

**ADSORPSI METANIL YELLOW MENGGUNAKAN KARBON AKTIF
LIMBAH CANGKANG BUAH KAWISTA (*Limonia Acidissima* L.)**

**ADSORPTION OF METHANYL YELLOW USING ACTIVATED CARBON
KAWISTA FRUIT SHELLS WASTE (*Limonia Acidissima* L.)**

**Dina Asnawati*, Sri Seno Handayani, Siti Raudhatul Kamali, Saprini Hamdiani,
Iwan Sumarlan, Made Ganesh Darmayanti dan Lala Ghina Aulia**

Program Studi Kimia Fakultas MIPA Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

*Email: dinaasnawati@unram.ac.id

Diterima: 25 Februari 2020. Disetujui: 13 Maret 2020. Dipublikasikan: 9 Juni 2020

Abstrak: Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik arang aktif serta kondisi optimum adsorpsi zat warna metanil kuning oleh arang aktif limbah cangkang buah kawista yang meliputi massa adsorben, waktu kontak, suhu dan pH. Arang aktif dibuat melalui proses aktivasi secara kimia yaitu dengan menggunakan zat aktivator HCl 1 M. Untuk mendapatkan arang aktif dengan karakteristik yang baik ditinjau dari kadar air, kadar abu dan kadar zat menguap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arang aktif limbah cangkang buah kawista yang diaktivasi dengan HCl 1 M menghasilkan arang aktif dengan karakteristik yang memenuhi standar baku mutu SNI 06-3730-1995, yaitu dengan kadar air 6,3%, kadar abu 9%, dan kadar zat menguap 3%. Hasil analisis dengan spektrofotometer FTIR menunjukkan bahwa arang aktif tersebut mempunyai gugus fungsi O-H pada 3435,13 cm^{-1} dan C=C pada 1621,22 cm^{-1} . Limbah cangkang buah kawista dapat digunakan sebagai adsorben dengan kapasitas adsorpsi sebesar 5,48 mg/gram pada kondisi optimum yaitu massa 1 gram selama 90 menit dengan suhu 80 °C dan pH 7 (netral).

Kata Kunci: *Adsorpsi, metanil yellow, arang aktif, cangkang buah kawista, HCl*

Abstract: The purpose of this study was to determine the characteristics of activated carbon and the optimum conditions of methanyl yellow dye adsorption by activated carbon from kawista fruit shells, including adsorbent mass, contact time, temperature and pH. Activated carbon was made through a chemical activation process using 1 M HCl activator substances to get activated carbon with good characteristics in terms of water level, ash level and evaporated levels. The results showed that the activated carbon of Kawista fruit shells activated by HCl 1 M produced activated carbon with characteristics that meet the standard quality of SNI 06-3730-1995, that was with a 6.3% water level, 9% ash level, and 3% evaporated level. The results of the analysis with FTIR spectrophotometer showed that the activated carbon had an O-H functional group at 3435.13 cm^{-1} and C = C at 1621.22 cm^{-1} . The Kawista fruit shell waste can be used as an adsorbent with an adsorption capacity of 5.48 mg / gram under optimum conditions, of 1 gram mass for 90 minutes with a temperature of 80 ° C and a pH of 7 (neutral).

Keywords: *Adsorption, methanyl yellow, activated carbon, kawista fruit shells, HCl*

PENDAHULUAN

Zat warna sintetik merupakan salah satu pencemar organik non biodegradabel yang umumnya dibuat dari senyawa azo dan turunannya dari gugus benzena. Senyawa azo bila terlalu lama berada di lingkungan, akan menjadi sumber penyakit karena sifatnya karsinogenik. Adapun zat warna sintetik yang mengandung senyawa azo yaitu *metanil yellow* [1]. *Metanil yellow* adalah pemberi warna kuning yang digunakan untuk industri tekstil dan cat yang bentuknya bisa berupa serbuk atau padatan. Biasanya digunakan secara ilegal pada industri mie, tahu, kerupuk dan jajanan berwarna kuning mencolok. *Metanil yellow* dapat menyebabkan iritasi, tumor dari berbagai jaringan hati, kandung kemih, saluran pencernaan, atau jaringan kulit bahkan kanker jika dikonsumsi dalam jangka panjang. *Metanil yellow* juga bertindak sebagai *tumor promoting agent* dan dapat menyebabkan kerusakan hati [2].

