

## Pengaruh Konsentrasi Aktivator Kalium Hidroksida (KOH) terhadap Kualitas Karbon Aktif Kulit Durian sebagai Adsorben Logam Fe pada Air Gambut

Ririn Apriani<sup>1)</sup>, Irfana Diah Faryuni<sup>1)</sup>, Dwiria Wahyuni<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Fisika FMIPA Universitas Tanjungpura  
Email : ririn\_apriani@yahoo.com

### Abstrak

Telah disintesis karbon aktif kulit durian dengan Kalium Hidroksida (KOH) sebagai aktivator. Untuk melihat pengaruh konsentrasi aktivator KOH terhadap ukuran pori karbon aktif yang terbentuk dan kemampuan dalam mengabsorpsi logam Fe pada air gambut, sintesis karbon aktif dilakukan dengan dua tahap yaitu tahap karbonisasi dengan suhu 400 °C selama 2 jam dan tahap aktivasi dengan suhu 800 °C selama 2 jam. Sebelum diaktivasi, hasil karbonisasi kulit durian direndam dalam aktivator selama 24 jam dengan konsentrasi aktivator 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Karbon aktif kulit durian kemudian dikarakterisasi untuk mengetahui morfologi dan ukuran pori permukaannya dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Dari hasil karakterisasi didapatkan bahwa semakin besar konsentrasi aktivatornya, semakin besar juga ukuran pori. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar Fe menurun seiring dengan meningkatnya ukuran pori dengan urutan kadar Fe 0,66 mg/L, 0,49 mg/L, 0,48 mg/L, 0,40 mg/L dan 0,38 mg/L. Karbon aktif yang berperan optimum dalam penyerapan logam Fe adalah karbon aktif dengan konsentrasi 25%, dengan ukuran rata-rata diameter pori 8,277  $\mu\text{m}$ , yang menurunkan konsentrasi logam Fe sebanyak 85,38%, dari 2,6 mg/L menjadi 0,38 mg/L dengan waktu kontak 24 jam. Hal ini mengindikasikan bahwa logam Fe dalam sampel air gambut dapat semakin terserap ketika ukuran pori karbon aktif meningkat.

**Kata Kunci :** Karbon Aktif, Kulit Durian, Kalium Hidroksida, Adsorpsi Fe.

### 1. Pendahuluan

Air merupakan sumber kehidupan. Akan tetapi, masyarakat sering mengalami kesulitan mendapatkan air bersih, terutama pada musim kemarau saat air mulai berubah warna atau berbau. Di beberapa daerah berawa, khususnya daerah dataran rendah seperti Kalimantan, masih terdapat kesulitan untuk memanfaatkan air permukaan sebagai sumber air baku. Air permukaan yang secara teknis dikenal sebagai air gambut mengandung warna dan zat organik yang tinggi serta bersifat asam (Suriawiria, 1996).

Adanya kandungan besi (Fe) dalam air menyebabkan warna air tersebut menjadi merah kecoklatan. Kandungan Fe dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti gangguan pada usus, bau yang kurang enak dan bisa menyebabkan kanker. Selain itu, keracunan Fe menyebabkan permeabilitas dinding pembuluh darah kapiler meningkat sehingga plasma darah merembes keluar.

Oleh karena itu diperlukan teknik pengolahan untuk menurunkan kadar Fe pada air. Salah satu cara pengolahan air yaitu dengan teknik absorpsi. Adsorben yang digunakan pada penelitian ini adalah karbon aktif dari kulit durian. Pemanfaatan limbah kulit durian sebagai karbon aktif akan mengatasi dua masalah sekaligus, yaitu akan mengurangi volume limbah kulit durian itu sendiri, serta dapat

menghilangkan atau paling tidak mengurangi kadar besi (Fe) dalam air gambut sampai ambang batas tertentu yang diinginkan.

