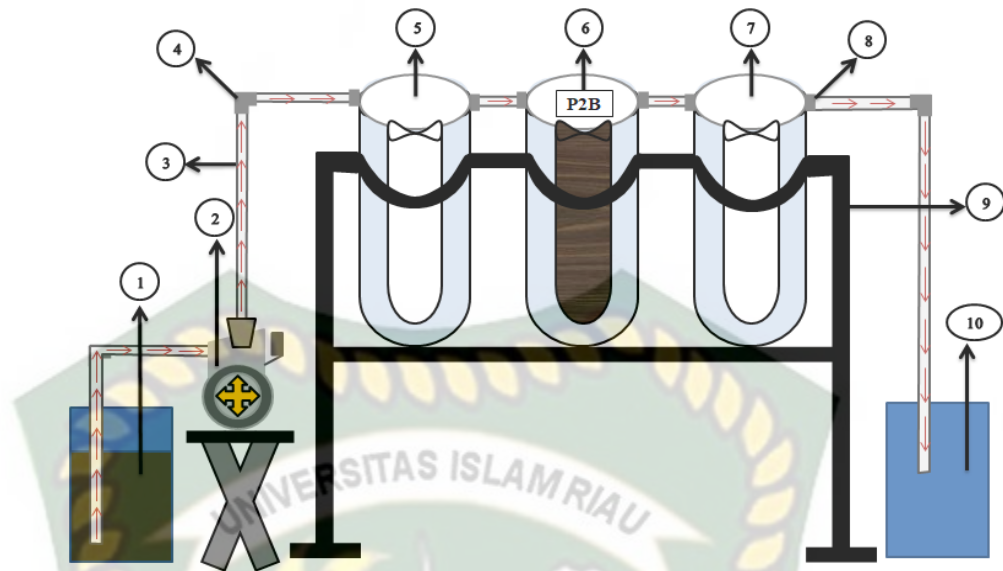
1. Air Sampel
  2. Pompa Listrik
  3. Pipa PVC (3/4 inchi)
  4. Elbow (3/4 inchi)
  5. *Cartridge* dan *housing filter* kosong
  6. P3: Filter *Walnut*
  7. *Cartridge* dan *housing filter* kosong
  8. Socket Drat (*in* 3/4 inchi, *out* 1/2 inchi)
  9. Besi Kedudukan Tabung (tinggi 150 cm, lebar 75 cm)
  10. Aquarium
3. Pengujian ketiga dengan menggunakan karbon aktif sekam padi NaOH sebagai media filtrasi dan *adsorpsi* pada air terproduksi untuk menentukan nilai *oil and grease*, *turbidity*, *temperature* dan ph air.



**Gambar 3.23** Desain Alir Pengolahan Air Terproduksi Menggunakan Karbon Aktif Sekam Padi NaOH

Keterangan

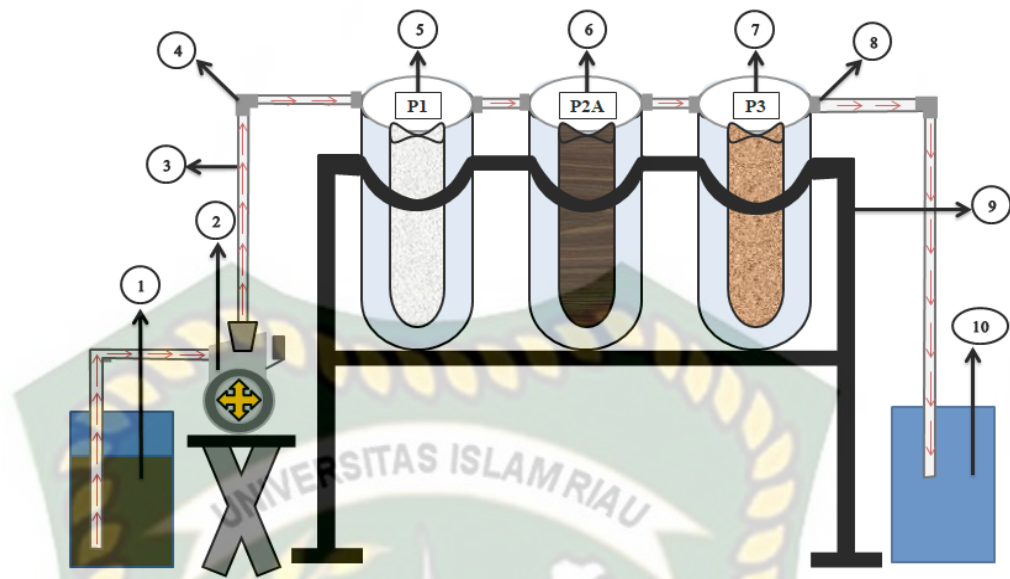
1. Air Sampel
  2. Pompa Listrik
  3. Pipa PVC (3/4 inchi)
  4. Elbow (3/4 inchi)
  5. *Cartridge* dan *housing filter* kosong
  6. P2A: Filter Karbon Aktif Sekam Padi NaOH
  7. *Cartridge* dan *housing filter* kosong
  8. Socket Drat (*in* 3/4 inchi, *out* 1/2 inchi)
  9. Besi Kedudukan Tabung (tinggi 150 cm, lebar 75 cm)
  10. Aquarium
4. Pengujian keempat dengan menggunakan karbon aktif sekam padi  $H_2SO_4$  sebagai media filtrasi dan *adsorpsi* pada air terproduksi untuk menentukan nilai *oil and grease*, *turbidity*, *temperature* dan *ph* air.