Limbah zat warna *metanil yellow* jika dialirkan ke perairan akan mengurangi kadar oksigen perairan tersebut karena oksigen tersebut justru digunakan sebagai pengoksidasi senyawa organik zat warna *metanil yellow*. Limbah yang dihasilkan dari zat warna *metanil yellow* dapat mengganggu proses biologis yang ada di dalam badan air, hal ini di sebabkan limbah yang di hasilkan dari zat warna merupakan senyawa organik, sehingga menghambat jalannya cahaya matahari di dalam air [3]. Oleh karena itu limbah dari zat warna *metanil yellow* perlu dilakukan pengolahan sebelum dilepaskan ke lingkungan [4].

Berbagai metode telah dilakukan untuk menangani permasalahan limbah industri khususnya penghilangan zat warna antara lain dengan metode koagulasi, penukar ion, ozonisasi dan fotokatalitik ZnO dan TiO₂. Tetapi metode-metode tersebut sulit diterapkan karena membutuhkan biaya yang relatif tinggi. Salah satu

metode yang relatif murah dan mudah yaitu metode adsorpsi. Adsorben yang relatif murah dapat dilakukan dengan cara pemanfaatan limbah, salah satu limbah yang dapat dimanfaatkan yaitu cangkang buah kawista. Cangkang kawista mengandung selulosa yang memiliki gugus aktif OH⁻ sehingga cangkang buah kawista diharapkan mampu menjadi adsorben yang baik untuk menangani limbah cair zat warna *metanil yellow*.

Beberapa adsorben dapat digunakan untuk proses adsorpsi salah satunya yaitu arang aktif. Arang aktif merupakan adsorben yang paling sering digunakan pada proses adsorpsi. Hal ini disebabkan karena arang aktif mempunyai daya adsorpsi dan luas permukaan yang lebih baik dibandingkan adsorben lainnya. Adapun kelebihan dari penggunaan arang aktif ini yaitu biaya yang digunakan lebih murah serta bahan dasar yang digunakan sebagai arang aktif merupakan material organik dengan kandungan karbon yang tinggi.

Cangkang buah kawista memiliki potensi yang dapat digunakan sebagai arang aktif jika dilihat dari kandungan kimia yang dimiliki. Adapun kandungan kimia yang dimiliki oleh cangkang buah kawista ini yaitu lignin 29,86%, selulosa 39,54% dan hemiselulosa 26,06% dengan kadar karbon 65,10% dan mampu menghasilkan buah sekitar 300-700 buah per pohon setiap tahunnya. Berdasarkan komposisi kimia yang dimiliki oleh cangkang kawista dan cangkang kelapa sawit dapat dikatakan bahwa cangkang kawista lebih baik dalam pengolahan menjadi arang aktif [5].

METODE PENELITIAN

Pembuatan Arang Aktif

Cangkang buah kawista dipisahkan dari daging buah, kemudian dibersihkan dan di keringkan dibawah sinar matahari selama 3-5 hari. Cangkang buah kawista yang telah kering kemudian di karbonisasi pada suhu 600°C selama 30 menit dalam tanur. Arang yang dihasilkan di gerus dalam mortar, kemudian di ayak dengan ayakan 140 mesh. Arang cangkang kawista yang telah di ayak kemudian di aktivasi secara kimia dengan cara di rendam dalam larutan HCl 1 M selama 24 jam. Sampel kemudian di saring dengan kertas saring, dan di cuci dengan aquades hingga pH 7 (netral). Sampel dikeringkan dalam oven dari suhu kamar sampai suhu 110°C selama 2 jam, kemudian dilanjutkan dengan analisis FTIR.

Karakterisasi Arang Aktif Cangkang Kawista (SNI No.06-3730-1995)

a. Penentuan Kadar zat mudah menguap

Sebanyak 1 gram arang aktif dimasukkan kedalam krus porselin dan dipanaskan sampai suhu 950°C dalam furnace. Setelah suhu tercapai, arang dibiarkan dingin dalam furnace dalam kondisi tidak

berhubungan dengan udara luar. Setelah dingin dimasukkan ke dalam desikator dan ditimbang.

b. Penentuan Kadar Air

Sebanyak 2 gram arang aktif dimasukkan kedalam krus porselin dan dipanaskan dalam oven pada suhu 110°C selama 2 jam. Kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga diperoleh berat konstan.

c. Penentuan Kadar Abu

Sebanyak 2 gram arang aktif dimasukkan kedalam krus porselin dan dikeringkan dalam oven selama 2 jam pada suhu 110°C. Selanjutnya arang aktif diabukan menggunakan tanur selama 1 jam dengan suhu 600°C. Abu yang diperoleh didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga berat konstan.