Penelitian tentang pemanfaatan kulit durian yang dijadikan sebagai karbon aktif sebagai bahan penyerap telah dilakukan sebelumnya yaitu sebagai penyerap zat warna *Methylene Blue* (Ismadji, *et al.*, 2006), sebagai peningkatan minyak jelantah (Hasibuan, 2008), sebagai adsorben logam Cu pada air dengan aktivator  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (Gultom, 2012) dan aktivator HCl (Wardani, 2012). Namun demikian, belum ada yang memanfaatkan karbon aktif dari kulit durian untuk air gambut. Penelitian ini merupakan penelitian alternatif dalam rangka memanfaatkan material limbah kulit durian sebagai karbon aktif untuk proses penjernihan air gambut yang difokuskan pada perubahan kandungan Fe.

### 2. Landasan Teori

Air di wilayah gambut merupakan sumber air baku yang potensial untuk diolah menjadi air bersih, terutama di daerah-daerah pedalaman Kalimantan, Sumatera maupun Papua. Warna merah kecoklatan pada air gambut merupakan akibat dari tingginya kandungan zat organik (bahan humus) terlarut terutama dalam bentuk asam humus di antaranya asam humat dan asam fulvat (Said, 2008). Asam humat dapat didefinisikan sebagai hasil akhir dekomposisi

bahan organik oleh organisme secara aerobik. Sedangkan asam fulvat merupakan senyawa asam organik alami yang berasal dari humus dan larut dalam air. Dalam berbagai kasus, warna akan semakin tinggi karena disebabkan oleh adanya logam besi (Fe) yang terikat oleh asam-asam organik yang terlarut dalam air tersebut (Alqadrie, dkk, 2000).

Besi adalah elemen kimiawi yang dapat ditemukan hampir di setiap tempat di bumi pada semua lapisan geologis dan badan air. Besi dalam air dapat berbentuk Fe(II) dan Fe(III) terlarut. Fe(II) terlarut dapat bergabung dengan zat organik membentuk suatu senyawa kompleks (Rohmatun, 2006).

Air bersih merupakan salah satu jenis sumberdaya berbasis air yang bermutu baik dan biasa dimanfaatkan oleh manusia untuk dikonsumsi atau dalam melakukan aktivitas mereka sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat diminum apabila dimasak. Di mana persyaratan yang dimaksud adalah persyaratan dari segi kualitas air, sehingga apabila dikonsumsi tidak menimbulkan efek samping (Sutrisno, 2002). Untuk menjadikan air gambut tersebut menjadi air bersih digunakan karbon aktif yaitu karbon aktif dari kulit durian.

Berdasarkan penelitian dari University Chulalongkorn Thailand yang menyebutkan bahwa kulit durian memiliki kandungan selulosa terbanyak sekitar 50%-60% *carboxymethylcellulose* dan lignin 5%. Penggunaan selulosa ini dapat diaplikasikan karena bahan ini dapat mengikat bahan logam. Selulosa pada kulit durian memiliki tiga gugus hidroksil yang reaktif dan memiliki unit berulang-ulang yang membentuk ikatan hidrogen intramolekul dan antar molekul. Ikatan ini memiliki pengaruh yang besar pada kereaktifan selulosa terhadap gugus-gugus lain. Polimer selulosa terdiri dari monomer D-glukosa yang dapat dimodifikasi oleh gugus fosfat (Soekardjo, 1990).

Karbon aktif dapat berbentuk serbuk dan butiran yang merupakan suatu senyawa karbon yang mempunyai ciri-ciri khas berupa permukaan pori yang luas dan dalam jumlah yang banyak. Karbon aktif dengan luas permukaan yang besar dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, diantaranya sebagai penghilang warna, penghilang rasa, penghilang bau dan agen pemurni dalam industri makanan. Selain itu juga banyak digunakan dalam proses pemurnian air baik dalam proses produksi air minum maupun dalam penanganan limbah (Wu, 2004).

### 3. Metodologi

#### Bahan dan Alat

Alat yang digunakan adalah peralatan penggiling atau penumbuk, tanur, oven pemanas, timbangan digital, pengaduk, gelas porselin, *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dan *spectrophotometer*. Bahan yang digunakan adalah kulit durian, KOH, dan air gambut.