**Gambar 3.24** Desain Alir Pengolahan Air Terproduksi Menggunakan Karbon Aktif Sekam Padi  $H_2SO_4$

Keterangan

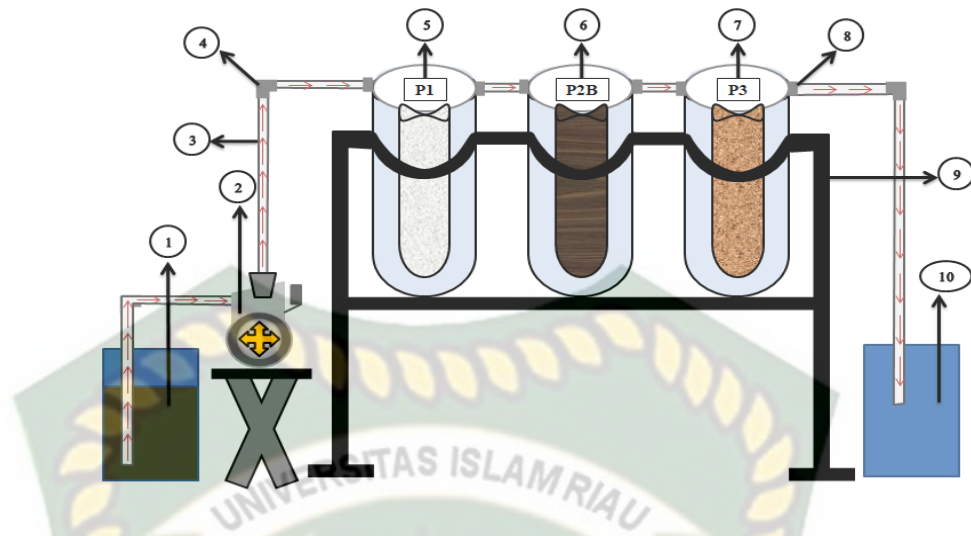
1. Air Sampel
  2. Pompa Listrik
  3. Pipa PVC (3/4 inchi)
  4. Elbow (3/4 inchi)
  5. *Cartridge* dan *housing filter* kosong
  6. P2B: Filter Karbon Aktif Sekam Padi  $H_2SO_4$
  7. *Cartridge* dan *housing filter* kosong
  8. Socket Drat (*in* 3/4 inchi, *out* 1/2 inchi)
  9. Besi Kedudukan Tabung (tinggi 150 cm, lebar 75 cm)
  10. Aquarium
5. Pengujian kelima dengan menggunakan pasir silika, karbon aktif sekam padi NaOH dan *walnut* sebagai media filtrasi dan *adsorpsi* pada air terproduksi untuk menentukan nilai *oil and grease*, *turbidity*, *temperature* dan *ph* air.



**Gambar 3.25** Desain Alir Pengolahan Air Terproduksi Menggunakan Pasir Silika, Karbon Aktif Sekam Padi NaOH dan *Walnut*

Keterangan

1. Air Sampel
  2. Pompa Listrik
  3. Pipa PVC (3/4 inchi)
  4. Elbow (3/4 inchi)
  5. P1: Filter Pasir Silika
  6. P2A: Filter Karbon Aktif Sekam Padi NaOH
  7. P3: Filter *Walnut*
  8. Socket Drat (*in* 3/4 inchi, *out* 1/2 inchi)
  9. Besi Kedudukan Tabung (tinggi 150 cm, lebar 75 cm)
  10. Aquarium
6. Pengujian keenam dengan menggunakan pasir silika, karbon aktif sekam padi  $H_2SO_4$  dan *walnut* sebagai media filtrasi dan *adsorpsi* pada air terproduksi untuk menentukan nilai *oil and grease*, *turbidity*, *temperature* dan ph air.



**Gambar 3.26** Desain Alir Pengolahan Air Terproduksi Menggunakan Pasir Silika, Karbon Aktif Sekam Padi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan Walnut

Keterangan:

1. Air Sampel
2. Pompa Listrik
3. Pipa PVC (3/4 inchi)
4. Elbow (3/4 inchi)
5. P1: Filter Pasir Silika
6. P2B: Filter Karbon Aktif Sekam Padi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
7. P3: Filter Walnut
8. Socket Drat (*in* 3/4 inchi, *out* 1/2 inchi)
9. Besi Kedudukan Tabung (tinggi 150 cm, lebar 75 cm)
10. Aquarium

### 3.4.6 Teknik Analisis Data

Pada penelitian ini, pengolahan data dilakukan secara deskriptif yaitu dengan analisis data-data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan menggunakan alat Laboratorium berupa turbidimeter (turbidimetri), *shaker* dan labu destilasi (gravimetri), pH meter dan termometer. Kemudian membuat grafik perbandingan hasil uji karbon aktif sekam padi NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan media tambahan pasir

silika dan *walnut* terhadap parameter berupa *turbidity*, *oil and grease*, pH air dan *temperature* serta menghitung efisiensi penurunan dari parameter *turbidity* dan *oil and grease* dengan menggunakan rumus efisiensi yang dijelaskan dalam penelitian (Amin, Azwar and Sitorus, Saibun dan Yusuf, 2016) sebagai berikut:

$$\% \text{ Efisiensi penurunan} = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100\%$$

Keterangan:

$C_0$  : Konsentrasi awal parameter

$C_1$  : Konsentrasi akhir parameter

### 3.5 TEMPAT PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau dan Laboratorium Unit Pelaksana Teknis Pengujian Material Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Riau.

### 3.6 TEMPAT PENGAMBILAN SAMPEL

Bahan baku sekam padi yang digunakan berasal dari Pabrik Beras Super Pagaruyung yang terletak di Jalan Sultan Alam Bagagarsyah, Desa Jorong Gudam, Nagari Pagaruyung, Kecamatan Tanjung Emas, Kabupaten Tanah Datar, Provinsi Sumatera Barat dan untuk sampel air terproduksi di dapat dari *wash tank* pada *gathering station* PT. Chevron Duri.

### 3.7 JADWAL PENELITIAN

Waktu penelitian dilaksanakan seperti rincian pada table dibawah ini.

