

Digital Repository Universitas Jember

JTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 9, No. 2, Agustus 2021



Publikasi Resmi
Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)
bekerjasama dengan
Departemen Teknik Mesin dan Biosistem - FATETA
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristek Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. JTEP terbit tiga kali setahun yaitu bulan April, Agustus dan Desember, Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota **PERTETA** tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain meliputi teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam **invited paper** yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, **review** perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, **technical paper** hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta **research methodology** berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (*online submission*) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

Penanggungjawab:

Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB
Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia

Dewan Redaksi:

Ketua : Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, IPB University)
Anggota : Abdul Hamid Adom (Scopus ID: 6506600412, University Malaysia Perlis)
(*editorial board*) Addy Wahyudie (Scopus ID: 35306119500, United Arab Emirates University)
Budi Indra Setiawan (Scopus ID: 55574122266, IPB University)
Balasuriya M.S. Jinendra (Scopus ID: 30467710700, University of Ruhuna)
Bambang Purwantana (Scopus ID: 6506901423, Universitas Gadjah Mada)
Bambang Susilo (Scopus ID: 54418036400, Universitas Brawijaya)
Daniel Saputera (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya)
Han Shuqing (Scopus ID: 55039915600, China Agricultural University)
Hiroshi Shimizu (Scopus ID: 7404366016, Kyoto University)
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana)
Agus Arif Munawar (Scopus ID: 56515099300, Universitas Syahkuala)
Armansyah H. Tambunan (Scopus ID: 57196349366, IPB University)
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, IPB University)
M. Rahman (Scopus ID: 7404134933, Bangladesh Agricultural University)
Machmud Achmad (Scopus ID: 57191342583, Universitas Hasanuddin)
Muhammad Makky (Scopus ID: 55630259900, Universitas Andalas)
Muhammad Yulianto (Scopus ID: 54407688300, IPB University & Waseda University)
Nanik Purwanti (Scopus ID: 23101232200, IPB University & Teagasc Food Research Center Irlandia)
Pastor P. Garcia (Scopus ID: 57188872339, Visayas State University)
Rosnah Shamsudin (Scopus ID: 6507783529, Universitas Putra Malaysia)
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin)
Sate Sampattagul (Scopus ID: 7801640861, Chiang Mai University)
Subramaniam Sathivel (Scopus ID: 6602242315, Louisiana State University)
Shinichiro Kuroki (Scopus ID: 57052393500, Kobe University)
Siswoyo Soekarno (Scopus ID: 57200222075, Universitas Jember)
Tetsuya Araki (Scopus ID: 55628028600, The University of Tokyo)
Tusan Park (Scopus ID: 57202780408, Kyungpook National University)

Redaksi Pelaksana:

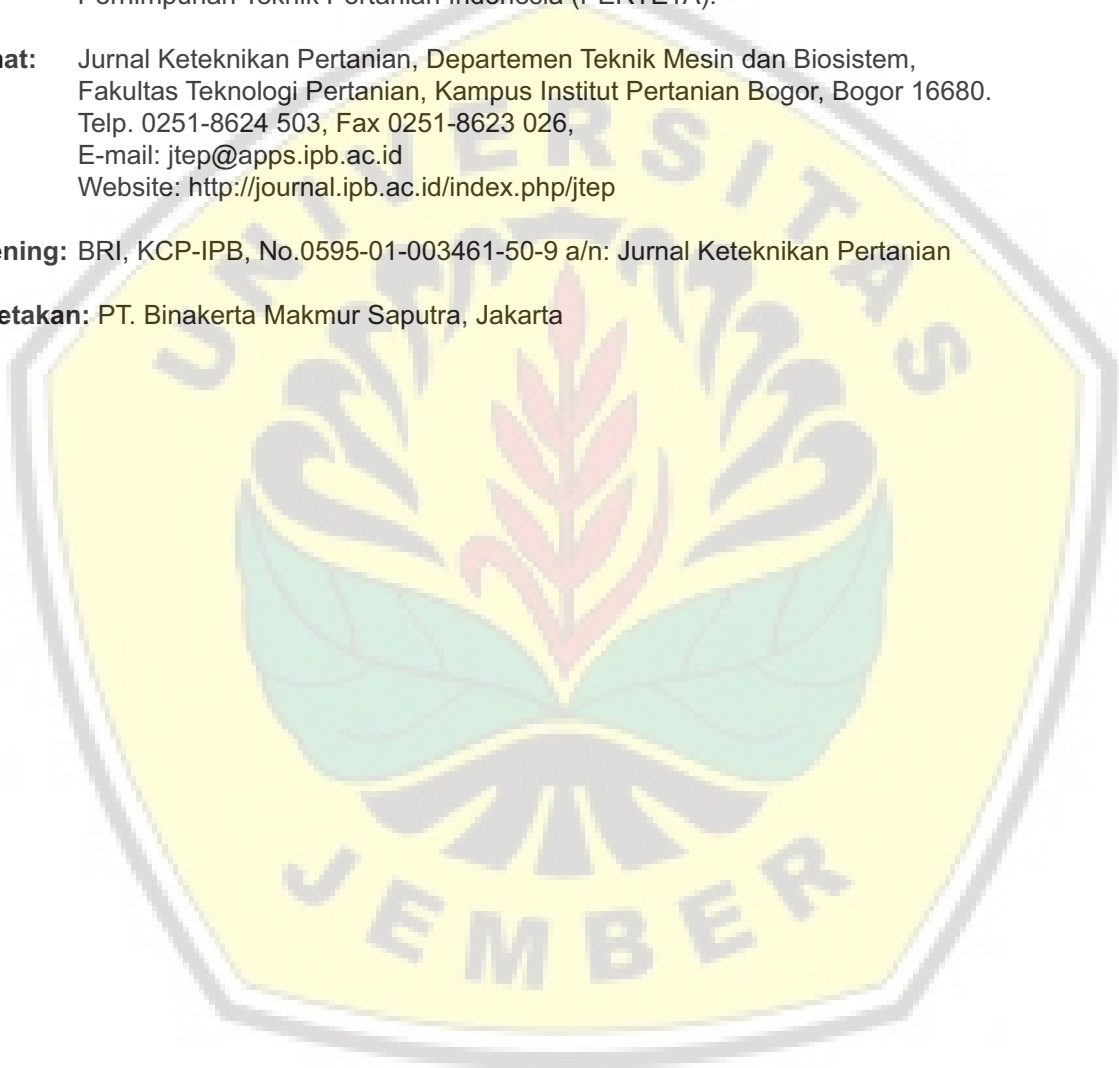
Ketua : Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, IPB University)
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, IPB University)
Bendahara : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, IPB University)
Anggota : Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, IPB University)
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, IPB University)
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, IPB University)
Leopold Oscar Nelwan (Scopus ID: 56088768900, IPB University)
I Wayan Astika (Scopus ID: 43461110500, IPB University)
I Dewa Made Subrata (Scopus ID: 55977057500, IPB University)
Administrasi : Khania Tria Tifani (IPB University)

Penerbit: Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor bekerjasama dengan Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA).

Alamat: Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem,
Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680.
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,
E-mail: jtep@apps.ipb.ac.id
Website: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

Rekening: BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

Percetakan: PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta



Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bebestari yang telah menelaah naskah pada penerbitan Vol. 9, No. 2, Agustus 2021. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Dr.Ir. I Wayan Budiastara, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University), Prof.Dr.Ir. Sutrisno M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, IPB University), Dr. Muhammad Yusro, M.PD, M.T, Ph.D (Fakultas Teknik-Universitas Negeri Jakarta), Dr. Jefri S. Bale, S.T, M.Eng (Fakultas Teknik-Universitas Nusa Cendana), Dr.Ir. Edward Saleh, M.S (Teknik Pertanian, Universitas Sriwijaya).





Technical Paper

Perlakuan Waktu dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Efisiensi Adsorpsi Air Limbah Pengolahan Kopi

Time and Speed of Stirring Treatment in Adsorption Efficiency of Coffee Processing Waste Water

Elida Novita*, Universitas Jember, Indonesia

Email: elida_novita.ftp@unej.ac.id

Siti Nur Aeni, Universitas Jember, Indonesia

Email: enieng310@gmail.com

Hendra Andiananta Pradana, Universitas Jember, Indonesia

Email: hendraandianantapradana@gmail.com

Abstract

Processing of coffee with wet processing method produces a lot of waste water from the results of the vines, pulping, and the washing result of fermentation. The waste water has the potential to pollute the environment in case of no treatment. Adsorption is one method that can reduce the risk of pollution from coffee processing wastewater. The time variation and stirring speed of adsorption may affect the improvement of the quality of wastewater. The study aims to identify the influence of time and speed stirring towards the efficiency of decreasing the parameter turbidity and color in the adsorption of coffee wastewater using activated carbon from the coffee pulp. Carbon from coffee pulp was activated by using NaOH 1 M. The parameters observed in the adsorption i.e turbidity and color. The time used in stirring i.e 60 minutes 65 minutes, and 70 minutes with each speed of 60 rpm, 90 rpm, and 120 rpm. The research result shows that the best stirring time and speed treatment was 60 Minutes/120 rpm. The time and stirring treatment of 60 minutes/120 rpm in coffee processing waste water adsorption is the best effective treatment in decreasing turbidity and color parameters respectively, 93.13% and 83.93%.