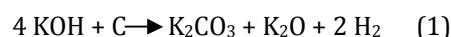
#### Perlakuan penelitian

Karbon aktif kulit durian dalam bentuk serbuk disintesis dengan mencampurkan arang kulit durian dan Kalium Hidroksida (KOH) dengan variasi konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Untuk menghasilkan karbon aktif digunakan metode pemanasan yaitu dengan melakukan pemanasan pada suhu 400 °C selama 2 jam untuk proses karbonisasi dan pada suhu 800 °C selama 2 jam untuk proses aktivasi. Karbon aktif akan dikarakterisasi dengan menggunakan SEM untuk mengetahui ukuran dan morfologi dari partikel tersebut.

Karbon aktif yang diperoleh diaplikasikan pada air gambut. Proses ini dilakukan dengan mencampurkan 100 ml air gambut dengan karbon aktif sebanyak 5 gram, kemudian diaduk dan dibiarkan sampai kotoran mengendap. Setelah kotoran mengendap air disaring dan dilakukan pengujian parameter besi (Fe) dengan menggunakan *spectrophotometer*. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Kesehatan Pontianak.

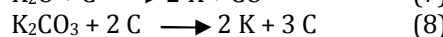
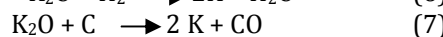
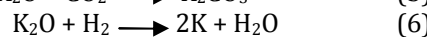
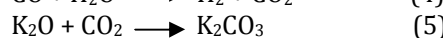
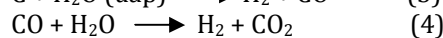
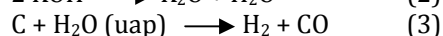
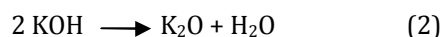
### 4. Hasil dan Pembahasan

Karbon aktif kulit durian diperoleh dengan cara memberikan perlakuan kimia dan fisika terhadap material kulit durian. Pada penelitian ini, bahan baku dikarbonisasi terlebih dahulu sehingga bahan baku yang dicampur dengan aktivator memiliki kandungan karbon yang tinggi. Adapun aktivator yang digunakan adalah KOH. Hal ini karena KOH sebagai aktivator dapat bereaksi dengan karbon dan KOH merupakan basa kuat sehingga bisa menghilangkan zat-zat pengotor dalam karbon sehingga membuat karbon menjadi lebih berpori seperti pada Gambar 1. Proses pemanasan karbon aktif melibatkan reaksi kimia di dalamnya. Reaksi kimia yang terjadi adalah



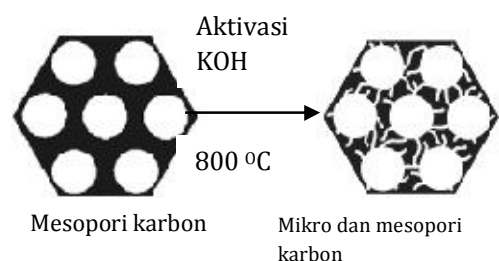
KOH bereaksi dengan karbon pada suhu tinggi untuk membentuk  $\text{K}_2\text{CO}_3$  serta  $\text{K}_2\text{O}$  dengan tambahan hidrogen. Mengingat dekomposisi KOH ke  $\text{K}_2\text{O}$  serta kemampuan mengurangi karbon, reaksi tambahan yang dilakukan selama

proses aktivasi seperti yang ditunjukkan pada reaksi berikut:



Uap yang dihasilkan persamaan 2 menyebabkan penghapusan karbon aktif sebagai CO seperti yang ditunjukkan dalam persamaan 3 yang mengarah ke pembentukan pori-pori. Karbon juga digunakan untuk mengurangi K+ ke K seperti yang ditunjukkan pada persamaan (7) dan (8).