Optimasi Adsorpsi Arang Aktif Sebagai Adsorben Metanil Yellow

a. Massa optimum

Sebanyak 100 mL dengan konsentrasi 25 ppm *metanil yellow* dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL kemudian ditambahkan arang aktif cangkang kawista dengan massa 0,5 g, 1 g, 1,5 g, 2 g dan 2,5 g pada suhu ruang. Setelah itu, diaduk selama 30 menit menggunakan *rotary shaker* dengan kecepatan 100 rpm. Sampel kemudian disaring menggunakan kertas saring whatman. Di ukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis [6].

b. Waktu kontak

Sebanyak 100 mL dengan konsentrasi 25 ppm *metanil yellow* dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL kemudian ditambahkan arang aktif cangkang kawista dengan massa optimum pada suhu ruang. Setelah itu, diaduk selama 15, 30, 60, 90 dan 120 menit menggunakan *rotary shaker* dengan kecepatan 100 rpm. Sampel kemudian disaring menggunakan kertas saring whatman. Di ukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis [6].

c. Suhu optimum

Sebanyak 100 mL dengan konsentrasi 25 ppm *metanil yellow* dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL kemudian ditambahkan arang aktif cangkang kawista dengan massa optimum pada suhu 50 °C, 60 °C, 70 °C, 80 °C dan 85°C. Setelah itu, diaduk selama waktu optimum menggunakan *rotary shaker* dengan kecepatan 100 rpm. Sampel kemudian disaring menggunakan kertas saring whatman. Di ukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis [6].

d. Penentuan pH Optimum

Sebanyak 1 gram arang aktif dan 100 mL larutan *metanil yellow* 25 ppm yang telah diatur pH-nya mulai dari 4, 5, 6, 7 dan 8 dimasukkan ke

dalam erlenmeyer 100 mL. Pengaturan pH larutan dilakukan dengan menambahkan NaOH 0,1M atau HCl 0,1M. Labu erlenmeyer tersebut digojog menggunakan *rotary shaker* kecepatan 100 rpm selama 90 menit, kemudian hasilnya disaring dan diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Uji Efektivitas Arang Aktif untuk Menyerap Metanil Yellow

Sampel ditimbang sebanyak 1 gram kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Selanjutnya tambahkan 50 ml larutan *metanil yellow* dan kocok selama 90 menit. Filtrat kemudian dipipet sebanyak 2,5 ml lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 25 ml, lalu diencerkan dengan aquadest hingga larutan menjadi 25 ml. Ukur daya serapnya dengan alat spektrofotometer UV-Vis [7].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis FTIR

Berdasarkan hasil analisis spektrofotometer FTIR pada tabel 1 dapat dilihat bahwa arang aktif cangkang kawista memiliki gugus O-H, gugus C=C, gugus C-C alkana dan alkil serta gugus R=C-H alkena. Pada sampel arang kawista yang tidak di aktivasi, gugus fungsi C-C alkana muncul pada bilangan gelombang 1433,54 cm^{-1} , akan tetapi setelah terjadinya proses aktivasi dan setelah adsorpsi, gugus fungsi tersebut hilang. Terjadi pergeseran bilangan gelombang dari 1574,32 menjadi 1621,22 cm^{-1} pada gugus fungsi C=C, hal ini disebabkan oleh hilangnya pengotor, kemudian bergeser ke bilangan gelombang yang lebih rendah setelah arang aktif mengadsorpsi metanil yellow.