Keywords: *activated carbon, coffee pulp, adsorption, stirring treatment*

Abstrak

Pengolahan kopi dengan metode olah basah menghasilkan banyak air limbah dari hasil sortasi rambang, *pulping*, dan hasil pencucian dari fermentasi. Air limbah tersebut berpotensi mencemari lingkungan jika tidak dilakukan penanganan terlebih dahulu. Adsorpsi merupakan salah satu metode yang dapat mengurangi risiko pencemaran dari air limbah pengolahan kopi. Variasi waktu dan kecepatan pengadukan pada adsorpsi diprediksi dapat meningkatkan perbaikan kualitas air limbah. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh waktu dan kecepatan pengadukan terhadap efisiensi penurunan nilai parameter kekeruhan dan warna pada adsorpsi air limbah pengolahan kopi menggunakan karbon aktif dari kulit buah kopi. Karbon aktif yang dipakai berasal dari kulit buah kopi yang sudah diaktivasi dengan NaOH 1 M. Parameter yang diamati dalam adsorpsi yaitu kekeruhan dan warna. Waktu yang digunakan pada pengadukan yaitu 60 menit, 65 menit dan 70 menit dengan masing-masing kecepatan yaitu 60 rpm, 90 rpm, dan 120 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan waktu dan kecepatan pengadukan terbaik adalah 60 menit / 120 rpm. Perlakuan waktu dan pengadukan sebesar 60 menit / 120 rpm pada adsorpsi air limbah pengolahan kopi memiliki nilai efisiensi penurunan pada parameter kekeruhan dan warna secara berurutan yaitu 93,13% dan 83,93%.

Kata kunci: karbon aktif, kulit buah kopi, adsorpsi, perlakuan pengadukan

Diterima: 28 Juni 2020; Disetujui: 27 Mei 2021

Pendahuluan

Agroindustri kopi di Desa Sidomulyo, Jember menggunakan pengolahan basah dan kering untuk memproduksi biji kopi. Pengolahan basah menghasilkan banyak air limbah dari sortasi rambang, *pulping*, dan *washing*. Air limbah pengolahan kopi memiliki tingkat keasaman dan kandungan organik yang tinggi. Air limbah tersebut memiliki nilai BOD berkisar antara 3,100-14,300 mg/L, dan COD sebesar 5,000-35,000 mg/L (Novita et al. 2018; Novita et al. 2019). Air limbah hasil pengolahan kopi yang berasal dari proses *washing* memiliki air yang lebih kental karena mengandung lendir. Kandungan lendir yang terdegradasi selama fermentasi menyebabkan nilai keasaman air limbah lebih asam dibandingkan dengan proses *pulping*. Air limbah proses fermentasi juga memiliki warna gelap kecokelatan, warna tersebut berasal dari kandungan flavonoid kulit buah pada saat *pulping* yang kemudian dilakukan pencucian setelah proses fermentasi. Pigmentasi warna tersebut akan berdampak pada kualitas perairan dan makhluk *aquatic* apabila dibuang pada saluran atau perairan. Pigmen tersebut berbahaya terhadap ekosistem air karena menghalangi sinar matahari sehingga menghambat fotosintesis di dalam badan air (Budiarti, 2014).

Adsorpsi merupakan salah satu teknik pengolahan limbah yang diharapkan dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas air limbah. Proses tersebut menggunakan adsorben yang dapat menyerap zat yang terkandung di dalam limbah. Secara umum adsorben menggunakan karbon aktif atau arang aktif. Karbon aktif yang digunakan pada penelitian ini yaitu karbon aktif dari kulit buah kopi. Menurut Widad (2017), kulit buah kopi memiliki komponen kimia seperti selulosa, lignin, dan hemiselulosa yang berpotensi sebagai karbon aktif. Kandungan selulosa dan senyawa organik pada kulit kopi kaya akan unsur karbon sehingga berpotensi sebagai bahan dasar karbon aktif (Budiarti, 2014). Karbon aktif kulit buah kopi dapat dimanfaatkan dalam penyerapan logam berat seperti logam timbal (Pb) (Puspitasari et al. 2017).