Proses aktivasi karbon dengan KOH menghasilkan sejumlah mikropori dan mesopori seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Pembentukan mikropori dalam karbon mesopori pada aktivasi dengan KOH



Gambar 2. (a) hasil karbonisasi kulit durian dan (b) hasil aktivasi arang kulit durian

Hasil karbonisasi dan aktivasi arang kulit durian diperlihatkan pada Gambar 2. Proses karbonisasi dilakukan untuk mengurai selulosa menjadi unsur karbon dan mengeluarkan unsur-unsur nonkarbon dari dalam material dasar. Gambar 2(a) menunjukkan arang kulit durian yang merupakan hasil karbonisasi, warna yang terbentuk pada arang adalah hitam kecoklatan. Sebelum dikarbonisasi berat kulit durian yang didapat adalah sebanyak 5000 gram. Akan tetapi, setelah dibersihkan dan dijemur kulit durian yang didapat berkurang menjadi 1700

gram, dan setelah proses karbonisasi diperoleh arang sejumlah 500 gram. Penentuan persentase massa arang dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\% M_{ak} = \frac{M_{ak}}{M_{aw}} \times 100\% \quad (9)$$

dengan %  $M_{ak}$  adalah persentase massa akhir arang,  $M_{ak}$  adalah massa akhir arang kulit durian, dan  $M_{aw}$  adalah massa awal kulit durian. Dari persamaan (9) dihasilkan persentase massa akhir arang yaitu;

$$\% M_{ak} = \frac{500 \text{ gr}}{5000 \text{ gr}} \times 100\% = 10\% \quad (10)$$

Sementara itu, proses aktivasi dilakukan untuk menghilangkan hidrokarbon yang melapisi permukaan arang agar porositas arang dapat ditingkatkan. Gambar 2(b) memperlihatkan hasil arang setelah diaktivasi yang berwarna hitam pekat. Perbedaan warna pada kedua proses ini disebabkan pembakaran yang belum sempurna pada proses karbonisasi. Setelah melalui proses karbonisasi dan aktivasi, diperoleh karbon aktif kulit durian yang berbentuk serbuk.

Tabel 1. Massa Karbon Sebelum dan Sesudah Aktivasi (gram)

Konsentrasi (%)	Massa karbon sebelum diaktivasi (gram)	Massa karbon setelah aktivasi (gram)
5	47,4	23,5
10	45,0	23,1
15	42,5	20,7
20	40,0	20,0
25	37,5	19,0

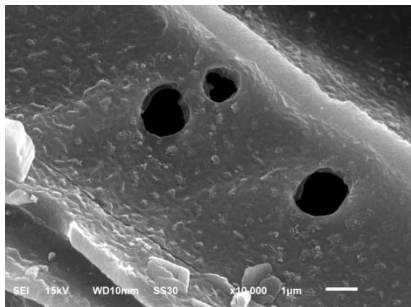
Perubahan karakteristik fisik selama proses aktivasi juga terlihat pada perubahan massa karbon aktif. Tabel 1 menunjukkan perubahan massa karbon aktif sebelum dan sesudah proses aktivasi pada tiap variasi konsentrasi aktivator. Setelah proses karbonisasi, arang karbon yang diperoleh adalah berbentuk serbuk dengan tekstur kasar, sedangkan setelah proses aktivasi diperoleh karbon aktif berbentuk serbuk dengan tekstur yang lebih halus. Massa karbon aktif sebelum aktivasi adalah lebih besar daripada sesudah aktivasi karena dalam proses aktivasi kotoran-kotoran yang menutupi pori-pori karbon ikut terlepas (teruapkan) seiring pertambahan suhu aktivasi. Melalui proses aktivasi ini pula, karbon akan memiliki daya serap yang semakin meningkat.

Hasil karakterisasi karbon aktif berupa morfologi permukaan yang menunjukkan

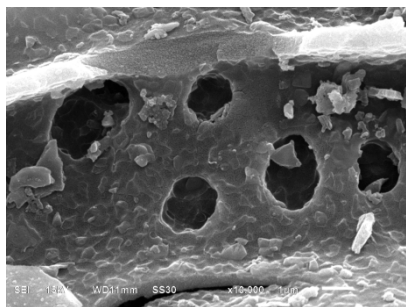
ukuran rata-rata pori karbon aktif menggunakan SEM dengan perbesaran 10.000 kali diperlihatkan pada Gambar 3 hingga Gambar 7. Ukuran partikel yang didapat adalah untuk karbon aktif dengan konsentrasi 5% menghasilkan ukuran rata-rata pori 1,357  $\mu\text{m}$  (Gambar 3), 10% menghasilkan ukuran rata-rata pori 1,611  $\mu\text{m}$  (Gambar 4), 15% menghasilkan ukuran rata-rata pori 2,042  $\mu\text{m}$  (Gambar 5), 20% menghasilkan ukuran rata-rata pori 4,513  $\mu\text{m}$  (Gambar 6) dan 25% menghasilkan ukuran rata-rata pori 8,277  $\mu\text{m}$  (Gambar 7). Ukuran rata - rata pori ini didapat dengan persamaan berikut:

$$\bar{D} = \frac{D_1 + D_2}{2} \quad (11)$$

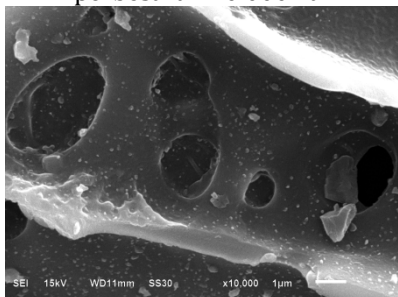
dengan  $\bar{D}$  adalah ukuran rata-rata pori,  $D_1$  adalah merupakan ukuran pori dengan arah horizontal dan  $D_2$  adalah ukuran pori dengan arah vertikal.



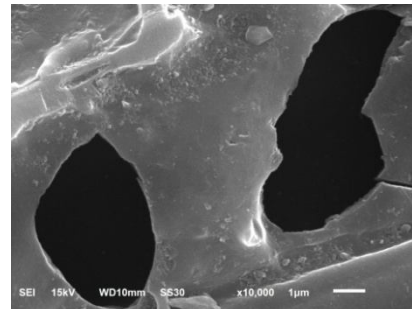
Gambar 3. Morfologi permukaan karbon aktif dengan konsentrasi 5% dan perbesaran 10.000 kali.



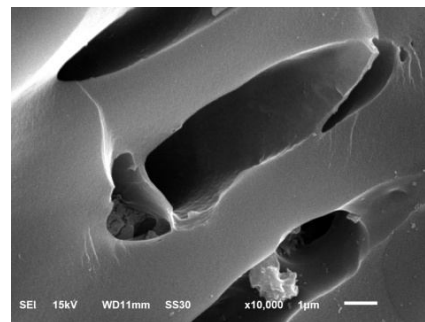
Gambar 4. Morfologi permukaan karbon aktif dengan konsentrasi 10% dan perbesaran 10.000 kali.



Gambar 5. Morfologi permukaan karbon aktif dengan konsentrasi 15% dan perbesaran 10.000 kali.



Gambar 6. Morfologi permukaan karbon aktif dengan konsentrasi 20% dan perbesaran 10.000 kali.



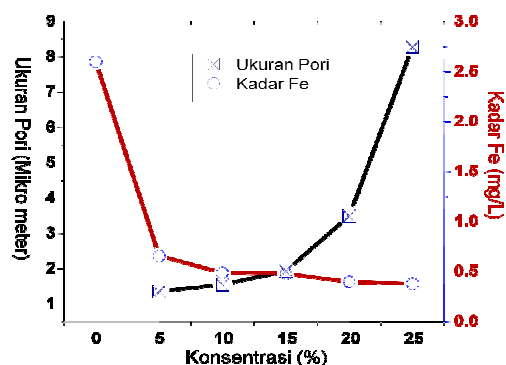
Gambar 7. Morfologi permukaan karbon aktif dengan konsentrasi 25% dan perbesaran 10.000 kali.

Pada pengaplikasian karbon aktif pada air gambut dengan pengurangan kandungan kadar besi (Fe), air gambut dikelompokkan dalam dua perlakuan, yaitu perlakuan tanpa penambahan karbon aktif sebagai parameter standar dan perlakuan dengan penambahan karbon aktif. Dari pengujian tersebut, semakin besar konsentrasi aktivatornya, maka kandungan besi yang dihasilkan semakin sedikit atau menurun. Hasil ukur air gambut sebelum dan sesudah perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil yang diperoleh juga menunjukkan bahwa dengan pencampuran karbon aktif, air gambut memiliki nilai ukur Fe di bawah batas ambang yang ditetapkan oleh pemerintah, yaitu dengan kadar maksimum 1,0 mg/L. Dari hasil yang diperoleh setelah perlakuan yaitu hasil ukuran rata-rata pori dengan SEM dan kandungan besi (Fe), dibuat grafik hubungan antara konsentrasi aktivator terhadap ukuran rata-rata pori dan daya serap Fe, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 8.

