

ANALISIS PERFORMA KARBON AKTIF KULIT BAWANG MERAH (*ALLIUM CEPA SKIN*) TERHADAP PERUBAHAN KARAKTERISTIK LIMBAH AIR ACCU

Wisnu Kuncoro

Universitas PGRI Banyuwangi
Jurusan Teknik Mesin
wasau27@gmail.com

Ikhwanul Qiram

Universitas PGRI Banyuwangi
Jurusan Teknik Mesin
ikhwanul@unibabwi.ac.id

Gatut Rubiono

Universitas PGRI Banyuwangi
Jurusan Teknik Mesin
g.rubiono@unibabwi.ac.id

Onion peel is one of the solid waste produced either from the onion processing industry or waste from household waste. Onion skin contains cellulose compounds that are quite high, which is 41-50% as well as aromatic compounds. It is underlying that onion skin can be used as a raw material in the manufacture of activated carbon. One of the uses of activated carbon is as an adsorbent in the conditioning of pH and TDS levels in battery water waste. The manufacture of activated carbon is carried out with 3 main stages, namely carbonization with a temperature of 400oC for 1 hour, sorting particle sizes of 10-16 mesh and 60-200 mesh, and variations of NaOH activators of 10%, 15%, and 25%. Other variations used in the study included the use of 12V/100W floodlights in the purple, yellow, and no lighting spectrum, as well as an active carbon mass of 0.5 and 1 gram. The best adsorption rate is obtained with variations in activated carbon 60-200 mesh, activated carbon mass against a solution of 1 gram, and with purple lighting with a wavelength of 380-450 nm where the initial pH 2 and final pH of 4.8 and TDS decreased by 180 Ppm where the initial TDS is 9,690 Ppm and the final TDS is 9,510 PPM and has the potential to produce hydrogen.

Keywords: Adsorbent, Activated Carbon, Waste Water, Aromatic Compounds, Hydrogen.

1. PENDAHULUAN

Akhir-akhir ini kian marak pembangunan industri baik skala besar maupun skala kecil yang keberadaannya dapat mempengaruhi ekosistem lingkungan [1]. Pembuangan limbah industri yang kurang tepat seringkali menjadi penyumbang utama dalam kerusakan lingkungan meliputi kesehatan manusia [2], ekosistem hayati [3] serta mempengaruhi kualitas air tanah [4]. Sementara itu, seringkali masyarakat sekitar tidak menyadari akan ancaman bahaya air dengan kandungan limbah yang mereka gunakan.

Sejauh ini, air tanah masih sangat banyak dijumpai penggunaannya [5] sebagai suplay kebutuhan harian manusia [6]. Media yang digunakan dapat berupa sumur tanah [7] maupun sumur bor [8]. Masyarakat memanfaatkan air tanah karena dirasa lebih efektif dalam penggunaan seperti mencuci [9], memasak [10], mandi [11] serta untuk dikonsumsi [12]. Tetapi dalam penggunaannya, tidak semua air dapat digunakan sebagai konsumsi harian [13], rendahnya pemahaman masyarakat memperbesar resiko penularan penyakit melalui media air seperti halnya hepatitis E [14], bakteri *escherichia coli* [15]. Disisi lain faktor resiko lain seperti tercampurnya mineral alkali logam (Mn, Cd, Pb) serta senyawa limbah terlarut (CaCO_3) [16] dapat masuk dan menyerang kekebalan tubuh manusia hingga dapat menyebabkan ancaman penyakit serius [17].

Upaya dalam menanggulangi permasalahan larutan limbah yang mencemari lingkungan adalah dengan cara mengkondisikan larutan limbah sebelum dibuang ke ekosistem. Pemanfaatan karbon aktif dirasa mumpuni dalam mengkondisikan larutan limbah sebelum menuju ekosistem. Dimana diketahui bahwa karbon aktif merupakan sebuah karbon yang memiliki struktur *mikrokristalin* [18] yang terdiri dari lembaran graphene dengan bentuk

hexagonal serta memiliki potensi magnet [19] dan sebagian besar merupakan karbon bebas dengan permukaan yang dalam [20]. Secara umum, karbon aktif mengandung sekitar 85% hingga 95% unsur karbon [21]. Karbonaktif dapat tercipta dengan perlakuan khusus hingga memiliki parameter luas permukaan sebesar 300 hingga 2000 m²/gr [22]. Dengan luas permukaan tersebut, karbon aktif memiliki struktur pori internal yang dapat mengakibatkan karbon aktif memiliki sifat sebagai adsorben [23].

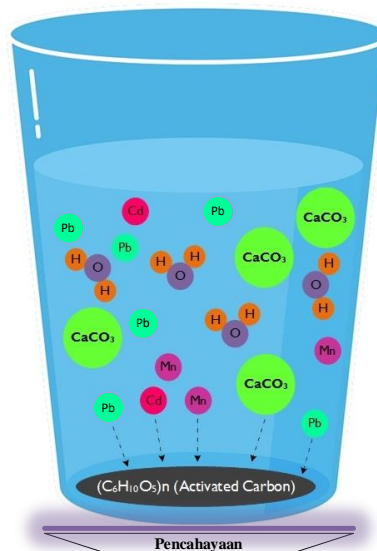
Salah satu material biomassa yang masih belum maksimal dalam penggunaannya dan memiliki potensi yang cukup baik sebagai adsorben adalah limbah kulit bawang merah. Keberadaan kulit bawang merah sangat melimpah dan mudah didapatkan [24], bahkan bagi sebagian besar masyarakat kulit bawang merah dianggap sebagai limbah dan sampah rumah tangga [25]. Kulit bawang merah memiliki kadar selulosa sebesar 41-50% pada keadaan kering [26], hal tersebut yang mendasari bahwa kulit bawang merah berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan pembuatan karbon aktif.