Adsorpsi memiliki beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil adsorpsinya. Salah satu faktornya yaitu proses pengadukan. Pengadukan dapat menghomogenkan air limbah yang mengandung campuran senyawa-senyawa dalam ukuran yang berbeda. Kebanyakan air limbah mengandung berbagai ukuran partikel adsorbat. Keadaan ini dapat merugikan, karena partikel yang lebih besar akan menghalangi partikel kecil untuk dapat masuk ke dalam pori adsorben. Akan tetapi gerakan konstan dari partikel adsorbat dapat mencegah terjadinya penyumbatan. Gerakan partikel kecil yang cepat membuat partikel adsorbat yang lebih kecil akan terdifusi lebih cepat ke dalam pori. Gerakan tersebut dapat berupa pengadukan dengan waktu dan kecepatan yang sesuai. Semakin lama waktu pengadukan semakin

menurunkan besarnya karakteristik limbah. Semakin tinggi kecepatan pengadukan membuat karbon aktif tidak bekerja secara optimal karena dapat merusak pori adsorben dan membuat ikatan antara adsorben dan adsorbat terlepas (Syauqiyah et al. 2011).

Dalam pengadukan terdapat proses perpindahan massa dari larutan yang dapat dipengaruhi kecepatan dan waktu pengadukan. Kecepatan dan waktu saling berikatan di dalam proses pengadukan (Nelwan dan Yudisaputro, 2015). Semakin lama waktu pengadukan maka kontak antara adsorben dan adsorbat semakin lama, sehingga semakin banyak terbentuk ikatan antara partikel dengan pori adsorben. Ikatan antar partikel adsorben dan adsorbat dapat terlepas apabila kecepatan semakin besar. Tingginya kecepatan pengadukan membuat karbon aktif tidak dapat membentuk ikatan yang kuat, akibatnya hanya sedikit adsorbat yang dapat dijerap (Syauqiyah et al. 2011). Oleh sebab itu waktu dan kecepatan pengadukan berperan vital dalam optimalisasi adsorpsi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi pengaruh waktu dan kecepatan pengadukan terhadap efisiensi penurunan nilai parameter kekeruhan dan warna pada adsorpsi air limbah pengolahan kopi menggunakan karbon aktif dari kulit buah kopi.

Metode Penelitian

Preparasi Sampel

Adsorben pada penelitian ini adalah karbon aktif yang berasal dari kulit buah kopi arabika. Air limbah yang diteliti berasal dari air limbah pengolahan basah biji kopi arabika yang berasal dari *washing* setelah fermentasi. Air limbah diperoleh dari *washing* hasil fermentasi kopi arabika setelah 8 jam. Limbah tersebut digunakan sebagai sampel dengan menggunakan 9 perlakuan pada proses adsorpsi.

Preparasi Karbon Aktif dari Kulit Buah Biji Kopi

Karbon aktif yang digunakan berbahan dasar dari kulit buah kopi. Limbah padat hasil pengolahan kopi yang paling banyak berasal dari pengupasan (*pulping*), terutama kulit buahnya. Kandungan selulosa dan unsur karbon pada kulit buah kopi berpotensi sebagai bahan dasar dalam pembuatan karbon aktif (Puspitasari et al. 2017). Berikut ini merupakan proses pembuatan karbon aktif yang merujuk pada Standar Nasional Indonesia - SNI (1995).

1. Persiapan

Kulit buah kopi didapat dari Agroindustri Kopi Wulan di Desa Tanah Wulan Kecamatan Maesan, Kabupaten Bondowoso.

2. Karbonisasi

Kulit buah kopi yang sudah dikeringkan seberat 20 kg dikarbonisasi menggunakan tungku pembakaran. Karbonisasi dilakukan dengan cara pemanasan kulit buah kopi pada suhu 450°C

selama 5 jam. Proses ini dilakukan untuk pemurnian karbon sehingga diharapkan pori-pori dari karbon tersebut dapat menyerap polutan pada limbah.

3. Pengecilan Ukuran

Pengecilan dilakukan dengan dua cara yaitu dengan alat pengecil ukuran dan dengan cara ditumbuk. Karbon yang sudah mengecil diayak menggunakan ayakan 20 mesh (0.841 mm) – 60 mesh (0.250 mm).

