



## KARBON AKTIF DARI LIMBAH KULIT SALAK DIMODIFIKASI DENGAN KULIT JERUK SEBAGAI ADSORBEN

\*Bangkit Triwijaya<sup>1</sup>, Galih Dwiki Ramanda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Bioteknologi, Institut Teknologi dan Kesehatan Muhammadiyah Kalimantan Barat, Kalimantan Barat, Indonesia

\*Email: [bangkit.triwijaya@alumni.uui.ac.id](mailto:bangkit.triwijaya@alumni.uui.ac.id)

### ABSTRACT

*This study aimed to synthesize activated carbon from salak peel waste modified with the addition of orange peel, with the primary objective of developing an effective activated carbon composite as an adsorbent for Methyl violet. The preparation of Salak/Orange Peel Activated Carbon (KAS/J) involved several stages, including carbonization, activation using a 20% KOH solution, and blending the activated carbon from salak peel with orange peel powder in 7:3 and 5:5 compositions. The adsorption mechanism is characterized by the attachment of molecules from a substance onto the surface of the adsorbent, often through weak interactions such as Van der Waals forces or hydrogen bonds. The results showed that the KAS/J composite with 7:3 and 5:5 ratios had optimal adsorption capacity at a mass of 0.03 g, with adsorption percentages of 81.60% and 68.9%, respectively. At a Methyl violet concentration of 150 ppm, the KAS/J composite with a 7:3 and 5:5 ratio achieved adsorption percentages of 90.8% and 89.9%, respectively. The KAS/J material demonstrated significant potential as an adsorbent material that can be applied in environmental waste treatment.*

**Keywords:** Activated carbon, Adsorbent, Adsorption, Salak peel, Methyl violet

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis karbon aktif dari limbah kulit salak yang dimodifikasi dengan tambahan kulit jeruk, dengan tujuan utama mengembangkan komposit karbon aktif yang efektif sebagai adsorben untuk *Methyl violet*. Proses pembuatan Karbon Aktif Salak/Jeruk (KAS/J) melibatkan beberapa tahapan, termasuk karbonisasi, aktivasi menggunakan larutan KOH 20%, serta pencampuran karbon aktif dari kulit salak dengan serbuk kulit jeruk dalam komposisi 7:3 dan 5:5. Mekanisme adsorpsi ditandai dengan molekul-molekul dari suatu zat menempel pada permukaan adsorben, sering kali melalui interaksi yang lemah seperti gaya *Van der Waals* atau ikatan *hydrogen*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit KAS/J dengan rasio 7:3 dan 5:5 memiliki kapasitas adsorpsi optimal pada massa 0,03 g, dengan persentase adsorpsi masing-masing sebesar 81,60% dan 68,9%. Pada konsentrasi *Methyl violet* 150 ppm, komposit KAS/J dengan rasio 7:3 dan 5:5 mencapai persentase adsorpsi sebesar 90,8% dan 89,9%. Material KAS/J menunjukkan potensi signifikan dari komposit KAS/J sebagai material adsorben yang dapat diaplikasikan dalam pengolahan limbah lingkungan.

**Kata kunci:** Adsorben, Adsorpsi, Karbon aktif, Kulit salak, *Methyl violet*

### PENDAHULUAN

Industri tekstil di Indonesia telah mengalami pertumbuhan yang signifikan, namun hal ini juga membawa dampak serius terhadap lingkungan, terutama melalui limbah cair yang dihasilkan. Limbah cair ini sering mengandung zat warna berbahaya, salah satunya adalah *Methyl violet*, yang dikenal sulit terdegradasi dan memiliki potensi karsinogenik (Nurhasni dkk., 2014; Herry dan Ambar, 2016). Zat warna dalam limbah industri tekstil bersifat nonbiodegradable

karena mengandung senyawa aromatik kompleks, termasuk gugus azo, yang sulit diuraikan oleh mikroorganisme (Liu dan Pan, 2012; Daniel dkk., 2013). Stabilitas zat warna ini di lingkungan menambah tantangan dalam pengelolaan limbah industri tekstil (Wardhalia dan Rusdi, 2017).

Salah satu pendekatan yang telah dikenal efektif dalam mengatasi masalah pencemaran limbah cair ini adalah metode adsorpsi menggunakan karbon aktif. Karbon aktif merupakan bahan padat berpori dengan kandungan karbon sekitar 85-95%, memiliki struktur pori-pori yang luas dan permukaan yang besar, sehingga sangat efektif dalam proses adsorpsi berbagai zat, termasuk zat warna yang sulit terdegradasi (Gupta, 2009; Nafi'ah, 2016; Wahab dkk., 2005). Berbagai sumber biomassa, terutama dari limbah pertanian, dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku karbon aktif, seperti biji kurma, sabut kelapa, dan kulit salak (Aziz, 2016).