Dalam penelitian ini limbah cair dari industri accu dipilih sebagai objek untuk melakukan pengujian sampel terhadap karbon aktif. Dengan menggunakan metode yang murah dan ramah lingkungan, limbah cair industri accu dapat dikondisikan terlebih dahulu sebelum dibuang ke ekosistem agar tidak mencemari air tanah. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan guna memaksimalkan penggunaan limbah kulit bawang merah dengan kandungan selulosa tinggi serta senyawa aromatik yang menjadi dasar dalam pembuatan karbon aktif dan diharapkan mampu memiliki kemampuan untuk menstabilkan pH dan TDS yang notabene di dalamnya terkandung Mn, Cd, Pb dan CaCO₃ serta memiliki potensi untuk menghasilkan hidrogen.

2. METODE

Metode dalam penelitian menggunakan metode ekperimental. Untuk mendapatkan sebuah data penelitian dilakukan pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian. Pelaksanaan, pengolahan, serta analisa data dilakukan untuk mendapatkan sebuah kesimpulan penelitian. Tahap dalam pelaksanaan penelitian meliputi pengujian performansi karbon aktif terhadap larutan limbah air accu, pengambilan data penelitian dan pengolahan data penelitian.

2.1. Konsep Penelitian



Gambar 1: Konsep Penelitian

Pada gambar 1 terdapat ilustrasi mengenai limbah air accu dengan unsur alkali logam (Mn, Cd dan Pb) serta senyawa terlarut (CaCO₃) yang diharapkan mampu teradsorpsi oleh karbon aktif. Telah dijelaskan sebelumnya bahwa karbon aktif dengan senyawa pembangun utama selulosa (C₆H₁₀O₅)_n diduga mampu mengikat unsur alkali logam serta karbon aktif kulit bawang merah dengan kandungan senyawa aromatik yang dimilikinya akan lebih cepat dalam proses adsorpsi ketika diberikan cahaya dengan panjang gelombang elektromagnetik yang sesuai.

2.2. Pengambilan Data

Pengujian terhadap performansi karbon aktif akan menghasilkan sebuah data penelitian. dimana pada penelitian terdapat dua variabel yakni variabel bebas dan variabel terikat yang memiliki tujuan untuk hasil data penelitian terbaik. Variabel penelitian ditampilkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

1. Variabel Bebas Penelitian

Tabel 1: Variabel bebas

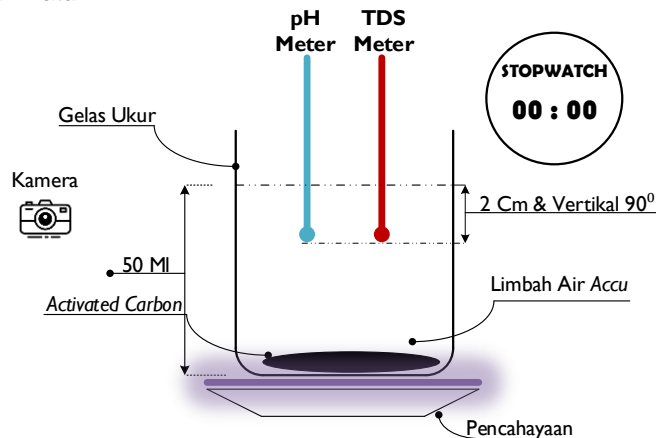
| NO. | INDIKATOR | KETERANGAN |
|-----|--|--|
| 1. | Ukuran Partikel | a. Mesh 10-16 (2000 μm - 1190 μm) |
| | | b. Mesh 60-200 (250 μm - 74 μm) |
| 2. | Persentase Aktivator (NaOH) | a. 10 % |
| | | b. 15 % |
| | | c. 25 % |
| 3. | Perbandingan adsorben terhadap limbah air accu | a. 0.5 gr : 50 gr |
| | | b. 1 gr : 50 gr |
| 4. | Variasi Pencahayaan | a. Ungu (panjang gelombang 380-450 nm) |
| | | b. Kuning (panjang gelombang 570-590 nm) |
| | | c. Tanpa Pencahayaan |

2. Variabel Terikat

Tabel 2: Variabel terikat

| NO. | INDIKATOR |
|-----|-------------------------------|
| 1. | Derajat Keasaman Larutan (pH) |
| 2. | Tingkat Kesadahan (TDS) |
| 3. | Efektifitas Adsorpsi |
| 4. | Fotokatalis Produksi Hidrogen |

2.3. Teknik Pengambilan Data



Gambar 2: Teknik Pengambilan Data

Pada gambar 2 langkah – langkah untuk pengambilan data dijelaskan sebagai berikut :

- Untuk mendapatkan nilai derajat keasaman menggunakan pH Meter.
- Untuk mendapatkan data tingkat kesadahan air menggunakan TDS Meter.
- Uji terhadap *sample* menggunakan metode pemberian gelombang elektromagnetik yakni spesimen uji diberi perlakuan pencahayaan menggunakan lampu sorot 12V/100W dengan posisi gelas diketakkan diatas lampu sorot dengan perlakuan cahaya ungu dan kuning serta tanpa pencahayaan.
- pH Meter dan TDS Meter dalam teknik penggunaannya sama yakni ujung dari pH Meter atau TDS Meter dicelupkan dengan posisi tegak vertikal 90° terhadap larutan yang akan diuji.
- Pengambilan data pH maupun TDS dilaksanakan dengan durasi waktu 30 menit dimana dalam setiap 10 menit dilakukan pembacaan data.
- Hasil pembacaan dari pH Meter dan TDS Meter kemudian dicatat dalam lembar observasi.

- g. Pengambilan data gambar menggunakan kamera dengan pengaturan 60 fps guna melakukan identifikasi secara visual.
- h. Analisa data hasil observasi ditinjau berdasarkan tingkat efektifitas dari beberapa variasi karbon aktif yang telah dibuat.