4. Aktivasi Karbon Aktif

Aktivasi karbon aktif dilakukan dengan cara direndam dengan menggunakan NaOH 1M. Perendaman dilakukan selama 24 jam. Perbandingan karbon aktif dan aktivator NaOH yang digunakan yaitu 1:3. Setelah aktivasi kimia dilakukan, dilanjutkan dengan pencucian karbon menggunakan air suling bebas ion untuk menghilangkan sisa – sisa larutan aktivasi hingga pH karbon netral. Setelah pH netral dilanjutkan dengan aktivasi fisik dengan cara dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam (Setiawati dan dan Suroto, 2010).

Karakterisasi Karbon Aktif

Karbon aktif yang dihasilkan harus dilakukan karakterisasi berdasarkan Standar Nasional Indonesia - SNI (1995) 06-3730-1995.

1. Kadar Air

Pengukuran kadar air bahan ditentukan dengan cara pengeringan karbon aktif yang telah dihaluskan seberat 1 gram menggunakan oven dengan suhu 105°C selama 1 jam. Selanjutnya sampel karbon aktif didinginkan pada desikator selama 15 menit, kemudian ditimbang. Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan (Standar Nasional Indonesia – SNI, 1995). Kadar abu dihitung berdasarkan persamaan 1.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{a - b}{a} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana a = massa sampel sebelum pemanasan (g) dan b = massa sampel setelah pemanasan (g)

2. Kadar abu

Penimbangan sebanyak 1 gram karbon aktif dalam cawan abu. Cawan dimasukkan pada tanur/ furnace dengan suhu 650°C selama 5 jam sampai terbentuk abu putih. Kemudian didinginkan di dalam desikator selama 15 menit lalu ditimbang. Perhitungan kadar abu menggunakan persamaan 2 Standar Nasional Indonesia - SNI (1995).

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{b}{a} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana a = massa sampel sebelum pemanasan (g) dan b = massa sampel setelah pemanasan (g)

Tabel 1. Karakterisasi arang aktif kulit buah kopi.

Keterangan	Hasil Penelitian	Arang Aktif
Kadar air (%)	0.033	Maks. 4.5
Kadar abu (%)	0.704	Maks. 2.5
Data serap terhadap Iod (mg/g)	507.600	Min. 750

3. Pengujian daya jerap (I_2)

Prinsip pengujian ini adalah penurunan konsentrasi 0.1 N larutan iodium sehingga diketahui besarnya daya jerap karbon aktif terhadap iodium. Karbon aktif 1 gram diencerkan dengan larutan iodium 0.1 N dalam labu ukur 100 mL yang dibungkus oleh aluminium foil. Larutan tersebut dikocok selama 15 menit dan kemudian disaring. Filtrat yang dihasilkan sebanyak 10 mL akan dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat ($Na_2S_2O_3$) 0.1 N hingga berwarna kuning muda. Kemudian dimasukkan 3 tetes larutan indikator amilum 1% hingga berwarna biru. Tahapan selanjutnya adalah titrasi hingga warna biru larutan menghilang. Pengujian daya jerap iodium dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan. Daya jerap iodium dapat dihitung menggunakan rumus berdasarkan persamaan 3 Standar Nasional Indonesia - SNI (1995).

$$\text{Daya adsorb } I_2 \text{ (mg/g)} = \frac{\left(\frac{B \times N (Na_2S_2O_3)}{N (\text{iodin})} \times 126.93 \right) \times fp}{\alpha} \quad (3)$$

Dimana A = Volume larutan iodin (ml), B = Volume $Na_2S_2O_3$ yang terpakai (ml), fp = faktor pengenceran, α = bobot karbon aktif (gr), $N (Na_2S_2O_3)$ = konsentrasi $Na_2S_2O_3$ (N), $N (\text{iodin})$ = konsentrasi iodin (N), 126.93 = jumlah iodin sesuai 1 ml larutan $Na_2S_2O_3$

Hasil karakterisasi karbon aktif kulit buah kopi berdasarkan kadar air, kadar abu, dan daya serap iod dapat dilihat pada Tabel 1, berdasarkan hasil tersebut maka telah sesuai dengan persyaratan karbon aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995. Dengan demikian karbon aktif dari kulit buah kopi tersebut dapat digunakan untuk adsorpsi. Karakterisasi karbon aktif kulit buah kopi memiliki kadar air sebesar 0.033% (Standar Nasional Indonesia – SNI, 1995). Karbon aktif yang digunakan berbentuk granula karena memiliki ukuran 0.2 – 5 mm, dapat dilihat pada Gambar 1.