Tabel 1. Karakteristik FTIR Arang Cangkang Kawista

| Gugus Fungsi | Jenis Senyawa | Frekuensi Bilangan Gelombang (cm^{-1}) | Puncak Bilangan Gelombang (cm^{-1}) Hasil Penelitian | | |
|--------------|-------------------------|---|---|-------------------|------------------------|
| | | | Arang tanpa aktivasi | Arang teraktivasi | Arang Setelah Aplikasi |
| O-H | Alkohol | 3570-3200 | 3435,69 | 3435,13 | 3434,53 |
| C=C | Alkena, cincin aromatik | 1675-1500 | 1574,32 | 1621,22 | 1573,97 |
| C-C | Alkana dan Alkyl | 1350-1480 | 1433,54 | - | - |
| R=C-H | Alkena | 1000-650 | 875,1 | 878,9 dan 749,98 | 660,32 |

Karakterisasi Arang Aktif Cangkang Kawista

Karakterisasi arang aktif ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif yang dihasilkan melalui proses aktivasi kimia. Pengujian kualitas arang aktif dilakukan berdasarkan standar SNI No.06-3730-1995.

Tabel 2. Hasil Uji Kualitas Arang Aktif Cangkang Kawista

| Parameter | Arang Aktif HCl 1M | Syarat Mutu Arang Aktif SNI No. 06-3730-1995 |
|-------------|--------------------|--|
| Kadar Air | 6,3 % | Max 15% |
| Kadar Abu | 9 % | Max 10% |
| Zat Menguap | 3 % | Max 25% |

a. Kadar Air

Perhitungan kadar air bertujuan mengetahui sifat higroskopis dari karbon aktif, dimana umumnya karbon aktif memiliki sifat afinitas yang sangat besar terhadap air. Sifat yang sangat higroskopis inilah yang mengakibatkan karbon aktif digunakan sebagai absorben. Terikatnya molekul air yang ada pada karbon aktif oleh aktivator menyebabkan pori-pori pada karbon aktif semakin besar. Semakin besar poripori maka luas permukaan karbon aktif semakin bertambah.

Hal ini mengakibatkan meningkatnya kemampuan adsorpsi dari karbon aktif [8]. Berdasarkan hasil pada tabel 2 diperoleh kadar air arang aktif dari limbah cangkang buah kawista yang teraktivasi HCl 1 M sebesar 6,3%, dimana kadar air ini memenuhi syarat Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu dibawah 15%.

b. Kadar Abu

Penentuan kadar abu bertujuan untuk mengetahui jumlah oksida yang terkandung dalam arang aktif. Semakin banyak oksida, maka kadar abu arang aktif semakin tinggi sehingga dapat mengurangi tingkat penyerapan arang aktif terhadap gas dan larutan. Hal ini disebabkan karena mineral seperti kalsium, kalium, magnesium dan natrium menyebar dalam kisi arang aktif [9]. Berdasarkan hasil yang telah diperoleh didapatkan persentasi kadar abu arang aktif teraktivasi HCl 1 M sebesar 9%. Hal ini menunjukkan bahwa arang aktif tersebut memenuhi syarat Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu di bawah 10%.

c. Kadar Zat Menguap (Volatil Matter)

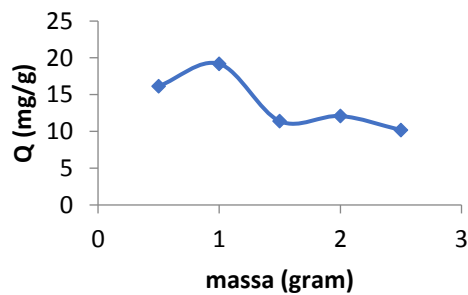
Pengujian kadar zat yang menguap bertujuan untuk mengetahui persentase zat atau senyawa yang belum menguap pada proses karbonisasi. Kadar zat yang menguap dapat

mempengaruhi daya serap arang aktif. Semakin tinggi kadar zat yang menguap pada arang aktif, semakin rendah daya serapnya. Persyaratan kadar zat yang menguap arang aktif berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) adalah maksimum 25 % [9]. Pada penelitian ini, kadar zat menguap arang aktif teraktivasi HCl 1 M sebesar 3 %. Hal ini membuktikan bahwa arang aktif cangkang kawista memenuhi syarat Standar Nasional Indonesia (SNI) dan memiliki daya serap yang baik.