**Tabel 3.1** Jadwal penelitian

| No. | Deskripsi Kegiatan         | Februari |   |   |   | Maret |   |   |   | April |   |   |   |
|-----|----------------------------|----------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|
|     |                            | 1        | 2 | 3 | 4 | 1     | 2 | 3 | 4 | 1     | 2 | 3 | 4 |
| 1.  | Studi Literatur            |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |
| 2.  | Penelitian di Laboratorium |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |
| 3.  | Analisa Terhadap Hasil Uji |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |
| 4.  | Penulisan Laporan          |          |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 PENGARUH PENGGUNAAN MASING-MASING MEDIA PASIR SILIKA, WALNUT, KASP NaOH DAN KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> PADA PROSES ADSORPSI DAN FILTRASI AIR TERPRODUKSI

Pada sub bab ini membahas hasil pengujian yang dilakukan sebanyak empat kali dimana pada pengujian pertama menggunakan media pasir silika, pengujian kedua menggunakan *walnut*, pengujian ketiga menggunakan KASP NaOH dan pengujian keempat menggunakan KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui pengaruh masing-masing media terhadap tingkat penurunan nilai *turbidity, oil and grease, pH* air dan *temperature*.



**Gambar 4.1** Pengujian menggunakan media pasir silika, *walnut*, KASP NaOH dan KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

#### 4.1.1 Turbidity

*Turbidity* atau kekeruhan merupakan banyaknya zat tersuspensi pada suatu perairan. Kekeruhan dapat disebabkan oleh berbagai jenis material tersuspensi, semakin banyak material yang tersuspensi maka air akan semakin terlihat keruh. Untuk menentukan nilai kekeruhan menggunakan alat *turbidimeter* yang dinyatakan dalam *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU) (Sari, Anita Puspita dan Nurdiana, 2017). Pengujian ini berpedoman pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 Tahun 1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air dimana kadar maksimum kekeruhan pada air bersih yang diperbolehkan sebesar 25 NTU.

**Tabel 4.1** Hasil pengujian *turbidity* menggunakan media pasir silika, *walnut*, KASP NaOH dan KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

| Pengujian | Media                               | <i>Turbidity</i> (NTU) |                   |                             | Efisiensi Penurunan (%) |
|-----------|-------------------------------------|------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------|
|           |                                     | Sampel Awal            | Setelah Pengujian | Peraturan Menteri Kesehatan |                         |
| Pertama   | Pasir Silika                        | 266                    | 11,7              | 25                          | 95,60                   |
| Kedua     | <i>Walnut</i>                       | 266                    | 14,9              | 25                          | 94,40                   |
| Ketiga    | KASP NaOH                           | 266                    | 13,8              | 25                          | 94,81                   |
| Keempat   | KASP H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 266                    | 12,9              | 25                          | 95,15                   |

Dari hasil pengamatan pada tabel 4.1 dapat dilihat bahwa proses *adsorpsi* dan filtrasi pada pengujian pertama sampai keempat dengan menggunakan media pasir silika, *walnut*, KASP NaOH dan KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dapat menurunkan tingkat kekeruhan pada air terproduksi. Nilai kekeruhan yang di dapat sudah di bawah kadar maksimum yang di tetapkan oleh Menteri Kesehatan sebesar 25 NTU.

Penurunan kekeruhan yang paling besar didapatkan pada pengujian pertama menggunakan media pasir silika dari sampel awal sebelum pengujian tingkat kekeruhan 266 NTU turun menjadi 11,7 NTU, kekeruhan berkurang 254,3 NTU dengan nilai efisiensi penurunan mencapai 95,60% hal ini menunjukkan bahwa pasir

silika mampu menyaring material atau zat padatan yang tersuspensi dalam air terproduksi sehingga efektif untuk menurunkan tingkat kekeruhan pada air terproduksi. Sedangkan nilai penurunan minimum didapatkan pada pengujian kedua menggunakan media *walnut* dari sampel awal sebelum pengujian tingkat kekeruhan 266 NTU turun menjadi 14,9 NTU, kekeruhan berkurang 251,1 NTU dengan nilai efisiensi penurunan mencapai 94,40%.

#### 4.1.2 *Oil and Grease*

*Oil and grease* atau minyak dan lemak merupakan sekelompok padatan yang tidak menguap dan mengalami emulsi, mengakibatkan air dan minyak bercampur. Sehingga terlihat mengapung di atas permukaan air dan membuat air terlihat kecoklatan (Setyaningrum, Dyah and Harjono, Harjono and Rizqiyah, 2020). Untuk menganalisis kandungan minyak dan lemak menggunakan alat *shaker* dan labu destilasi dengan metode gravimetri. Pengujian ini berpedoman pada peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2010 tentang baku mutu air limbah bagi usaha atau kegiatan minyak dan gas serta panas bumi dimana kadar maksimum minyak dan lemak sebesar 25 mg/L.

**Tabel 4.2** Hasil pengujian *oil and grease* menggunakan media pasir silika, *walnut*, KASP NaOH dan KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

| Pengujian | Media                               | <i>Oil and Grease</i> (mg/L) |                   |           | Efisiensi Penurunan (%) |
|-----------|-------------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------|-------------------------|
|           |                                     | Sampel Awal                  | Setelah Pengujian | PERMEN LH |                         |
| Pertama   | Pasir Silika                        | 48                           | 18                | 25        | 62,50                   |
| Kedua     | <i>Walnut</i>                       | 48                           | 9                 | 25        | 81,25                   |
| Ketiga    | KASP NaOH                           | 48                           | 8                 | 25        | 83,33                   |
| Keempat   | KASP H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 48                           | 7                 | 25        | 85,41                   |

Dari hasil pengamatan pada tabel 4.2 dapat dilihat bahwa Kadar minyak dan lemak pada pengujian pertama sampai keempat berhasil mencapai nilai yang memenuhi parameter mutu seperti yang di atur dalam Peraturan Menteri

Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2010, dimana konsentrasi minyak dan lemak maksimal adalah sebesar 25 mg/L.

Penurunan kadar minyak dan lemak paling besar didapatkan dari pengujian keempat menggunakan media KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dimana kandungan minyak dan lemak yang terdispersi dalam air terproduksi berhasil diturunkan dari 48 mg/L menjadi 7 mg/L mengalami penurunan sebanyak 41 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 85,41%. Sedangkan nilai penurunan minimum didapatkan pada pengujian pertama menggunakan media pasir silika dari sampel awal 48 mg/L menjadi 18 mg/L mengalami penurunan sebanyak 30 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 62,50%. Hal ini menunjukkan bahwa KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> memiliki daya serap (*adsorpsi*) terhadap minyak dan lemak yang lebih baik di bandingkan media yang lain.