Kulit salak (*Salacca zalacca*), yang merupakan limbah dari produksi buah asli Indonesia, memiliki potensi besar untuk diolah menjadi karbon aktif karena kandungan selulosanya yang tinggi (Dewi, 2012). Produksi salak di Indonesia mencapai lebih dari 10.000 ton per tahun, sehingga kulit buah ini sering menjadi limbah yang melimpah (Turmuzi dkk., 2015). Selain kulit salak, kulit jeruk juga merupakan limbah pertanian yang kaya akan selulosa, hemiselulosa, lignin, dan pektin, dan telah terbukti efektif sebagai bahan adsorben yang murah dan melimpah (Liang dkk., 2009).

Dalam penelitian ini, komposit karbon aktif yang dibuat dari limbah kulit salak dimodifikasi dengan kulit jeruk sebagai adsorben. Kombinasi ini diharapkan dapat menghasilkan material adsorben dengan peningkatan kapasitas adsorpsi dan kestabilan termal, yang dapat mengatasi masalah pencemaran zat warna berbahaya dalam limbah industri tekstil secara lebih efektif. Penelitian ini menawarkan pendekatan baru dalam pemanfaatan limbah pertanian untuk pengembangan material fungsional yang ramah lingkungan dan berdaya guna tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis komposit karbon aktif dari kulit salak yang dimodifikasi dengan kulit jeruk sebagai adsorben untuk zat warna *Methyl violet*. Penggunaan komposit ini diharapkan tidak hanya meningkatkan efektivitas adsorpsi, tetapi juga menyediakan solusi pengolahan limbah cair yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan bagi industri tekstil. Dengan memanfaatkan limbah pertanian seperti kulit salak dan kulit jeruk, penelitian ini juga berkontribusi pada pengurangan limbah dan peningkatan nilai tambah dari material yang sebelumnya tidak dimanfaatkan.

## **BAHAN DAN METODE**

### **TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN**

Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan limbah kulit salak pondoh dari daerah Turi, dengan koordinat -7.64060, 110.3891 (Gambar 1). Limbah kulit jeruk diperoleh dari pedagang jeruk peras yang berlokasi di Jl. Pandanaran, Selman, dengan koordinat -7.7028, 110.4129 (Gambar 2). Seluruh rangkaian eksperimen dilaksanakan di Laboratorium Riset Kimia (LRK) dan Laboratorium Terpadu, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia, yang terletak di Jalan Kaliurang KM.14,5, Sleman, Yogyakarta. Penelitian ini berlangsung dari bulan November 2021 hingga Maret 2022. Penentuan lokasi pengumpulan sampel dan pelaksanaan penelitian menggunakan koordinat GPS yang diperoleh melalui aplikasi Google Maps untuk memastikan ketepatan dan spesifikasi tempat penelitian.

### **ALAT DAN BAHAN**

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi oven, neraca analitik, cawan porselen, pengaduk kaca, blender, spatula, kaca arloji, pipet tetes, serta pipet ukur dengan kapasitas 1, 5, dan 25 mL. Selain itu, digunakan Erlenmeyer berkapasitas 100 dan 250 mL, labu ukur 25, 100, dan 250 mL, gelas beker berkapasitas 100, 250, dan 500 mL, alu dan mortar, magnetic stirrer, furnace (Vulcan A-550), dan shaker (Selogex SK-O330-pro).

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini termasuk kulit jeruk yang diperoleh dari pedagang buah di sekitar Universitas Islam Indonesia, *Methyl violet*, kalium hidroksida (KOH) 20% (KgaA), asam klorida (HCl) 1M (KgaA), aseton (CH<sub>3</sub>COCH<sub>3</sub>) 90%, akuades (H<sub>2</sub>O), kertas saring, dan tisu.

### **METODE PENELITIAN**

#### **a. Preparasi Kulit Jeruk dan Karbonisasi Kulit Salak**

Kulit jeruk dicuci menggunakan air hingga bersih, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari hingga mencapai kondisi kering sempurna. Setelah itu, kulit jeruk dipotong kecil-kecil dan dihancurkan menggunakan blender hingga menjadi serbuk. Serbuk tersebut kemudian diayak dengan ayakan 100 mesh untuk memastikan keseragaman ukuran partikel. Kulit salak juga dicuci bersih dengan air mengalir, dikeringkan di bawah sinar matahari selama tiga hari, dan dipotong kecil-kecil. Proses karbonisasi kulit salak dilakukan di dalam furnace pada suhu 300°C selama satu jam hingga berubah menjadi arang. Arang yang dihasilkan kemudian didinginkan

dalam desikator selama sekitar 30 menit. Setelah dingin, arang digerus dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh untuk mendapatkan ukuran partikel yang seragam (Alifaturrahma, 2017).