Perlakuan Variasi Perlakuan Waktu dan Kecepatan Pengadukan

Variasi perlakuan berdasarkan dua faktor yang akan diamati. Faktor yang digunakan yaitu kecepatan dan waktu pengadukan dengan setiap faktor terdapat tiga taraf. Pada faktor kecepatan yaitu 60, 90, dan 120 rpm. Adapun faktor waktu yaitu 60, 65, dan 70

Tabel 2. Komposisi variasi perlakuan.

Kecepatan	Waktu			Sampel
	60 menit (W1)	65 menit (W2)	70 menit (W3)	
60 rpm (V1)	V1W1a	V1W2a	V1W3a	sampel 1 (a)
	V1W1b	V1W2b	V1W3b	sampel 2 (b)
	V1W1c	V1W2c	V1W3c	sampel 3 (c)
90 rpm (V2)	V2W1a	V2W2a	V2W3a	sampel 1 (a)
	V2W1b	V2W2b	V2W3b	sampel 2 (b)
	V2W1c	V2W2c	V2W3c	sampel 3 (c)
120 rpm (V3)	V3W1a	V3W2a	V3W3a	sampel 1 (a)
	V3W1b	V3W2b	V3W3b	sampel 2 (b)
	V3W1c	V3W2c	V3W3c	sampel 3 (c)

menit. Penentuan variasi waktu tersebut dilakukan untuk mengetahui dengan rentan 5 menit diharapkan dapat menentukan waktu yang lebih efisien untuk menurunkan bahan pencemar pada air limbah (Syauqiah *et al.* 2011). Perlakuan waktu dan kecepatan pengadukan dalam adsorpsi logam berat pada limbah yang paling baik yaitu 60 menit dengan kecepatan 90 rpm (Syauqiah *et al.* 2011). Oleh sebab itu, kecepatan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan 60, 90, dan 120 rpm. Adsorpsi dilakukan dengan menggunakan 9 perlakuan dengan masing-masing perlakuan terdapat 3 sampel yang digunakan untuk pengulangan, sehingga dihasilkan 27 sampel. Variasi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2.

Adsorpsi Air Limbah dari Pengolahan Biji Kopi

Proses adsorpsi air limbah pengolahan kopi dengan menggunakan karbon aktif kulit buah kopi melalui tahapan sebagai berikut. Air limbah pengolahan kopi sebanyak 100 mL dimasukkan ke dalam *beaker glass* 250 mL, kemudian ditambahkan 25 gr karbon aktif. Campuran limbah dan karbon aktif diaduk menggunakan *jar test* dengan kecepatan sebesar 60, 90, dan 120 rpm selama masing-masing 5, 10, dan 20 menit. Setelah pengadukan, larutan tersebut dituangkan pada seperangkat alat adsorpsi yang terdiri dari rak, gelas wadah, gelas keran, dan corong yang dilengkapi dengan kertas saring. Fungsi

alat tersebut adalah memisahkan arang dan larutan (Gambar 2). Adapun keterangan alat yaitu panjang 41 cm, lebar 25 cm, tinggi 30 cm, lebar per kotak gelas 7 cm, dan terdiri dari 15 susun rangkaian. Setelah proses adsorpsi selesai kemudian dilakukan pengukuran parameter kualitas air limbah pengolahan kopi yang terdiri atas parameter kekeruhan dan warna. Selanjutnya hasil data tersebut dianalisis untuk mengetahui efektivitas dari perlakuan yang diberikan.

Pengukuran Parameter Kekeruhan

Pengukuran kekeruhan dilakukan dengan menggunakan alat turbidimeter. Sebelum mengukur, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi alat dengan menggunakan *calibration solution*. Kalibrasi dilakukan untuk pengaturan akurasi agar hasil yang diperoleh akurat dan konsisten. Setelah kalibrasi sampel dimasukkan pada alat, kemudian ditekan tombol *read* untuk pembacaan nilai kekeruhan dalam satuan NTU. Pengukuran dilakukan satu persatu pada semua sampel (Wirman *et al.* 2019).