#### 4.1.3 Power of Hydrogen (pH)

*Power of hydrogen* (pH) adalah jumlah konsentrasi ion hidrogen (H<sup>+</sup>) pada larutan yang menyatakan tingkat kebasahan dan keasaman yang dimiliki. Pengukuran pH pada skala 0 sampai 14 dimana jika pH kurang dari 7 larutan bersifat asam, jika pH lebih dari 7 larutan bersifat basa dan jika pH bernilai 7 larutan bersifat netral (Ngafifuddin, Muchamad dan Sunarno, Sunarno dan Susilo, 2017). Air terproduksi yang tidak netral akan menyulitkan proses biologisnya sehingga akan mengganggu proses dari penjernihan air. Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter (Agustira, Riyanda dan Lubis, 2013).

**Tabel 4.3** Hasil pengujian *power of hydrogen* (pH) menggunakan media pasir silika, *walnut*, KASP NaOH dan KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

| Pengujian | Media                               | <i>Power of Hydrogen</i> (pH) |                   |           |
|-----------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------|-----------|
|           |                                     | Sampel Awal                   | Setelah Pengujian | PERMEN LH |
| Pertama   | Pasir Silika                        | 7,12                          | 7,00              | 6-9       |
| Kedua     | <i>Walnut</i>                       | 7,12                          | 7,29              | 6-9       |
| Ketiga    | KASP NaOH                           | 7,12                          | 7,60              | 6-9       |
| Keempat   | KASP H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 7,12                          | 6,80              | 6-9       |

Dari hasil pengamatan pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa nilai pH dari pengujian pertama sampai keempat menggunakan media pasir silika, *walnut*, KASP NaOH dan KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan Menteri Lingkungan Hidup yaitu sebesar 6 - 9.

Pada pengujian pertama dan keempat mengalami penurunan nilai pH. Dari sampel awal nilai pH 7,12 turun menjadi 7,00 dan 6,80, nilai pH turun sebesar 0,12 dan 0,32. Hal ini menunjukkan bahwa pasir silika dan KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> bersifat asam sehingga ketika dikontakan dengan air terproduksi yang bersifat basa mengalami penurunan nilai pH. Pada pasir silika kadar asam yang terkandung tidak begitu besar yang menyebabkan penurunan nilai pH tidak begitu signifikan sehingga nilai pH menjadi netral. Sedangkan pada KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kadar asam yang terkandung cukup besar sehingga penurunan nilai pH dari sampel awal terlihat lebih signifikan.

Pada pengujian kedua dan ketiga mengalami kenaikan nilai pH. Dari sampel awal nilai pH 7,12 naik menjadi 7,29 dan 7,60, nilai pH naik sebesar 0,17 dan 0,48. Hal ini menunjukkan bahwa *walnut* dan KASP NaOH bersifat basa sehingga ketika di kontakkan dengan air terproduksi yang bersifat basa mengalami kenaikan nilai pH. Pada KASP NaOH memiliki kadar basa yang lebih besar dibandingkan *walnut* sehingga kenaikan nilai pH lebih signifikan.

#### 4.1.4 *Temperature*

*Temperature* atau suhu merupakan ukuran derajat panas atau dinginnya suatu benda. *Temperature* didefinisikan sebagai suatu besaran fisika. Untuk mengukur derajat *temperature* menggunakan alat termometer yang dinyatakan dalam satuan derajat celcius (°C) (Supu, Idawati dan Usman, Baso dan Basri, Selviani dan Sunarmi, 2016).

**Tabel 4.4** Hasil pengujian *temperature* menggunakan media pasir silika, *walnut*, KASP NaOH dan KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

| Pengujian | Media                               | <i>Temperature</i> (°C) |                   |           |
|-----------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------|-----------|
|           |                                     | Sampel Awal             | Setelah Pengujian | PERMEN LH |
| Pertama   | Pasir Silika                        | 28,2                    | 28                | 40        |
| Kedua     | <i>Walnut</i>                       | 28,2                    | 27,9              | 40        |
| Ketiga    | KASP NaOH                           | 28,2                    | 28,1              | 40        |
| Keempat   | KASP H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 28,2                    | 28                | 40        |

Dari hasil pengamatan pada tabel 4.4 dapat dilihat bahwa nilai *temperature* dari pengujian pertama sampai keempat mengalami penurunan yang tidak signifikan namun sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2010 dengan nilai maksimal *temperature* sebesar 40°C.

Hal ini menunjukkan bahwa pengujian pertama sampai keempat dengan menggunakan media pasir silika, *walnut*, KASP NaOH dan KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tidak efektif dalam menurunkan nilai *temperature* pada air terproduksi.

#### 4.2 PERBANDINGAN HASIL AKHIR PENGUJIAN PASIR SILIKA, WALNUT DAN KASP NAOH TERHADAP PASIR SILIKA, WALNUT DAN KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Pada sub bab ini membahas perbandingan hasil pengujian kelima dengan menggunakan media pasir silika, *walnut* dan KASP NaOH terhadap hasil pengujian keenam menggunakan media pasir silika, *walnut* dan KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Tujuan dari pengujian ini ingin melihat hasil *adsorpsi* dan filtrasi yang lebih efektif antara KASP NaOH dan KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dari keseluruhan media terhadap parameter *turbidity*, *oil and grease*, pH air dan *temperature* pada air terproduksi.