3. HASIL DAN DISKUSI

Melalui penelitian yang telah dilaksanakan, diperoleh data laju adsorpsi karbon aktif terhadap larutan limbah dengan parameter derajat keasaman (pH), tingkat kesadahan air (TDS), visualisasi terhadap proses adsorpsi serta fotokatalis dalam menghasilkan hidrogen. Data berikutnya yakni untuk mengetahui gugus fungsi utamanya senyawa aromatik terkandung pada karbon aktif dilakukan FTIR dan untuk mengetahui panjang gelombang yang sesuai dengan karakteristik karbon aktif dalam menunjang performansi sebagai adsorben dikonfirmasi dengan uji UV-VIS. Pada tahap selanjutnya dilakukan pengolahan serta analisa data yang terdapat pada lembar observasi untuk kemudian disimpulkan dan menentukan laju adsorpsi terbaik berdasarkan variasi karbon aktif yang ada.

3.1. Data Penelitian

Tabel 1 : Perlakuan Dengan Cahaya Ungu

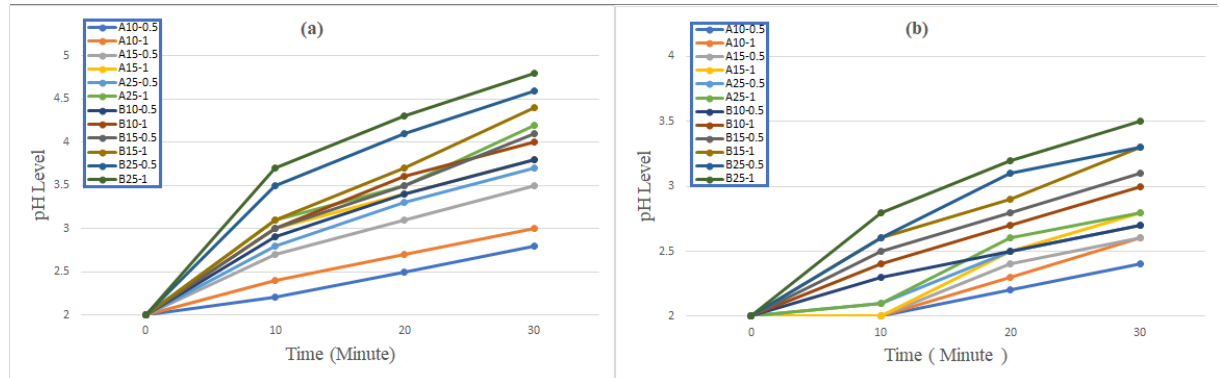
| Mesh | Konsentrasi aktivator (%) | Massa (g) | pH saat menit ke- | | | | TDS Menit Ke-30 |
|--------|---------------------------|-----------|-------------------|-----|-----|-----|-----------------|
| | | | 0 | 10 | 20 | 30 | |
| 10-16 | A10 | A10-0.5 | 2 | 2.2 | 2.5 | 2.8 | 9510 |
| | | A10-1 | 2 | 2.4 | 2.7 | 3 | 9510 |
| | A15 | A15-0.5 | 2 | 2.7 | 3.1 | 3.5 | 9510 |
| | | A15-1 | 2 | 3 | 3.4 | 3.8 | 9510 |
| | A25 | A25-0.5 | 2 | 2.8 | 3.3 | 3.7 | 9510 |
| | | A25-1 | 2 | 3.1 | 3.5 | 4.2 | 9510 |
| 60-200 | B10 | B10-0.5 | 2 | 2.9 | 3.4 | 3.8 | 9510 |
| | | B10-1 | 2 | 3 | 3.6 | 4 | 9510 |
| | B15 | B15-0.5 | 2 | 3 | 3.5 | 4.1 | 9510 |
| | | B15-1 | 2 | 3.1 | 3.7 | 4.4 | 9510 |
| | B25 | B25-0.5 | 2 | 3.5 | 4.1 | 4.6 | 9510 |
| | | B25-1 | 2 | 3.7 | 4.3 | 4.8 | 9510 |

Tabel 2 : Perlakuan Tanpa Cahaya

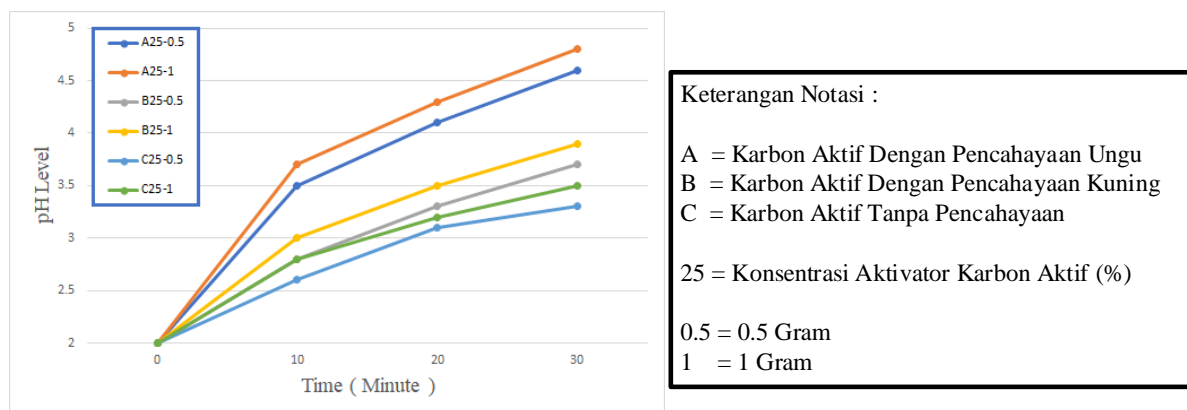
| Mesh | Konsentrasi aktivator (%) | Massa (g) | pH saat menit ke- | | | | TDS Menit Ke-30 |
|--------|---------------------------|-----------|-------------------|-----|-----|-----|-----------------|
| | | | 0 | 10 | 20 | 30 | |
| 10-16 | A10 | A10-0.5 | 2 | 2 | 2.2 | 2.4 | 9510 |
| | | A10-1 | 2 | 2 | 2.3 | 2.6 | 9510 |
| | A15 | A15-0.5 | 2 | 2 | 2.4 | 2.6 | 9510 |
| | | A15-1 | 2 | 2 | 2.5 | 2.8 | 9510 |
| | A25 | A25-0.5 | 2 | 2.1 | 2.5 | 2.7 | 9510 |
| | | A25-1 | 2 | 2.1 | 2.6 | 2.8 | 9510 |
| 60-200 | B10 | B10-0.5 | 2 | 2.3 | 2.5 | 2.7 | 9510 |
| | | B10-1 | 2 | 2.4 | 2.7 | 3 | 9510 |
| | B15 | B15-0.5 | 2 | 2.5 | 2.8 | 3.1 | 9510 |
| | | B15-1 | 2 | 2.6 | 2.9 | 3.3 | 9510 |
| | B25 | B25-0.5 | 2 | 2.6 | 3.1 | 3.3 | 9510 |
| | | B25-1 | 2 | 2.8 | 3.2 | 3.5 | 9510 |