**b. Aktivasi Karbon Kulit Salak**

Proses aktivasi dimulai dengan merendam kulit salak dalam larutan KOH 20% selama 20 jam. Setelah proses perendaman selesai, kulit salak dikeringkan selama 24 jam. Arang yang dihasilkan kemudian mengalami karbonisasi ulang pada suhu 300°C selama satu jam. Serbuk arang yang terbentuk selanjutnya dicuci dengan larutan HCl 1M dan akuades hingga mencapai pH 6-7, dan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama dua jam.

**c. Sintesis Komposit Karbon Aktif Kulit Salak/Jeruk**

Proses sintesis komposit dilakukan dengan menimbang masing-masing serbuk kulit jeruk sebanyak 7 g dan 5 g, yang kemudian dimasukkan ke dalam gelas beker terpisah. Larutan aseton sebanyak 70 mL dan 50 mL ditambahkan ke dalam masing-masing gelas beker, diikuti dengan pengadukan menggunakan magnetic stirrer selama 3 jam. Setelah itu, karbon aktif dari kulit salak sebanyak 3 g dan 5 g ditambahkan ke dalam masing-masing gelas beker yang terpisah. Campuran ini kembali diaduk menggunakan magnetic stirrer hingga tercampur secara homogen. Pelarut yang masih tersisa dalam campuran kemudian dipisahkan melalui proses penguapan, dan endapan yang terbentuk dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C (Alifaturrahma, 2017).

**d. Larutan Standar *Methyl violet* 100 ppm**

Sebanyak 0,25 g *Methyl violet* dilarutkan dalam 250 mL akuades hingga homogen, menghasilkan larutan induk 1000 ppm. Selanjutnya, 10 mL larutan induk ini diencerkan dengan akuades hingga 100 mL, menghasilkan larutan standar *Methyl violet* 100 ppm.

**e. Penentuan Panjang Gelombang Maksimum *Methyl violet***

Penentuan panjang gelombang maksimum *Methyl violet* dilakukan dengan mengukur absorbansi larutan standar dalam rentang panjang gelombang 400-700 nm menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi panjang gelombang di mana *Methyl violet* menunjukkan absorbansi tertinggi, yang akan digunakan sebagai acuan dalam analisis selanjutnya. Pengukuran dilakukan dengan hati-hati untuk memastikan akurasi hasil, sesuai dengan metode yang digunakan dalam penelitian sebelumnya untuk menentukan panjang gelombang optimal bagi zat pewarna (Alifaturrahma, 2017).

**f. Uji Aktivitas Adsorpsi**

**1. Perbandingan Komposisi Variasi Adsorben**

Uji adsorpsi dilakukan pada suhu ruang dengan menggunakan variasi komposisi adsorben. Komposit adsorben dengan rasio 7:3 dan 5:5 dari karbon aktif kulit salak dan kulit jeruk, masing-masing seberat 0,03 g, dimasukkan ke dalam larutan *Methyl violet* dengan konsentrasi 25 ppm pada pH 6-7. Campuran dihomogenkan selama 30 menit pada kecepatan 290 rpm. Setelah homogenisasi, campuran disaring dan nilai absorbansi filtrat diukur menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 581,5 nm.

**2. Variasi Massa Optimum**

Proses adsorpsi dilakukan pada suhu ruang dengan menggunakan komposit adsorben dengan rasio 7:3 dan 5:5 pada variasi massa 0,05; 0,1; 0,15; dan 0,2 g. Setiap sampel dicampurkan dengan 25 mL larutan *Methyl violet* 25 ppm pada pH 6-7, lalu dihomogenkan selama 30 menit pada kecepatan 290 rpm. Setelah proses homogenisasi, campuran disaring, dan nilai absorbansi filtrat diukur menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 581,5 nm.

**3. Variasi Konesntrasi *Methyl violet***

Bobot komposit yang optimal digunakan dalam larutan *Methyl violet* dengan variasi konsentrasi 25, 50, 75, 100, dan 150 ppm. Setelah pencampuran dilakukan selama 30 menit pada kecepatan 290 rpm, larutan disaring, dan nilai absorbansi filtrat diukur menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 581,5 nm. Persentase adsorpsi dihitung berdasarkan rumus yang diacu dari penelitian sebelumnya (Vincent et al., 2013).

$$\% \text{Adsorpsi} = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100\%$$

Keterangan:

C<sub>0</sub> = Konsentrasi awal larutan, dalam satuan mg/L

C<sub>e</sub> = Konsentrasi larutan pada kesetimbangan, dalam satuan mg/L

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Preparasi Kulit Jeruk dan Pembuatan Karbon Aktif Kulit Salak

Kulit jeruk dicuci dengan air bersih, kemudian dibilas menggunakan akuades untuk menghilangkan kontaminan permukaan. Pengeringan dibawah sinar matahari mengurangi kadar air dan dipotong kecil-kecil meningkatkan luas permukaan. Serbuk kulit jeruk yang dihasilkan disajikan pada (Gambar 3).