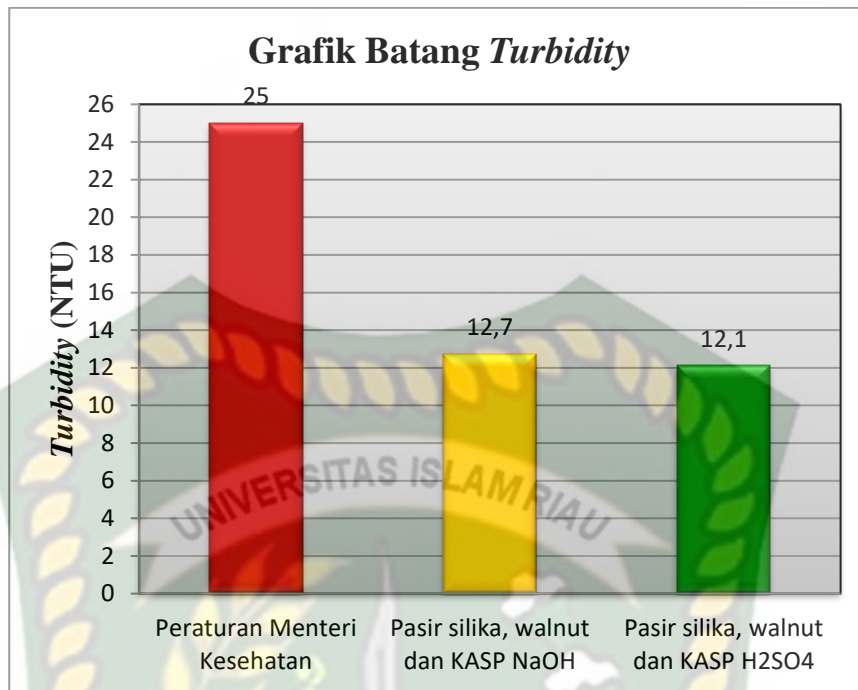
**Gambar 4.2** Hasil akhir pengujian pasir silika, *walnut*, KASP NaOH dan pasir silika, *walnut*, KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

#### 4.2.1 Turbidity

Pengujian ini berpedoman pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416 Tahun 1990 tentang syarat-syarat dan pengawasan kualitas air dimana kadar maksimum kekeruhan pada air bersih yang diperbolehkan sebesar 25 NTU.

**Tabel 4.5** Hasil akhir pengujian kelima dan keenam terhadap *turbidity* pada air terproduksi

| Pengujian | Media   | Turbidity (NTU) |                   |                             | Efisiensi Penurunan (%) |
|-----------|---|-----------------|-------------------|-----------------------------|-------------------------|
|           |   | Sampel Awal     | Setelah Pengujian | Peraturan Menteri Kesehatan |                         |
| Kelima    | Pasir silika, <i>Walnut</i> dan KASP NaOH                           | 266             | 12,7              | 25                          | 95,22                   |
| Keenam    | Pasir silika, <i>Walnut</i> dan KASP H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 266             | 12,1              | 25                          | 95,45                   |



**Gambar 4.3** Grafik perbandingan hasil akhir pengujian kelima dan keenam terhadap *turbidity* pada air terproduksi

Dari hasil pengamatan pada tabel 4.5 dan gambar 4.3 dapat dilihat bahwa proses *adsorpsi* dan filtrasi pada pengujian kelima dan keenam sudah dibawah kadar maksimum yang ditetapkan Menteri Kesehatan yaitu sebesar 25 NTU.

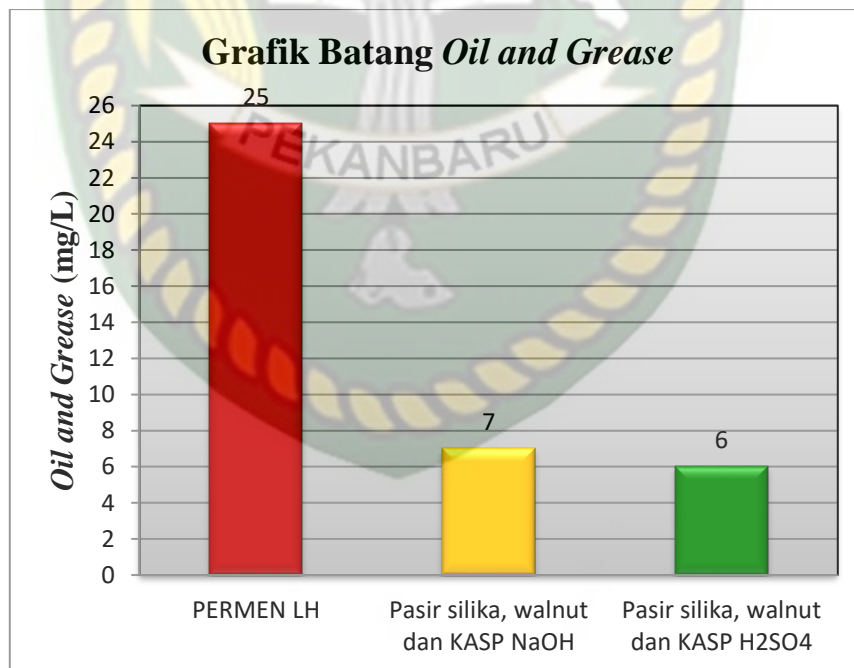
Penurunan kekeruhan yang paling besar didapatkan pada pengujian keenam menggunakan media pasir silika, *walnut* dan KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dari sampel awal sebelum pengujian tingkat kekeruhan 266 NTU turun menjadi 12,1 NTU, kekeruhan berkurang 253,9 NTU dengan nilai efisiensi penurunan mencapai 95,45%. Sedangkan pengujian kelima dengan menggunakan media pasir silika, *walnut* dan KASP NaOH dari sampel awal sebelum pengujian tingkat kekeruhan 266 NTU turun menjadi 12,7 NTU, kekeruhan berkurang 253,3 NTU dengan nilai efisiensi penurunan sebesar 95,22%. Hal ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi dan filtrasi menggunakan media pasir silika, *walnut* dan KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> lebih maksimal dalam menurunkan tingkat kekeruhan pada air terproduksi.

#### 4.2.2 Oil and Grease

Pengujian ini berpedoman pada peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2010 tentang baku mutu air limbah bagi usaha atau kegiatan minyak dan gas serta panas bumi dimana kadar maksimum minyak dan lemak sebesar 25 mg/L.