Tabel 3 : Perlakuan Dengan Cahaya Ungu, Kuning dan Tanpa Cahaya

| Mesh | Konsentrasi aktivator (%) | Massa (g) | pH saat menit ke- | | | | TDS Menit Ke-30 |
|--------|---------------------------|-----------|-------------------|-----|-----|-----|-----------------|
| | | | 0 | 10 | 20 | 30 | |
| 60-200 | A25 Ungu | A25-0.5 | 2 | 3.5 | 4.1 | 4.6 | 9510 |
| | | A25-1 | 2 | 3.7 | 4.3 | 4.8 | 9510 |
| | B25 Kuning | B25-0.5 | 2 | 2.8 | 3.3 | 3.7 | 9510 |
| | | B25-1 | 2 | 3 | 3.5 | 3.9 | 9510 |
| | C25 Tanpa Cahaya | C25-0.5 | 2 | 2.6 | 3.1 | 3.3 | 9510 |
| | | C25-1 | 2 | 2.8 | 3.2 | 3.5 | 9510 |



Gambar 3: Grafik perubahan keasaman (pH) limbah *accu* : (a) Dengan Cahaya Ungu, (b) Tanpa Pencahayaan



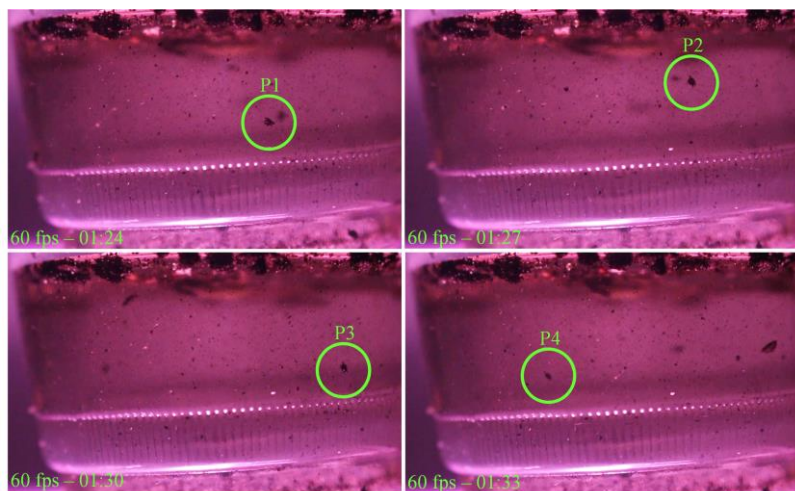
Gambar 4: Grafik perubahan keasaman (pH) limbah *accu* dengan konsentrasi aktivator 25%.

Aktivitas adsorpsi yang dilaksanakan dengan menggabungkan beberapa variasi diantaranya ukuran partikel karbon aktif, persentase aktivator, massa karbon aktif terhadap larutan serta variasi pencahayaan memberikan hasil yang berbeda terhadap laju adsorpsi. Dapat diketahui pada Gambar 3 dan Gambar 4, laju adsorpsi terbaik didapatkan dengan variasi partikel karbon aktif 60-200 mesh, massa karbon aktif terhadap larutan 1 gram, konsentrasi aktivator 25% serta dengan pencahayaan berwarna ungu (panjang gelombang 380-450 nm) dengan pH awal 2.0 dan pH akhir 4.8 (mendekati netral).

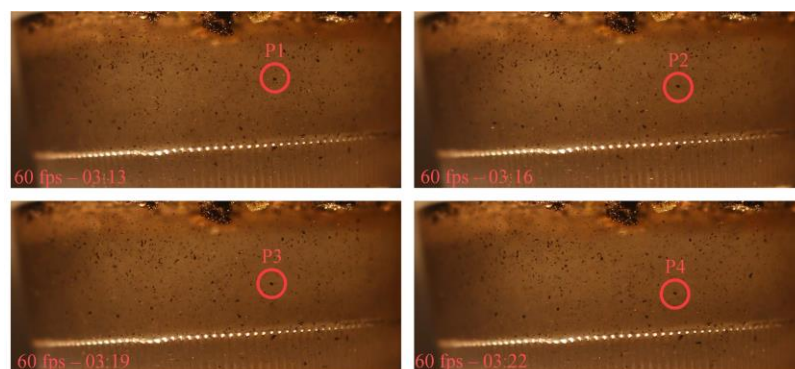
Berdasarkan data yang telah diperoleh pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3 ukuran partikel karbon aktif 60-200 mesh dominan dalam proses laju adsorpsi dikarenakan semakin kecil ukuran partikel dari sebuah karbon aktif maka akan memiliki luas permukaan yang tinggi serta memiliki lebih banyak pori daripada ukuran partikel karbon aktif yang relatif lebih besar. Fenomena tersebut dapat terjadi dikarenakan ukuran partikel yang relatif kecil akan lebih mudah membuat karbon melakukan kontak erat dengan aktivator dan mengakibatkan semakin banyak pori yang terbentuk pada karbon tersebut sehingga menyebabkan karbon aktif memiliki daya adsorpsi tinggi terhadap larutan limbah yang mengandung alkali logam.