Kulit salak dikarbonisasi pada suhu sekitar 275°C dalam *furnace* pada temperatur 300°C. Hasil karbonisasi, yang berupa arang kulit salak berwarna hitam seperti yang terlihat pada (Gambar 4). Penghalusan dan penyaringan bertujuan untuk memperkecil ukuran partikel, sehingga meningkatkan luas permukaan yang berhubungan dengan larutan aktivator dalam proses aktivasi kimia.

Arang kulit salak yang dihasilkan dari proses karbonisasi selanjutnya menjalani aktivasi kimia dengan larutan KOH 20%, suatu tahap kritis dalam meningkatkan performa adsorben. Proses ini melibatkan perendaman arang dalam larutan KOH dengan rasio massa 1:4, di mana aktivasi kimia dirancang untuk memperluas luas permukaan spesifik dan memperbesar pori-pori mikro pada karbon aktif. Peningkatan ini secara signifikan memperkuat kapasitas adsorpsi karbon aktif, memungkinkan penyerapan molekul-molekul target dengan efisiensi yang lebih tinggi. Aktivasi kimia memicu reaksi yang secara efektif memperluas struktur pori, yang merupakan faktor kunci dalam optimalisasi kapasitas adsorpsi.

Proses pengeringan yang dilakukan setelah aktivasi bertujuan untuk menguapkan sisa larutan KOH, memastikan tidak ada residu yang tersisa yang dapat mengganggu kemurnian dan stabilitas karbon aktif. Pada tahap karbonisasi akhir, gugus hidroksil (-OH) yang masih ada dalam struktur karbon aktif mengalami dekomposisi termal, yang mengarah pada pembentukan rantai karbon baru. Proses ini tidak hanya memperkuat struktur material tetapi juga meningkatkan stabilitas termal dan kimiawi karbon aktif, menjadikannya lebih efektif dalam aplikasi adsorpsi lanjutan (Caroline et al., 2015).

Aktivasi kimia pada suhu tinggi memfasilitasi pembentukan struktur pori yang lebih besar, yang berkontribusi signifikan terhadap peningkatan luas permukaan spesifik karbon aktif. Pasca aktivasi, karbon aktif mengalami pencucian dengan larutan HCl 1M, yang bertujuan untuk membersihkan residu KOH sebagai basa kuat dari proses sebelumnya. Tahap ini esensial guna memastikan bahwa karbon aktif bebas dari kontaminan basa yang berpotensi mengganggu performa material dalam aplikasi selanjutnya. Pencucian dilanjutkan menggunakan akuades hingga mencapai pH netral (6-7), dengan tujuan untuk menghilangkan sisa-sisa bahan kimia dan menjamin kemurnian karbon aktif yang optimal. Setelah proses pencucian, karbon aktif dikeringkan dalam oven untuk menghilangkan kadar air residual, diikuti dengan pendinginan dalam desikator guna memastikan stabilitas termal dan fisik dari produk akhir (Gambar 5).

### 2. Komposit Karbon Aktif Kulit Salak/Jeruk

Adsorben komposit ini dikembangkan dengan memodifikasikan karbon aktif yang berasal dari kulit salak dengan serbuk kulit jeruk. Dalam komposit ini, karbon aktif dari kulit salak berfungsi sebagai penguat (*reinforcement*), sedangkan serbuk kulit jeruk berperan sebagai matriks, yang bertanggung jawab dalam transfer energi pengikat dalam struktur komposit (Ajeng, 2014). Proses pembuatan komposit ini dimulai dengan persiapan karbon aktif dari kulit salak dan serbuk kulit jeruk dalam berbagai variasi massa. Selanjutnya, aseton ditambahkan ke dalam campuran tersebut dalam gelas beker, kemudian diaduk menggunakan stirrer selama 3 jam. Aseton berperan sebagai pelarut yang melarutkan selulosa dalam serbuk kulit jeruk, sehingga memungkinkan serbuk kulit jeruk menempel lebih efektif pada permukaan karbon aktif (Gambar 5).