Pengukuran Parameter Warna

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Spektrofotometer UV-Vis merupakan alat untuk mengukur transmitansi dan absorbansi suatu sampel sebagai fungsi panjang gelombang (Sistesya dan Heri, 2013). Sebelum



Gambar 1. Rangkaian alat adsorpsi.



Gambar 2. Arang aktif kulit buah kopi (0.2 – 5 mm).

digunakan alat harus dihidupkan terlebih dahulu selama kurang lebih 30 menit. Kemudian dilakukan pengukuran pada sampel dengan memasukkan sampel pada kuvet yang sudah dibersihkan, diusahakan kuvet tidak tersentuh tangan, tidak basah, dan bersih. Sampel dimasukkan sampai batas pada kuvet. Selanjutnya sampel dan *aquadest* sebagai *blanko* dimasukkan ke dalam alat. Tahapan berikutnya penentuan panjang gelombang maksimum. Kemudian dilakukan pencatatan hasil nilai warna pada setiap sampel yang tertera pada monitor.

Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan untuk mengetahui panjang gelombang yang memiliki serapan tertinggi agar kepekaannya maksimal dan meminimalkan kesalahan. Pada penelitian ini penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan pada adsorbansi 450 – 550 nm yang merupakan rentan cahaya tampak, dengan variasi interval 15 nm (Winahyu *et al.* 2019). Validasi nilai adsorbansi maksimum tersebut maka dilakukan pengukuran dengan rentan yang lebih kecil yaitu 455 – 465 nm dengan rentan 1. Hasil pengukuran panjang gelombang maksimum dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4. Nilai adsorbansi tertinggi yaitu pada 460 nm dengan nilai 0.453 nm. Sehingga pada penelitian ini panjang gelombang yang digunakan untuk mengetahui nilai warna sebelum dan sesudah adsorpsi pada air limbah kopi yang digunakan yaitu 460 nm. Untuk hasil standar deviasi pada panjang gelombang 460 sebesar 0.002 dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4, terlihat bahwa nilai tersebut paling kecil artinya penyebaran data pada sampel dengan panjang gelombang tersebut memiliki data yang fluktuatif.

Analisis Data

Analisis data digunakan untuk menentukan efektivitas dari variasi kecepatan dan waktu yang dapat dihitung menggunakan persamaan efisiensi penurunan. Efisiensi penurunan pada parameter kekeruhan dan warna pada sampel air limbah pengolahan kopi antara sebelum dan sesudah dikontakkan dengan adsorben dapat dihitung persentase penurunannya dengan rumus sebagai berikut (Kristianingrum *et al.* 2014; Novita *et al.* 2018).

$$\text{Efisiensi Penurunan (\%)} = \frac{a - b}{a} \times 100\% \quad (4)$$

Dimana a = konsentrasi awal (kekeruhan (NTU); warna (A)); b = konsentrasi akhir (kekeruhan (NTU); warna (A))

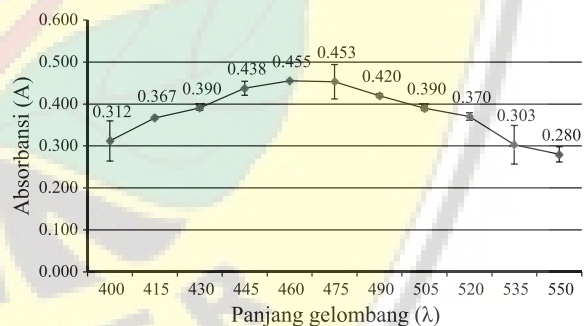
Pengujian data hasil perlakuan dihitung menggunakan analisis data statistik *Analysis of Variant* (ANOVA) tanpa interaksi dengan tingkat signifikansi ($<0,05$). Analisis varian dua arah tanpa interaksi digunakan pada kelompok yang berasal dari sampel yang sama tiap kelompok. ANOVA tanpa interaksi digunakan ketika tidak ada pengulangan terhadap sampel. Tahapan analisis varian dua arah

yaitu dengan menentukan hipotesis, menentukan α , menghitung derajat bebas (*degrees of freedom*), menyatakan *decision rule* (kriteria keputusan), menghitung tes statistik, menyatakan hasil, dan menentukan kesimpulan (Fajrin *et al.* 2016).