Selain pada ukuran partikel, konsentrasi aktivator juga berperan dalam pembentukan dan laju adsorpsi dari suatu adsorben. Semakin tinggi nilai konsentrasi aktivator yang digunakan untuk mengaktifkan sebuah karbon, maka pembentukan porositas, luas permukaan suatu karbon serta pembukaan struktur selulosa akan semakin cepat serta maksimal. Hal tersebut ditunjukkan pada data penelitian bahwasannya karbon aktif dengan konsentrasi aktivator 25% lebih unggul dalam laju adsorpsi.

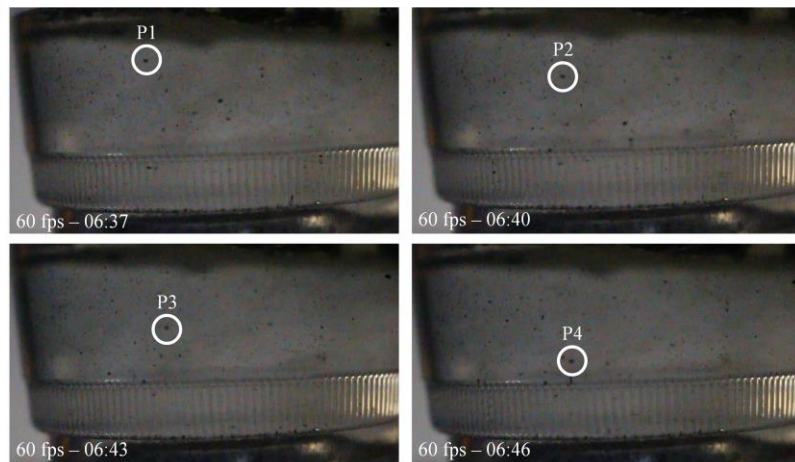
3.2. Visualisasi Kontak Karbon Aktif Terhadap Larutan Limbah Air Accu



(a) Visualisasi Karbon Aktif Mesh 60-200 Konsentrasi 25% Dengan Cahaya Ungu



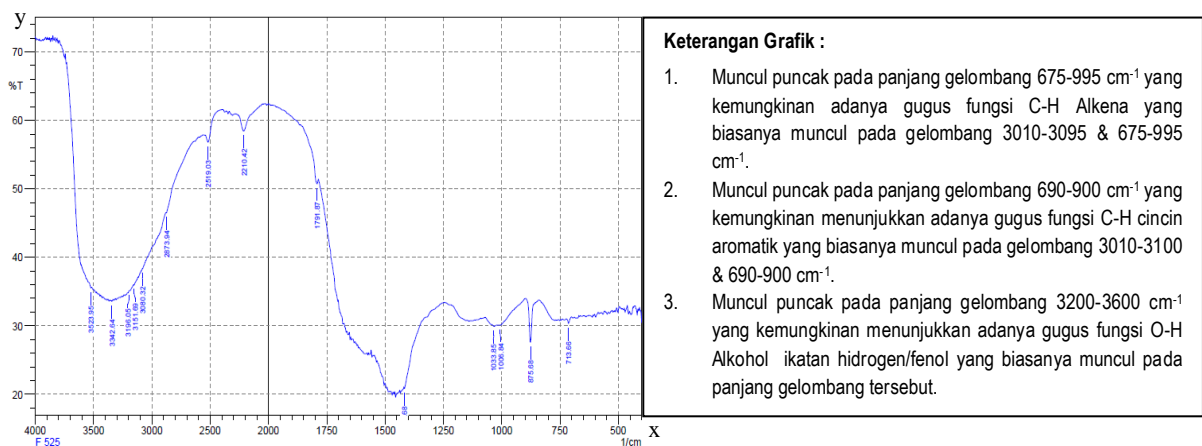
(b) Visualisasi Karbon Aktif Mesh 60-200 Konsentrasi 25% Dengan Cahaya Kuning



(c) Visualisasi Karbon Aktif Mesh 60-200 Konsentrasi 25% Tanpa Cahaya

Gambar 5 : Visualisasi Kontak Karbon Aktif Dengan Larutan Limbah Air Accu

Berikutnya adalah mengenai pengaruh pencahayaan terhadap laju adsorpsi. Dapat dilihat pada Gambar 5, pencahayaan memiliki peranan berarti dalam laju adsorpsi utamanya pada karbon aktif dengan senyawa aromatik yang dimilikinya. Gugus hidroksil yang dimiliki oleh karbon aktif memiliki peran penting dalam proses adsorpsi ketika ditunjang dengan pencahayaan serta panjang gelombang cahaya yang sesuai. Energi yang terdapat pada pancaran cahaya memicu terjadinya peristiwa delokalisasi yang terjadi pada karbon aktif. Senyawa terkandung dikonfirmasi dengan uji FTIR terhadap serbuk karbon aktif pada gambar 6.