### 3. Penentuan Perbandingan Komposisi Variasi Adsorpsi

Penelitian ini menganalisis komposit kulit jeruk-karbon aktif (KAS/J) dengan berbagai rasio untuk menentukan komposit yang paling efektif dalam adsorpsi zat warna *Methyl violet*. Hasilnya menunjukkan bahwa komposit dengan rasio KAS/J 7:3 memiliki efisiensi adsorpsi tertinggi sebesar 81,6%, yang menunjukkan bahwa peningkatan proporsi kulit jeruk dalam komposit secara signifikan meningkatkan kapasitas adsorpsi. Hal ini dikaitkan dengan luas permukaan spesifik yang tinggi serta keberadaan gugus fungsional karboksil dan hidroksil pada pektin kulit jeruk, yang berperan penting dalam mekanisme adsorpsi. Sebaliknya, aktivasi karbon aktif dengan KOH hanya meningkatkan luas permukaan tanpa memberikan peningkatan signifikan terhadap kapasitas adsorpsi. Persentase adsorpsi komposit KAS/J dianalisis menggunakan Spektrofotometer UV-Vis, dengan hasil yang ditampilkan pada Gambar 6. Serbuk kulit jeruk menunjukkan persentase adsorpsi tertinggi sebesar 76,3%, dibandingkan dengan karbon aktif dari kulit salak yang hanya mencapai 63,2%. Efektivitas adsorpsi yang tinggi dari serbuk kulit jeruk ini disebabkan oleh luas permukaannya yang besar (0,7069 m<sup>2</sup>/g) serta kandungan pektin dengan gugus fungsional karboksil dan hidroksil, yang menjadikannya adsorben yang efektif untuk *Methyl violet* (El-Said et al., 2013). Komposit KAS/J dengan rasio 7:3 menunjukkan persentase adsorpsi

sebesar 81,6%, yang menegaskan bahwa semakin tinggi proporsi serbuk kulit jeruk dalam komposit, semakin besar kapasitas adsorpsi terhadap zat warna *Methyl violet*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.

#### 4. Penentuan Massa Optimum *Methyl violet*

Uji untuk menentukan massa optimum komposit KAS/J dalam menyerap zat warna *Methyl violet* dilakukan untuk mengetahui pada massa berapa komposit tersebut mencapai penyerapan maksimal. Pengukuran menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 581,5 nm menghasilkan nilai absorbansi dari larutan *Methyl violet* setelah proses adsorpsi. Nilai persentase adsorpsi dari komposit KAS/J disajikan dalam (Tabel 1). Massa adsorben komposit KAS/J memengaruhi kapasitas adsorpsi dalam menyerap *Methyl violet*. Daya adsorpsi tertinggi tercatat pada massa 0,03 g untuk masing-masing komposit, dengan persentase adsorpsi sebesar 81,6% untuk komposit 7:3 dan 68,92% untuk komposit 5:5. Berdasarkan persentase adsorpsi yang diperoleh dari berbagai variasi massa adsorben, terlihat bahwa peningkatan massa adsorben justru menurunkan kapasitas adsorpsi. Hal ini kemungkinan terjadi karena terbentuknya lapisan pada permukaan adsorben yang cepat jenuh oleh adsorbat, sehingga mengurangi efektivitas penyerapan (Nurlaili, 2017). Kurva yang menunjukkan hubungan antara variasi massa komposit KAS/J dengan persentase adsorpsi dapat dilihat pada (Gambar 7).

#### 5. Penentuan Konsentrasi Optimum *Methyl violet*

Uji penentuan konsentrasi optimum dalam penyerapan *Methyl violet* dilakukan untuk mengetahui konsentrasi adsorbat yang optimal yang dapat diadsorpsi oleh adsorben. Konsentrasi adsorbat memainkan peran penting dalam efisiensi proses adsorpsi. Nilai absorbansi diperoleh dari hasil pengukuran Spektrofotometer UV-Vis setelah proses adsorpsi *Methyl violet*. Persentase (%) adsorpsi dari komposit KAS/J ditampilkan pada (Tabel 2). Selain itu, kurva yang menunjukkan hubungan antara variasi konsentrasi dan persentase adsorpsi yang dihasilkan oleh komposit KAS/J dalam proses adsorpsi *Methyl violet* disajikan pada (Gambar 8). Terjadi peningkatan persentase (%) adsorpsi pada setiap komposit yang diuji. Dari (Gambar 8), terlihat bahwa konsentrasi *Methyl violet* yang dapat diserap secara optimal oleh komposit KAS/J adalah pada konsentrasi 150 ppm, dengan komposit 7:3 mencapai persentase adsorpsi sebesar 90,8% dan komposit 5:5 sebesar 89,9%. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi *Methyl violet* menyebabkan peningkatan persentase penyerapan. Semakin tinggi konsentrasi awal adsorbat, semakin besar peluang terjadinya adsorpsi, yang memungkinkan lebih banyak molekul *Methyl violet* terikat pada situs aktif di permukaan padatan.

### KESIMPULAN

komposit karbon aktif yang dibuat dari limbah kulit salak dan kulit jeruk (KAS/J) menunjukkan potensi signifikan sebagai adsorben untuk aplikasi lingkungan. Komposit dengan rasio 7:3 dan 5:5 menunjukkan kemampuan adsorpsi yang tinggi terhadap zat warna *Methyl violet*, dengan massa adsorpsi optimum pada 0,03 g dan konsentrasi adsorbat optimum pada 150 ppm. Persentase adsorpsi tertinggi dicapai oleh komposit KAS/J 7:3 dengan nilai 90,8%, menunjukkan efektivitas yang lebih baik dibandingkan dengan komposit 5:5. Hasil ini mengindikasikan bahwa komposit KAS/J dapat menjadi solusi efektif dalam aplikasi adsorpsi untuk pengolahan limbah.