**Tabel 4.6** Hasil akhir pengujian kelima dan keenam terhadap *oil and grease* pada air terproduksi

| Pengujian | Media  | Oil and Grease (mg/L) |                   |           | Efisiensi Penurunan (%) |
|-----------|--|-----------------------|-------------------|-----------|-------------------------|
|           |  | Sampel Awal           | Setelah Pengujian | PERMEN LH |                         |
| Kelima    | Pasir silika, Walnut dan KASP NaOH                           | 48                    | 7                 | 25        | 85,41                   |
| Keenam    | Pasir silika, Walnut dan KASP H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 48                    | 6                 | 25        | 87,50                   |



**Gambar 4.4** Grafik perbandingan hasil akhir pengujian kelima dan keenam terhadap *oil and grease* pada air terproduksi

Dari hasil pengamatan pada tabel 4.6 dan gambar 4.4 dapat dilihat bahwa proses *adsorpsi* dan filtrasi pada pengujian kelima dan keenam sudah di bawah kadar maksimum yang ditetapkan Menteri Negara Lingkungan Hidup sebesar 25 mg/L.

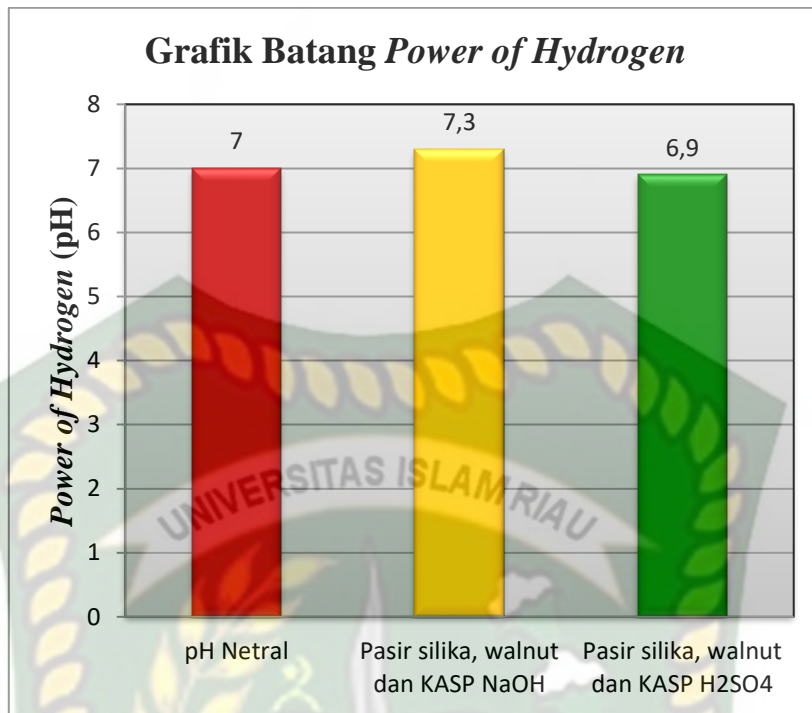
Penurunan kadar minyak dan lemak paling besar didapatkan dari pengujian keenam menggunakan media pasir silika, *walnut* dan KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dimana kandungan minyak dan lemak yang terdispersi dalam air terproduksi berhasil diturunkan dari 48 mg/L menjadi 6 mg/L mengalami penurunan sebanyak 42 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 87,50%. Sedangkan pada pengujian kelima menggunakan media pasir silika, *walnut* dan KASP NaOH dari sampel awal 48 mg/L menjadi 7 mg/L mengalami penurunan sebanyak 41 mg/L dengan efisiensi penurunan sebesar 85,41%. Hal ini menunjukkan bahwa pasir silika, *walnut* dan KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> memiliki daya serap (*adsorpsi*) terhadap minyak dan lemak yang lebih baik di dibandingkan media pasir silika, *walnut* dan KASP NaOH.

#### 4.2.3 Power of Hydrogen (pH)

Pengujian ini berpedoman pada peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2010 tentang baku mutu air limbah bagi usaha atau kegiatan minyak dan gas serta panas bumi dimana nilai pH yang diperbolehkan sebesar 6-9.

**Tabel 4.7** Hasil akhir pengujian kelima dan keenam terhadap *power of hydrogen* (pH) pada air terproduksi

| Pengujian | Media   | <i>Power of Hydrogen</i> (pH) |                   |           |
|-----------|---|-------------------------------|-------------------|-----------|
|           |   | Sampel Awal                   | Setelah Pengujian | PERMEN LH |
| Kelima    | Pasir silika, <i>Walnut</i> dan KASP NaOH                           | 7,12                          | 7,30              | 6-9       |
| Keenam    | Pasir silika, <i>Walnut</i> dan KASP H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 7,12                          | 6,90              | 6-9       |



**Gambar 4.5** Grafik perbandingan hasil akhir pengujian kelima dan keenam terhadap *power of hydrogen* (pH) pada air terproduksi

Dari hasil pengamatan pada tabel 4.7 dan gambar 4.5 dapat dilihat bahwa nilai pH pada pengujian kelima dan keenam sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan Menteri Negara Lingkungan Hidup yaitu sebesar 6-9.