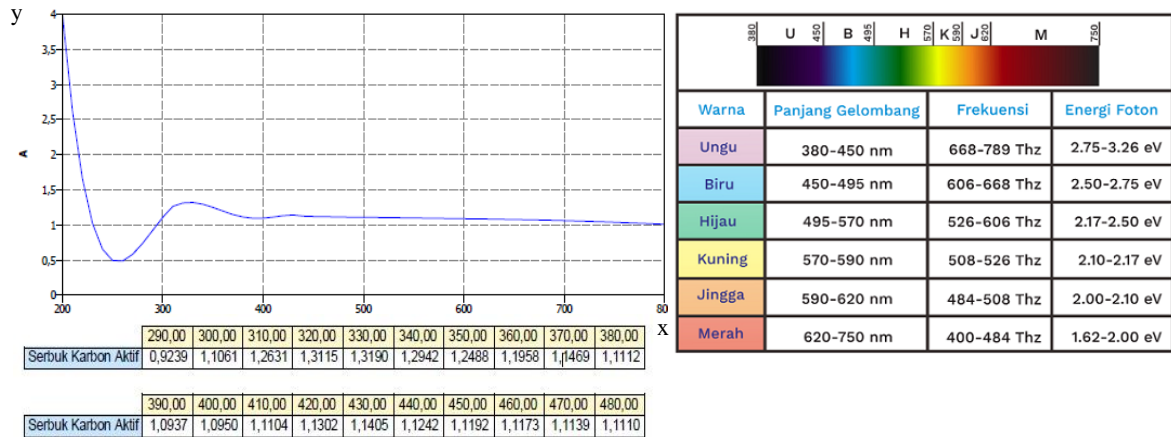


Gambar 6 : Uji FTIR

Pencahayaan menggunakan sinar berwarna ungu dengan panjang gelombang 380-450 nm sudah sesuai dengan kecepatan laju adsorpsi yang diharapkan, dengan nilai pH akhir 4.8. Gelombang elektromagnetik yang dihasilkan pada cahaya berwarna ungu disinyalir mampu menggetarkan senyawa aromatik yang terkandung dalam karbon aktif kulit bawang merah [27]. Dimana senyawa aromatik berbentuk hexagon dengan ikatan C-H, dengan adanya pancaran gelombang elektromagnetik, elektron yang terdapat pada cincin aromatik terdelokalisasi dan menyebabkan elektron dapat bergerak bebas secara energik diseluruh struktur sehingga menimbulkan sifat layaknya konduktivitas. Ketika proses delokalisasi berlangsung, cincin aromatik yang semula bersifat diamagnetik akan dapat berubah menjadi magnet kuat dikarenakan alkali logam yang terserap pada karbon aktif tersebut.

Pada gambar 5. dilakukan identifikasi secara visual terhadap performansi karbon aktif. Tangkapan gambar menggunakan kamera dengan pengaturan 60 fps serta identifikasi delokalisasi pada karbon aktif setiap 3 detik. Gambar (a) yang terdapat pada gambar 3 menunjukkan bahwasanya delokalisasi karbon aktif yang mengandung senyawa aromatik serta pencahayaan berwarna ungu lebih energik untuk bergerak dibandingkan gambar (b) dan

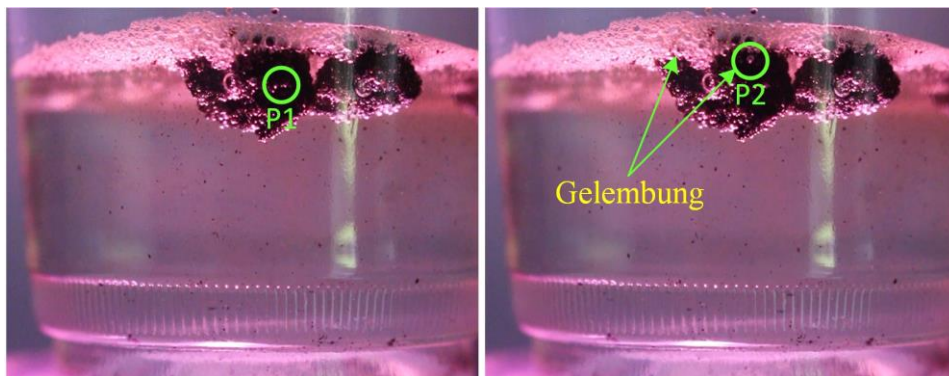
(c). hal ini dikonfirmasi dengan data uji UV-VIS terhadap karbon aktif yang digunakan dan ditampilkan pada gambar 7.



Gambar 7 : Uji UV-VIS & Panjang Gelombang Elektromagnetik

Ditampilkan pada gambar 7. dapat dijelaskan bahwasannya hasil pada UV-VIS, puncak serapan tertinggi terdapat pada gelombang 330 nm dengan nilai serapan sebesar 1,3190. Selanjutnya puncak serapan kembali terjadi pada panjang gelombang 430 nm dengan nilai serapan sebesar 1,1405. Peristiwa tersebut yang memperkuat bahwasannya karbon aktif dengan kandungan senyawa aromatik dengan pancaran cahaya berwarna ungu dengan panjang gelombang 380-450 nm mampu memiliki laju adsorpsi yang baik.

3.3. Reaksi Fotokatalis Karbon Aktif Dalam Produksi Hidrogen



Gambar 8 : Reaksi Fotokatalis

Reaksi fotokatalis diakibatkan oleh delokalisasi elektron yang terjadi pada karbon aktif dengan konsentrasi aktivator terkandung serta pancaran cahaya ungu yang menyebabkan elektron dapat bergerak secara energik sehingga mempengaruhi ikatan yang terdapat pada larutan asam dan memicu melemahnya ikatan hidrogen pada larutan asam [28]. Reaksi ini terjadi secara simultan sehingga memicu terjadinya pemutusan rantai hidrogen yang diindikasikan sebagai gelembung pada gambar 8.