### REFERENCES

- Ajeng, A. E., Dhoni, H., 2014, Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Jeruk Keprok (*Citrus Reticulata*) Untuk Adsorpsi Pewarna *Remazol Brilliant Blue*, *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, No 2, Vol 3.
- Alifaturrahma, P., dan Okik H., C., 2017, Pemanfaatan Kulit Pisang Kepok Sebagai Adsorben Untuk Menyisihkan Logam Cu, *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 8 (2).
- Aziz, dan Tamzil., 2016, Penurunan Kadar FFA dan Warna Minyak Jelantah Menggunakan Adsorben Dari Biji Kurma dan Kulit Salak, *Jurnal Teknik Kimia*, 22 (1), 43-48.
- Caroline, S., Matthew A, Adebayo, Eder C. Lima, Renato Cataluna Pascals, Thue, Lizie D.T. Prola, M.J. Puchana-Rosero, Fernando M. Machado, Flavio A, Pavan, G.L. Dotto., 2015, Microwave-Assisted Activated Carbon From Cocoa Shell as Adsorbent For Removal of Sodium Diclofenac and Nimesulide From Aqueous Effluents, *Journal of Hazardous Materials*, Vol.289.
- Daniel, M., Luna, G., Flores, E. D., Angela, D., Genuino, D., Futualan, C. M., and Wan, M., 2013, Adsorption of Eriochrome Black T (EBT) Dye using Activated Carbon Prepared from Waste Rice hulls – Optimization, Isotherm and Kinetic Studies, *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 44 (4), 646-653.
- Dewi, S., dan Indah N., 2012, Sabut Kelapa sebagai Penyerap Cr (VI) dalam Air Limbah, *Jurnal Teknik Waktu*, 10(1), 23-27.
- El-Said, A.G., Gamal A.M., dan Heba F.M., 2013, Potential Application of Orange Peel as an Eco-Friendly Adsorbent for Textile Dyeing Effluents, *Research Journal of Textile and Apparel*, 7 (4), 31-39.
- Gupta VK., 2009, Application of low-cost Adsorbents for dye removal-A review, *J Environ Manage*, 90, 2313-2342.
- Herry P., dan Ambar R. K., 2016, Pemanfaatan Tongkol Jagung Untuk Adsorpsi Zat Warna *Reactive Blue 19*, *Jurnal Teknik Kimia UMS*. ISSN 24077-9189. Hlm 41-47.
- Liang, S. Guo, X.Y.; Feng, N.C. and Tian, Q.H., 2009, Isotherms, Kinetic and Thermodynamic Studies of Adsorption of Cu<sup>2+</sup> and Cd<sup>2+</sup> from Aqueous Solutions by Mg<sup>2+</sup>/K<sup>+</sup> Type Orange Peel Adsorbents, *Journal of hazardous material*, 174 (1-3), 756-762.

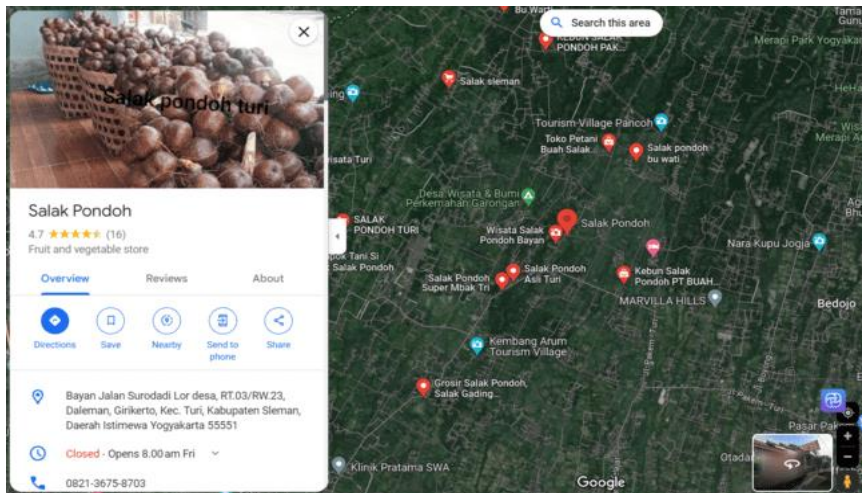
- Liu, Q. Q., and Pan, C Y., 2012, A Novel Route to Treat Wastewater Containing Cationic Dyes, *Sep, Sei, Technol.*, 47,630.
- Nafi'ah, R., 2016, Kinetika Adsorpsi Pb (II) Dengan Adsorben Arang Aktif Dari Sabut Siwalan, *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*, 1(2).
- Nurhasni, Hendrawati, Nubzah, S., 2014, Sekam Padi untuk Menyerap Ion Logam Tembaga dan Timbal dalam Air Limbah, *Jurnal Sains dan Teknologi*, Vol.4 No. 1, 36-44.
- Nurlaili, T., Kurniasari, L. And Ratnani, R.D., 2017, Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam Sebagai Adsorben Zat Warna *Methyl Orange* dalam Larutan, *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 2(2).
- Turmuzi, M., dan Arion, S., 2015, Pengaruh Suhu dalam Pembuatan Karbon Aktif Kulit Salak (*Salacca edulis*) dengan Impregnasi Asam Fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>), *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(1).
- Vincent, L., Aditya P., and Arenst A., 2015, Sintesis Karbon Aktif dari Kulit Salak dengan Aktivasi Kimia-Senyawa KOH Sebagai Adsorben Proses Adsorpsi Zat Warna Metilen-Biru, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung
- Wahab, Nemr, Sikaily, dan Khaled., 2005., Use of Rice Husk for Adsorption of Direct Dyes from Aqueous Solution: A Case Study of Direct F. Scarlet, *Egyptian Journal of Aquatic Research*, Vol 31 (1): 1-11.
- Wardhalia dan Rusdi., 2017, Pengaruh Waktu Karbonisasi Pada Adsorben Cangkang Kacang Tanah Terhadap Degradasi Zat Warna *Methyl violet*, *Jurnal Teknik Kimia*, 6 (4), 176-179.