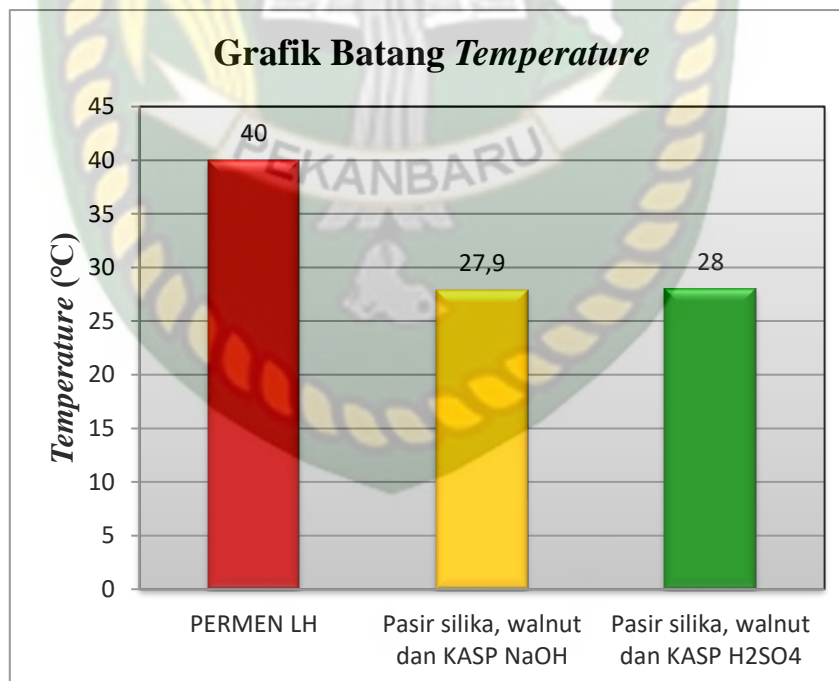
Dari nilai pH dapat dilihat hasil yang lebih bagus yaitu pada pengujian keenam dengan menggunakan media pasir silika, *walnut* dan KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dimana nilai pH mengalami penurunan dari sampel awal 7,12 turun menjadi 6,90. Hal ini dipengaruhi bahwa KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> setelah di aktivasi harus di netralkan nilai pH menggunakan aqua dm namun pada KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> masih terkandung kadar asam sehingga mengakibatkan nilai pH turun. Penurunan yang terjadi tidak begitu signifikan sehingga nilai pH mendekati 7 (netral). Sedangkan pada pengujian kelima nilai pH mengalami kenaikan dari sampel awal 7,12 naik menjadi 7,30 hal ini menunjukkan bahwa KASP NaOH masih mengandung kadar basa yang cukup kuat setelah proses penetralan dengan menggunakan aqua dm.

#### 4.2.4 Temperature

Pengujian ini berpedoman pada peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2010 tentang baku mutu air limbah bagi usaha atau kegiatan minyak dan gas serta panas bumi dimana nilai *temperature* yang diperbolehkan sebesar 40°C.

**Tabel 4.8** Hasil akhir pengujian kelima dan keenam terhadap *temperature* pada air terproduksi

| Pengujian | Media   | Temperature (°C) |                   |           |
|-----------|---|------------------|-------------------|-----------|
|           |   | Sampel Awal      | Setelah Pengujian | PERMEN LH |
| Kelima    | Pasir silika, <i>Walnut</i> dan KASP NaOH                           | 28,2             | 27,9              | 40        |
| Keenam    | Pasir silika, <i>Walnut</i> dan KASP H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | 28,2             | 28                | 40        |



**Gambar 4.6** Grafik perbandingan hasil akhir pengujian kelima dan keenam terhadap *temperature* pada air terproduksi

Dari hasil pengamatan pada tabel 4.8 dan gambar 4.6 dapat dilihat bahwa nilai *temperature* pada pengujian kelima dan keenam sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan Menteri Negara Lingkungan Hidup yaitu sebesar 40 °C.

Pada *temperature* tidak mengalami penurunan yang signifikan baik dalam pengujian kelima ataupun pengujian keenam. Hal ini menunjukkan bahwa pasir silika, *walnut*, KASP NaOH dan pasir silika, *walnut*, KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kurang efektif dalam menurunkan nilai *temperature* pada air terproduksi.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada KASP NaOH efisiensi penyerapan *turbidity* 94,81% dan *oil and grease* 83,33%. Pada KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> efisiensi penyerapan *turbidity* 95,15% dan *oil and grease* 85,41%.
2. Hasil *adsorpsi* dan filtrasi yang didapatkan pada masing-masing media berupa (pasir silika) *turbidity* 11,7 NTU, *oil and grease* 18 mg/L, pH air 7 dan *temperature* 28°C. (Walnut) *turbidity* 14,9 NTU, *oil and grease* 9 mg/L, pH air 7,29 dan *temperature* 27,9°C. (KASP NaOH) *turbidity* 13,8 NTU, *oil and grease* 8 mg/L, pH air 7,60 dan *temperature* 28,1°C. (KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) *turbidity* 12,9 NTU, *oil and grease* 7 mg/L, pH air 6,80 dan *temperature* 28°C. Hasil yang didapatkan sudah dibawah baku mutu yang ditetapkan Menteri Kesehatan dan Menteri Negara Lingkungan Hidup.
3. Berdasarkan perbandingan hasil akhir pengujian kelima dan keenam didapatkan hasil yang paling efektif dalam proses *adsorpsi* dan filtrasi yaitu pada pengujian keenam menggunakan media pasir silika, *walnut* dan KASP H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dimana tingkat kekeruhan (*turbidity*) 12,1 NTU, *oil and grease* 6 mg/L, pH air 6,90 dan *temperature* 28°C.