4. KESIMPULAN

Variasi adsorben dengan komposisi konsentrasi 25%, massa kontak karbon aktif terhadap larutan sebesar 1 gram, ukuran partikel 60-200 mesh serta dengan perlakuan pencahayaan berwarna ungu sudah memiliki laju adsorpsi yang baik dengan hasil pH akhir 4.8 dimana pH awal 2 serta TDS mengalami penurunan 180 PPM dimana TDS awal 9.690 PPM dan TDS Akhir 9.510 PPM. Data tersebut masih belum menunjukkan kesesuaian dengan Peraturan Menkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010, tentang Syarat Air Minum Layak Konsumsi dimana rentang pH yang diijinkan 6.5 – 8.5 serta TDS maksimum 500mg/l.

Ukuran partikel karbon aktif 60-200 mesh sudah menunjukkan aktifitas laju adsorpsi yang baik dikarenakan semakin kecil ukuran dari partikel karbon aktif akan lebih memiliki luas permukaan yang besar serta porositas yang tinggi.

Konsentrasi aktivator 25% sudah menunjukkan laju adsorpsi yang baik dikarenakan semakin tinggi konsentrasi aktivator yang dipergunakan dalam proses aktivasi karbon aktif akan memberikan dampak terhadap percepatan pembentukan porositas, luas permukaan suatu karbon serta pembukaan terhadap struktur selulosa.

Pencahayaannya menggunakan spektrum cahaya ungu dengan panjang gelombang 380-450 nm yang diberikan terhadap karbon aktif kulit bawang merah yang terkandung senyawa aromatik efektif dalam laju adsorpsi serta proses fotokatalis guna menghasilkan hidrogen.

5. PERNYATAAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas PGRI Banyuwangi telah memberikan fasilitas penelitian ini. Serta terimakasih kepada Bapak Ikhwanul Qiram dan Bapak Gatut Rubiono dalam bantuan analisa data pada penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. SPASH, "The capitalist passive environmental revolution," *Ecol. Citiz.*, vol. 4, no. 1, pp. 63–71, 2020, [Online]. Available: <http://www.ecologicalcitizen.net/article.php?t=capitalist-passive-environmental-revolution>.
- [2] C. GANGWAR, R. CHOUDHARI, A. CHAUHAN, A. KUMAR, A. SINGH, and A. TRIPATHI, "Assessment of air pollution caused by illegal e-waste burning to evaluate the human health risk," *Environ. Int.*, vol. 125, pp. 191–199, Apr. 2019, doi: 10.1016/J.ENVINT.2018.11.051.
- [3] Y. CHAE and Y. J. AN, "Current research trends on plastic pollution and ecological impacts on the soil ecosystem: A review," *Environ. Pollut.*, vol. 240, pp. 387–395, Sep. 2018, doi: 10.1016/J.ENVPOL.2018.05.008.
- [4] J. KAPELEWSKA *et al.*, "Water pollution indicators and chemometric expertise for the assessment of the impact of municipal solid waste landfills on groundwater located in their area," *Chem. Eng. J.*, vol. 359, pp. 790–800, Mar. 2019, doi: 10.1016/J.CEJ.2018.11.137.
- [5] M. BODRUD-DOZA, S. M. D. U. ISLAM, T. RUME, S. B. QURAIISHI, M. S. RAHMAN, and M. A. H. BHUIYAN, "Groundwater quality and human health risk assessment for safe and sustainable water supply of Dhaka City dwellers in Bangladesh," *Groundw. Sustain. Dev.*, vol. 10, p. 100374, Apr. 2020, doi: 10.1016/J.GSD.2020.100374.
- [6] M. F. LANJWANI *et al.*, "Risk assessment of heavy metals and salts for human and irrigation consumption of groundwater in Qambar city: a case study," <https://doi.org/10.1080/24749508.2019.1571670>, vol. 4, no. 1, pp. 23–39, 2019, doi: 10.1080/24749508.2019.1571670.
- [7] K. FATAH, M. HAMED, M. H. SAEED, and R. DARA, "Evaluation groundwater quality by using gis and water quality index techniques for wells in Bardarash area, northern Iraq," *Iraqi Geol. J.*, vol. 53, no. 2, pp. 87–104, 2020, doi: 10.46717/igj.53.2c.7rs-2020-09.07.
- [8] HYOGO PREFECTURE, "Survey on the water quality of beaches," vol. XII, no. li, pp. 2621–2629, 2018, [Online]. Available: https://web.pref.hyogo.lg.jp/press/20180615_a1021a049b818f86492582ad0005e1fb.html.
- [9] G. GOZALI, B. J. KUSUMA, AND S. MULYANTO, "Penerapan Teknologi Pengolahan Dan Peningkatan Distribusi Air Bersih Di Lingkungan Masyarakat RT 36 Kelurahan Graha Indah," *J. Karya Abdi Masy.*, vol. 4, no. 3, pp. 660–666, 2021, doi: 10.22437/jkam.v4i3.11592.
- [10] A. L. KHANDARE *et al.*, "Health risk assessment of heavy metals and strontium in groundwater used for drinking and cooking in 58 villages of Prakasam district, Andhra Pradesh, India," *Environ. Geochemistry Heal.* 2020 4211, vol. 42, no. 11, pp. 3675–3701, Jun. 2020, doi: 10.1007/S10653-020-00596-1.
- [11] H. QIU and H. GUI, "Heavy metals contamination in shallow groundwater of a coal-mining district and a probabilistic assessment of its human health risk," <https://doi.org/10.1080/10807039.2018.1562883>, vol. 25, no. 3, pp. 548–563, Apr. 2019, doi: 10.1080/10807039.2018.1562883.
- [12] D. D'ALESSANDRO *et al.*, "COVID-19 and Living space challenge. Well-being and Public Health recommendations for a healthy, safe, and sustainable housing," *Acta Bio Medica Atenei Parm.*, vol. 91, no. 9-S, p. 61, 2020, doi: 10.23750/ABM.V91I9-S.10115.
- [13] P. BANERJEE and B. PRASAD, "Determination of concentration of total sodium and potassium in surface and ground water using a flame photometer," *Appl. Water Sci.* 2020 105, vol. 10, no. 5, pp. 1–7, Apr. 2020, doi: 10.1007/S13201-020-01188-1.