**Tabel 1.** Penentuan Massa Optimum Komposit KAS/J

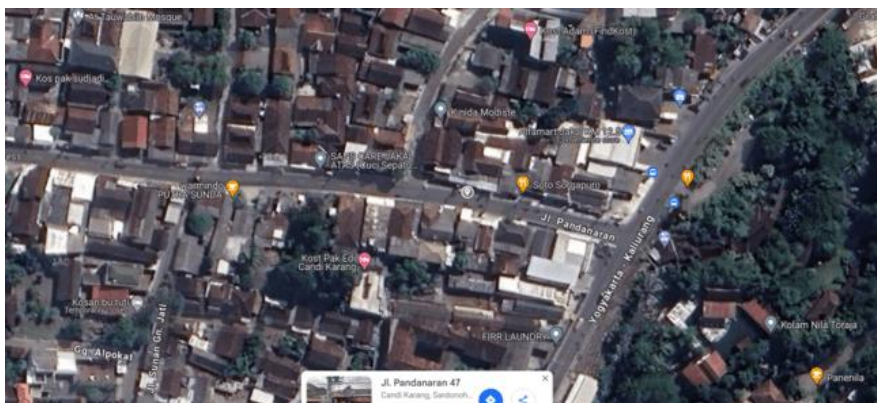
Massa (gram)	% Adsorpsi 7:3	% Adsorpsi 5:5
0,03	81,592	68,921
0,05	73,892	67,621
0,1	69,799	66,322
0,15	67,427	60,506
0,2	64,568	58,297

**Tabel 2.** Penentuan Konsentrasi Optimum *Methyl violet*

Sampel	Konsentrasi (ppm)	Massa (gram)	Co (ppm)	Ce (ppm)	% Adsorpsi
KJ-KAKS 7:3	25	0,03	24,619	3,832	84,431
	50	0,03	49,988	6,950	86,096
	75	0,03	66,057	8,396	87,299
	100	0,03	98,402	10,190	89,644
	150	0,03	132,004	12,094	90,837
KJ-KAKS 5:5	25	0,03	24,619	4,738	80,751
	50	0,03	49,988	7,482	85,030
	75	0,03	66,057	8,566	87,031
	100	0,03	98,402	11,184	88,633
	150	0,03	132,004	13,204	89,997



**Gambar 1.** Lokasi Pengambilan Bahan Utama Kulit Salak (Kebun Tanaman Atsiri)



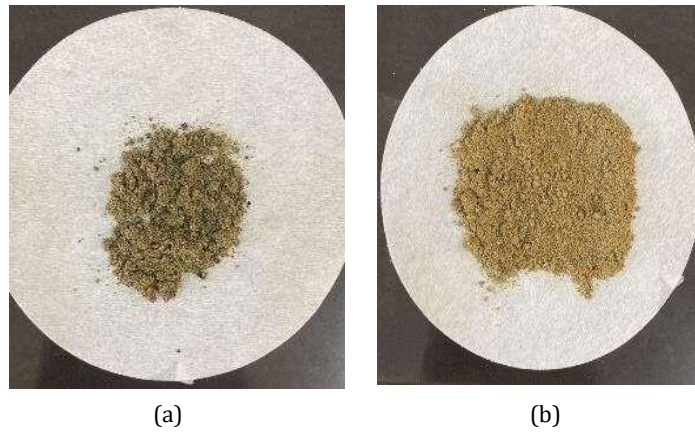
**Gambar 2.** Lokasi Pengambilan Bahan Utama Kulit Jeruk (Pedagang Jeruk Peras)