#### 5.2 SARAN

Adapun saran yang dapat penulis berikan yaitu melakukan pengujian *adsorpsi* dan filtrasi menggunakan karbon aktif dengan bahan baku berbeda yang diaktivasi secara fisika serta menambahkan parameter uji berupa COD, TDS, fenol, amonia dan sulfida pada air terproduksi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustira, Riyanda dan Lubis, K. S. dan jamilah. (2013). Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air dan Debit Sungai pada Kawasan DAS Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1(3), 615–625.
- Amin, Azwar and Sitorus, Saibun dan Yusuf, B. (2016). Pemanfaatan limbah tongkol jagung (*Zea mays L.*) sebagai arang aktif dalam menurunkan kadar amonia, nitrit dan nitrat pada limbah cair industri tahu menggunakan teknik celup. *Jurnal Kimia Mulawarman*, 13(2), 78–84.
- Andarani, P. dan, & Rezagama, A. (2015). Analisis Pengolahan Air Terproduksi Di Water Treating Plant Perusahaan Eksploitasi Minyak Bumi (Studi Kasus: Pt Xyz). *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 12(2), 78–85.
- Danarto, Y., & T, S. (2008). PENGARUH AKTIVASI KARBON DARI SEKAM PADI PADA PROSES ADSORPSI LOGAM Cr(VI). *Ekuilibrium*, 7(1), 13–16.
- Erfando, Tomi and Khalid, Idham and Safitri, R. (2019). Studi Laboratorium Pembuatan Demulsifier dari Minyak Kelapa dan Lemon untuk Minyak Kelapa dan Lemon untuk Minyak Bumi pada Lapangan x di Provinsi Riau. *Teknik*, 40(2), 129–135.
- Hasianny, Sillak dan Noor, Erliza dan Yani, M. (2015). Penerapan Produksi Bersih Untuk Penanganan Air Terproduksi Di Industri Minyak Dan Gas. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 5(1), 25–32.
- Ivory, D. (2015). Prospek pemanfaatan air terproduksi. *Teknik Kimia Institut Teknolgi Bandung*, 01–09.
- Kementrian Kesehatan. (1990). *PERATURAN MENTERI KESEHATAN Nomor : 416/MEN.KES/PER/IX/1990 Tentang Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air*. 1–10.
- Kementrian Lingkungan Hidup. (2010). *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 19 Tahun 2010 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha*

- Dan/Atau Kegiatan Minyak Dan Gas Serta Panas Bumi.* 1–12.
- Lempang, M. (2014). PEMBUATAN DAN KEGUNAAN ARANG AKTIF. *Buletin Eboni*, 11(2), 65–80.
- Muliawan, Arief dan Amalinda, F. (2018). EFEKTIVITAS PEMAKAIAN FILTER BERPORI DAN KARBON AKTIF SEBAGAI MEDIA FILTER DALAM MENURUNKAN POLUTAN AIR PDAM. *PROMOTIF: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(1), 47–55.
- Ngafifuddin, Muchamad dan Sunarno, Sunarno dan Susilo, S. (2017). PENERAPAN RANCANG BANGUN pH METER BERBASIS ARDUINO PADA MESIN PENCUCI FILM RADIOGRAFI SINAR-X. *Jurnal Sains Dasar*, 6(1), 66–70.
- Novia, Wijaya, D., & Yanti, P. (2017). Pengaruh Waku Delignifikasi Terhadap Lignin Dan Waktu SSF Terhadap Etanol Pembuatan Bioetanol Dari Sekam Padi. *Teknik Kimia*, 23(1), 19–27.
- Nugroho, O. dan, Dermawan, D. dan, & Setiawan, A. (2018). Identifikasi Waktu Kontak Karbon Aktif Sekam Padi sebagai Adsorben Logam Berat Timbal (Pb). *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*, 1(2623–1727), 17–20.
- Putro, Andhi Laksono dan Prasetyoko, D. (2007). Abu sekam padi sebagai sumber silika pada sintesis zeolit ZSM-5 tanpa menggunakan templat organik. *Akta Kimindo*, 3(1), 33–36.
- Rohmah, Putri Miftakhul dan Redjeki, A. S. (2014). PENGARUH WAKTU KARBONISASI PADA PEMBUATAN KARBON AKTIF BERBAHAN BAKU SEKAM PADI DENGAN AKTIVATOR KOH. *Jurnal Konversi*, 3(1), 19–26.
- Safitri, D. I. (2019). PEMANFAATAN SEKAM PADI SEBAGAI ADSORBEN PADA AIR LAUT DAN ZAT WARNA. *PHARMACOSCRIP*T, 1(2), 39–47.
- Sari, Anita Puspita dan Nurdiana, J. (2017). PEMANTAUAN pH, KEKERUHAN DAN SISA CHLOR AIR PRODUKSI DI LABORATORIUM MINI IPA CENDANA PDAM TIRTA KENCANA KOTA SAMARINDA KALIMANTAN TIMUR. *Teknologi Lingkungan*, 1(01), 4–7.
- Setyaningrum, Dyah and Harjono, Harjono and Rizqiyah, Z. (2020). ANALISIS

KUALITAS AIR TERPRODUKSI DESA KEDEWAN KECAMATAN WONOCOLO KABUPATEN BOJONEGORO. *SCIENCE TECH: Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 6(1), 1–9.

- Setyoningrum, Tutik Muji dan Setiawan, Agus dan Pamungkas, G. (2018). Pembuatan Karbon Aktif dari Hasil Pirolisis Ban Bekas. *Eksergi*, 15(2), 54–58.
- Siahaan, Satriyani dan Hutapea, Melvha dan Hasibuan, R. (2013). Penentuan kondisi optimum suhu dan waktu karbonisasi pada pembuatan arang dari sekam padi. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(1), 26–30.
- Soeswanto, Bambang dan Lintang, N. (2011). Pemanfaatan limbah abu sekam padi menjadi natrium silikat. *Fluida*, 8(1), 18–22.
- Solihudin, Solihudin dan Noviyanti, Atiek Rostika dan Rukiah, R. (2015). AKTIVASI ARANG SEKAM PADI DENGAN LARUTAN NATRIUM KARBONAT DAN KARAKTERISASINYA. *Chimica et Natura Acta*, 3(1), 11–16.
- Supu, Idawati dan Usman, Baso dan Basri, Selviani dan Sunarmi, S. (2016). Pengaruh Suhu Terhadap Perpindahan Panas Pada Material Yang Berbeda. *Dinamika*, 07(1), 62–73.
- Tiana, A. N. (2015). Air Terproduksi: Karakteristik dan Dampaknya Terhadap Lingkungan. *Jurnal Teknik Kimia*, 1(1), 01–11.
- Wardalia. (2016). Karakterisasi Pembuatan Adsorben Dari Sekam Padi Sebagai Pengadsorp Logam Timbal Pada Limbah Cair. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(2), 83–88.
- Wijayanti, H. (2009). Karbon Aktif Dari Sekam Padi: Pembuatan Dan Kapasitasnya Untuk Adsorpsi Larutan Asam Asetat. *INFO-TEKNIK*, 10(1), 61–67.