Tabel 2. Hasil ukur air gambut sebelum dan sesudah perlakuan dengan parameter kadar besi (Fe).

Konsentrasi Aktivator	Parameter	Satuan	Kadar Maks*)	Hasil
0%	Besi (Fe)	mg/L	1,0	2,60
5%	Besi (Fe)	mg/L	1,0	0,66
10%	Besi (Fe)	mg/L	1,0	0,49
15%	Besi (Fe)	mg/L	1,0	0,48
20%	Besi (Fe)	mg/L	1,0	0,40
25%	Besi (Fe)	mg/L	1,0	0,38

\*) Kadar Maksimum sesuai dengan PERMENKES RI No 416/Menkes/Per/ IX/1990.



Gambar 8. Hubungan antara konsentrasi aktivator, Ukuran Rata-rata Pori dan Daya Serap Terhadap Fe.

Gambar 8 memperlihatkan semakin besar konsentrasi aktivator, semakin besar pula ukuran porinya, sedangkan kandungan Fe yang tersisa semakin kecil. Hal ini terjadi karena semakin besar konsentrasi yang diberikan, maka semakin banyak pembesaran ukuran pori dan pembentukan pori baru yang terjadi serta daya serap karbon yang dihasilkan semakin besar, sehingga kandungan Fe yang tersisa semakin kecil.

## 5. Kesimpulan

Karbon aktif kulit durian dapat dimanfaatkan dalam proses penjernihan air gambut, yaitu dengan melihat penurunan kadar besi (Fe). Kondisi optimum diperoleh pada karbon aktif dengan konsentrasi 25% dengan ukuran rata-rata pori 8.277  $\mu\text{m}$ . Parameter besi yang dihasilkan adalah 0,38 mg/L dan berada di bawah ambang batas yang ditetapkan sesuai dengan PERMENKES No.416/Menkes/Per/IX/1990 yaitu 1,0 mg/L.

## 6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada DITJEN DIKTI yang telah membiayai penelitian ini melalui Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) dengan No. 021/SP2H/KPM/DIT.LITABMAS/V/2013, sehingga penelitian ini dapat berlangsung.

## 7. Daftar Pustaka

- Alqadrie R WN, Sudarmadji & Yuniarto T , 2000, *Pengolahan air gambut untuk persediaan air bersih*, Teknosains 13(2) Mei.
- Gultom, F., 2012, *Pengaruh Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Terhadap Kualitas Karbon Aktif dari Kulit Durian sebagai Adsorben Logam Cu*, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- Hasibuan, L., 2008, *Studi Penggunaan Karbon Aktif dari Kulit Durian untuk Meningkatkan Kualitas Minyak Jelantah*, Universitas Andalas, Padang.
- Rohmatun. 2006. *Studi Penurunan Kandungan Besi Organik dalam Air Tanah dengan Oksidasi H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-UV*.
- Said, N. I., 2008, *Teknologi Pengolahan Air Minum : Teknologi Pengolahan Air Gambut Sederhana*, BPPT Press.
- Soekardjo, 1990. *Kimia Anorganik: Cetakan kedua*. Rineka Cipta. Jakarta
- Suriawiria, U., 1996, *Air Dalam Kehidupan dan Lingkungan Yang Sehat*, Ed ke-1, Alumnus, Bandung.
- Sutrisno, T. & Suciastuti, 2002, *Teknologi Penyediaan Air Bersih*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Wardani, S. P., 2012, *Pengaruh Konsentrasi Asam Klorida terhadap Kualitas Karbon Aktif dari Kulit Durian sebagai Adsorben Logam Cu*, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.