Optimasi Adsorpsi Dengan Arang Aktif

a. Massa Optimum

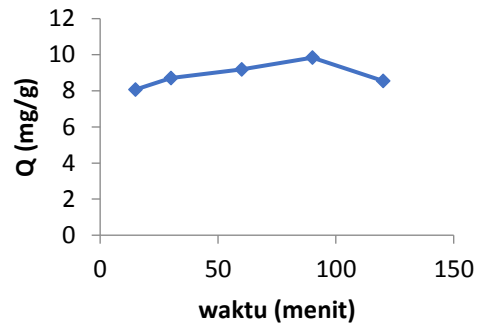
Gambar 1 menunjukkan bahwa massa adsorben optimal terjadi pada massa 1 gram dengan nilai kapasitas adsorpsi sebesar 19,19 mg/g. Kemudian semakin bertambahnya massa adsorben, nilai kapasitas adsorpsi yang dihasilkan semakin menurun. Hal ini disebabkan karena adsorben sudah dalam keadaan jenuh, sehingga penambahan adsorben tidak akan meningkatkan adsorpsi terhadap zat warna *metanil yellow*.



Gambar 1. Hubungan antara massa dengan kapasitas adsorpsi

b. Waktu Optimum

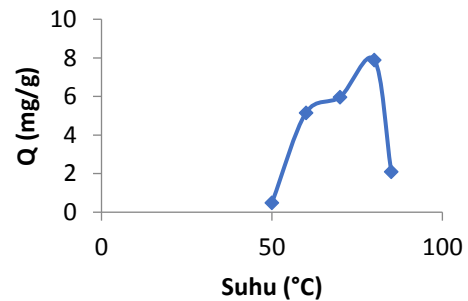
Gambar 2 menunjukkan bahwa kondisi optimal adsorpsi terjadi pada waktu 90 menit dengan nilai kapasitas adsorpsi sebesar 9,84 mg/g. Ketika telah melebihi waktu kontak optimum maka daya adsorpsi arang aktif akan berkurang, hal ini disebabkan karena telah terjadinya kesetimbangan antara metanil yellow dengan karbon aktif, ini berarti berarti bahwa pada saat terjadi kesetimbangan, adsorben tidak dapat menyerap adsorbat maka semakin kecil metanil yellow yang terjerap pada arang aktif.



Gambar 2. Grafik hubungan antara waktu dengan kapasitas adsorpsi

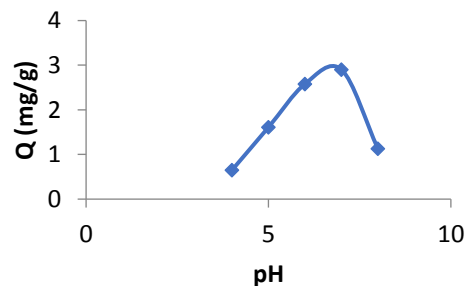
c. Suhu Optimum Adsorpsi Dengan Arang Aktif

Gambar 3 menunjukkan bahwa suhu optimum yang didapat pada penelitian ini yaitu pada suhu 80°C dengan nilai kapasitas adsorpsi 7,9 mg/g. Pada suhu 85°C, terjadi penurunan efisiensi adsorpsi. Hal ini disebabkan karena pada saat temperatur tinggi mengakibatkan rusaknya struktur arang.



Gambar 3. Grafik hubungan antara suhu dengan kapasitas adsorpsi

d. pH Optimum Adsorpsi Dengan Arang Aktif



Gambar 4. Grafik hubungan antara pH dengan kapasitas adsorpsi

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa pH optimum terjadi pada pH 7 atau netral dengan kapasitas adsorpsi sebesar 2,9 mg/g. Hal ini disebabkan karena pada kondisi netral gugus fungsi yang terdapat pada adsorben dapat mengikat zat warna secara maksimal. Kurva tersebut

menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi *metanil yellow* meningkat seiring dengan bertambahnya pH dari pH 4 sampai pH 7 dan kemudian adsorpsi menurun pada pH 8. Semakin tinggi pH maka penurunan jumlah ion *metanil yellow* semakin besar.