- [14] S. BEYER, R. SZEWZYK, R. GNIRSS, R. JOHNE, and H.-C. SELINKA, “Detection and Characterization of Hepatitis E Virus Genotype 3 in Wastewater and Urban Surface Waters in Germany,” *Food Environ. Virol.*, vol. 12, no. 2, p. 137, Jun. 2020, doi: 10.1007/S12560-020-09424-2.
- [15] B. SHARMA *et al.*, “Occurrence of multidrug resistant *Escherichia coli* in groundwater of Brij region (Uttar Pradesh) and its public health implications,” *Vet. World*, vol. 10, no. 3, p. 293, 2017, doi: 10.14202/VETWORLD.2017.293-301.
- [16] N. SUBBA RAO, “Controlling factors of fluoride in groundwater in a part of South India,” *Arab. J. Geosci.* 2017 1023, vol. 10, no. 23, pp. 1–15, Dec. 2017, doi: 10.1007/S12517-017-3291-7.
- [17] H. M. MURPHY, M. D. PRIOLEAU, M. A. BORCHARDT, and P. D. HYNDS, “Revue: Preuves épidémiologiques de la contribution des eaux souterraines aux maladies entériques au niveau mondial entre 1948 et 2015,” *Hydrogeol. J.*, vol. 25, no. 4, pp. 981–1001, 2017, doi: 10.1007/s10040-017-1543-y.
- [18] Y. GAO, Q. YUE, B. GAO, and A. LI, “Insight into activated carbon from different kinds of chemical activating agents: A review,” *Sci. Total Environ.*, vol. 746, p. 141094, Dec. 2020, doi: 10.1016/J.SCITOTENV.2020.141094.
- [19] P. PURNAMI and I. N. G. WARDANA, “Perbandingan Interaksi Karbon Aktif dengan Polaritas Minyak Nabati terhadap Karakteristik Pembakaran Premixed,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 12, no. 1, pp. 79–86, May 2021, doi: 10.21776/UB.JRM.2021.012.01.9.
- [20] F. YANG *et al.*, “Drastically boosting volatile acetone capture enabled by N-doping activated carbon: An interesting deep surface digging effect,” *Sep. Purif. Technol.*, vol. 276, p. 119280, Dec. 2021, doi: 10.1016/J.SEPPUR.2021.119280.
- [21] A. N. PERMATA, R. R. A. P. PERMATASARI, and A. TAKWANTO, “Studi Awal Pengaruh Suhu Dan Konsentrasi Pada Proses Aktivasi Karbon Dari Kayu Halaban Menggunakan ZnCl₂ dan KOH,” *DISTILAT J. Teknol. SEPARASI*, vol. 5, no. 2, pp. 141–146, Sep. 2019, doi: 10.33795/DISTILAT.V5I2.13.
- [22] J.-A. I.-S. J.-H. J.-J. KIM, “A Development of High Power Activated Carbon Using the KOH Activation of Soft Carbon Series Cokes,” *Trans. Electr. Electron. Mater.*, vol. 15, no. 2, pp. 81–86, 2014, doi: 10.4313/TEEM.2014.15.2.81.
- [23] D. ZHANG, M. ZHANG, F. DING, W. LIU, L. ZHANG, and L. CUI, “Efficient removal of formaldehyde by polyethyleneimine modified activated carbon in a fixed bed,” doi: 10.1007/s11356-020-08019-5/Published.
- [24] AGRIPPINA WIRANINGTYAS, R. RUSLAN, S. AGUSTINA, and U. HASANAH, “Penentuan Nilai Sun Protection Factor (SPF) dari Kulit Bawang Merah,” *J. REDOKS (Jurnal Pendidik. Kim. dan Ilmu Kim.)*, vol. 2, no. 1, pp. 34–43, Feb. 2019, doi: 10.33627/RE.V2I01.140.
- [25] D. SUKOWATI, I. IKMAH, M. DIMYATI, M. M, and I. YULIANTI, “Briket Kulit Bawang Putih Dan Bawang Merah Sebagai Energi Alternatif Ramah Lingkungan,” *J. Mater. dan Energi Indones.*, vol. 6, no. 01, pp. 1–7, Aug. 2016, doi: 10.24198/JMEL.V6I01.9365.
- [26] J. P. REDDY and J.-W. RHIM, “Extraction and Characterization of Cellulose Microfibers from Agricultural Wastes of Onion and Garlic,” <https://doi.org/10.1080/15440478.2014.945227>, vol. 15, no. 4, pp. 465–473, Jul. 2018, doi: 10.1080/15440478.2014.945227.
- [27] Y. K. SOFPI, E. SISWANTO, WINARTO, T. UEDA, and I. N. G. WARDANA, “The role of activated carbon in boosting the activity of *clitoria tematea* powder photocatalyst for hydrogen production,” *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 45, no. 43, pp. 22613–22628, Sep. 2020, doi: 10.1016/J.IJHYDENE.2020.05.103.
- [28] S. SEKAR *et al.*, “Upcycling of Wastewater via Effective Photocatalytic Hydrogen Production Using MnO₂ Nanoparticles—Decorated Activated Carbon Nanoflakes,” *Nanomater.* 2020, Vol. 10, Page 1610, vol. 10, no. 8, p. 1610, Aug. 2020, doi: 10.3390/NANO10081610.