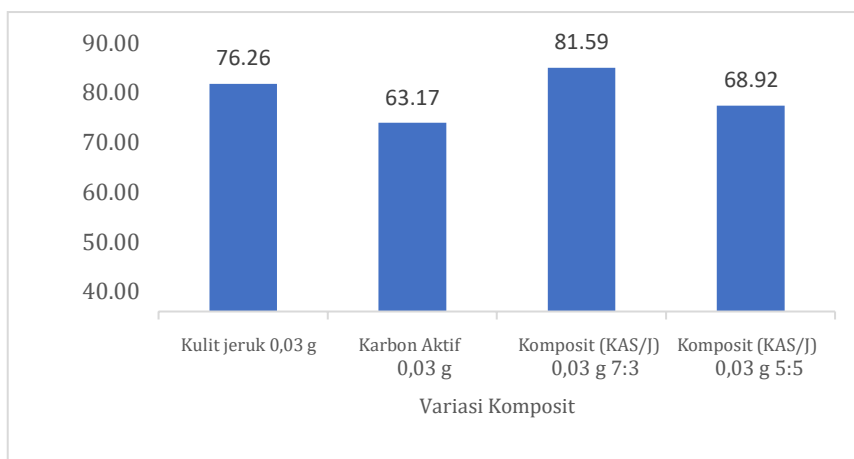
**Gambar 3.** Serbuk Kulit Jeruk



**Gambar 4.** Arang Kulit Salak Hasil Karbonisasi

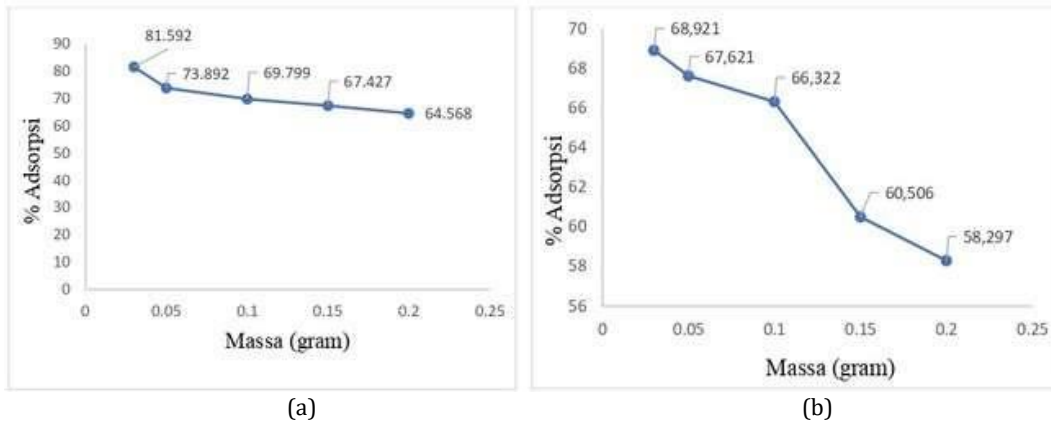


**Gambar 5.** Komposit KAS/J (a) 5:5 dan (b) 7:3

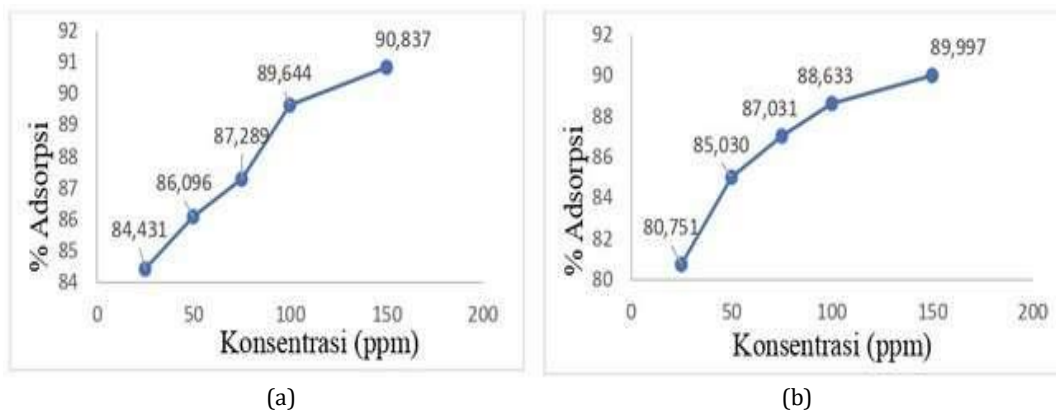


**Gambar 6.** Grafik Variasi Komposit KAS/J Vs Persentase Adsorpsi





**Gambar 7.** Grafik Adsorpsi Massa Optimum KAS/J (a) 7:3 dan (b) 5:5



**Gambar 8.** Grafik Adsorpsi Konsentrasi Optimum KAS/J (a) 7:3 dan (b) 5:5