Efektivitas Daya Serap Arang Aktif Terhadap Metanil Yellow

Tabel 3. Kapasitas Adsorpsi *Metanil Yellow* (Konsentrasi awal=231,9 ppm)

| Adsorben | Konsentrasi <i>metanil yellow</i> setelah terserap (mg/L) | Kapasitas adsorpsi (Q) mg/gram |
|--|---|--------------------------------|
| Arang Sebelum di Aktivasi | 223,8 ppm | 0,40 mg/gram |
| Arang Aktif Cangkang Kawista Teraktivasi HCl | 122,3 ppm | 5,48 mg/gram |

Efektivitas daya serap terhadap *metanil yellow* dilakukan pada kondisi optimum dengan menggunakan arang aktif cangkang kawista teraktivasi HCl 1 M. Pada Tabel 3 terlihat bahwa kapasitas adsorpsi zat warna *metanil yellow* oleh arang aktif sebelum dan setelah diaktivasi dengan HCl 1 M secara berurutan yaitu 0,40 mg/gram dan 5,48 mg/gram. Besarnya nilai kapasitas adsorpsi setelah diaktivasi ini disebabkan karena pori-pori yang terdapat pada arang teraktivasi HCl telah terbuka sehingga dapat menyerap zat warna *metanil yellow* secara maksimal. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Arung dan Chadijah [10], arang aktif cangkang kakao diperoleh kapasitas adsorpsi sebesar 2,8687 mg/g pada konsentrasi aktivator HCl 1 M.

KESIMPULAN

Berdasarkan data dan pembahasan dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa arang aktif dari cangkang buah kawista dapat digunakan untuk mengadsorpsi *metanil yellow* dengan kadar air 6,3%, kadar abu 9%, dan kadar zat menguap 3%, dimana kondisi optimum adsorpsi zat warna *metanil yellow* oleh arang aktif cangkang buah kawista terjadi pada massa 1 gram selama waktu 90 menit dengan suhu 80 °C dan pH 7 (netral).

DAFTAR PUSTAKA

[1] Christina, P.M., Mu'nisatun S., & Rany S. (2007). Studi Pendahuluan Mengenai Degradasi Zat Warna Azo (Metil Orange) Dalam Pelarut Air Menggunakan Mesin

Berkas Elektron 350 keV/10 mA. *Jurnal Forum Nuklir*, 1(1). 32.

- [2] Safni, Sari, F. Maizatrisna, & Zulfarman. (2009). Degradasi Zat Warna Methanil Yellow Secara Sonolisis dan Fotolisis dengan Penambahan TiO₂ Anatase. *J. Sains Material Indonesia*, 1(1). 47 –51
- [3] Dianggoni, I., Edy S., & Jhon, A. P. (2017). Pengolahan Zat Warna Tekstil (Rhodamine B) dengan Teknologi AOP (Advance Oxidation Processes) menggunakan Katalis Ce@Carbon Sphere dan Oksidan Peroxymonosulfate. *Journal of Engineering Science and Technologi*, 4(2). 1-7.
- [4] Bhernama, Bhayu Gita. (2015). Degradasi Zat Warna Metanil Yellow dengan Penyinaran Matahari dan Penambahan Katalis TiO₂-SnO₂. *Lantanida Journal*. 3(2). 116-126.
- [5] Rao B.B, V. A. Raju & G. S. Karuna. (2018). Fabrication and Mechanical Behaviour of Limonia Acidissima Ash – Silicon Carbide Reinforced AL2024 Alloy Matrix Hybrid Composites. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, 4(3). 1795-1802.
- [6] Anjani, R. P & Toeti K. (2014). Penentuan Massa dan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Karbon Granular sebagai Adsorben Logam Berat Pb (II) dengan Pesaing Ion Na⁺. *Journal of Chemistry*. 3(3). 160.
- [7] Sari, R.A., M.L. Firdaus., & R. Elvia. (2017). Penentuan Kesetimbangan Termodinamika dan Kinetika Adsorpsi Arang Aktif Tempurung Kelapa Sawit Pada Zat Warna Reactive Red dan Direct Blue. *Jurnal Pendidikan Ilmu Kimia*, 1(1). 10-14.
- [8] Laos, L. E., & Selan, A. (2016). Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, 1(1). 32-36.
- [9] Surest, A. H., Permana, I., & Wibisono, R. G. (2010). Pembuatan Karbon Aktif Dari Cangkang Biji Ketapang. *Journal of Chemical Engineering Sriwijaya University*, 17(4).
- [10] Arung, S, M. Yudi & S. Chadijah. (2014). Pengaruh Konsentrasi Aktivator Asam Klorida (HCl) Terhadap Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao L.*) Pada Zat Warna Methanil Yellow. *Journal of Chemistry*. 2(1). 56.