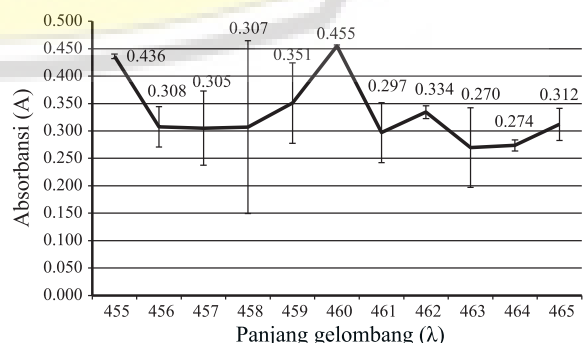
Hasil dan Pembahasan

Analisis Parameter Kekeruhan

Hasil parameter kekeruhan mengalami penurunan setelah dilakukan adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan grafik pada Gambar 5 dapat dilihat hasil kekeruhan yang paling baik pada V3W1. Menurut (Wati *et al.*, 2016), semakin kecil kecepatan pengadukan membuat adsorben sukar menembus lapisan (*film*) antara permukaan adsorben dan *film diffusion* yang merupakan faktor pembatas yang memperkecil kecepatan penyerapan. Sedangkan semakin besar kecepatan maka dapat merusak *film diffusion* sehingga proses penyerapan tidak akan maksimal. Semakin kecil kecepatan pengadukan maka adsorbat sukar menembus lapisan, hal tersebut sesuai dengan hasil kekeruhan pada Gambar 5, yang menunjukkan nilai kekeruhan semakin menurun seiring dengan besarnya V . Merujuk pada Akbar *et al.* (2015), waktu yang dibutuhkan untuk pengadukan tergantung dari kecepatan pengadukan. Apabila kecepatan semakin kecil maka waktu pengadukan semakin lama, akan tetapi jika kecepatan semakin besar maka waktu yang dibutuhkan semakin kecil.



Gambar 3. Panjang gelombang 460-550 nm terhadap adsorbansi.



Gambar 4. Panjang gelombang 455-465 nm terhadap adsorbansi.

Tabel 3. Hasil adsorpsi.

Parameter	Sampel Awal	V1W1	V1W2	V1W3	V2W1	V2W2	V2W3	V3W1	V3W2	V3W3
Kekeruhan (NTU)	334.00	54.87	43.39	37.59	47.82	34.02	40.97	22.96	24.81	28.85
Warna (A)	2.15	0.95	0.94	0.76	0.94	0.71	0.88	0.35	0.38	0.63

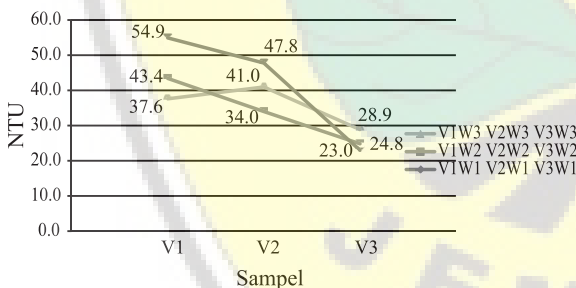
Waktu yang dibutuhkan dalam proses pengadukan tergantung dari besarnya kecepatan. Variasi V1, V2, dan V3 memiliki nilai terkecil pada perlakuan sampel yang memiliki nilai kekeruhan terkecil secara berurutan yaitu V1W3, V2W2, dan V3W1. Seperti pada Gambar 9, terlihat bahwa semakin besar V maka hasil larutan semakin baik, namun apabila V semakin besar maka besarnya W berpengaruh. Pada gambar tersebut terlihat bahwa dengan V semakin besar maka W semakin kecil akan memperlihatkan larutan hasil adsorpsi yang paling baik. Dari percobaan tersebut dapat diasumsikan bahwa apabila V semakin besar maka W semakin kecil. Menurut Akbar *et al.*, (2015), waktu yang dibutuhkan untuk pengadukan dipengaruhi oleh kecepatan pengadukan. Hal tersebut sesuai dengan grafik pada Gambar 5. Semua sampel mengalami penurunan dan kenaikan tingkat kekeruhan tergantung dari waktu yang digunakan dengan kecepatan pengadukan yang berbeda.

Menurut Budiarti (2014), karbon aktif dalam kapasitas penyerapannya mempunyai daya serap maksimum untuk menyerap bahan kandungan gas atau cair. Karbon aktif memiliki sifat *adsorpsifitas* dan tingkat kejenuhan dari adsorben yang digunakan dapat menentukan tingkat efektivitas waktu kontak antara adsorben dan adsorbat pada proses pengadukan. Waktu kontak merupakan suatu kondisi

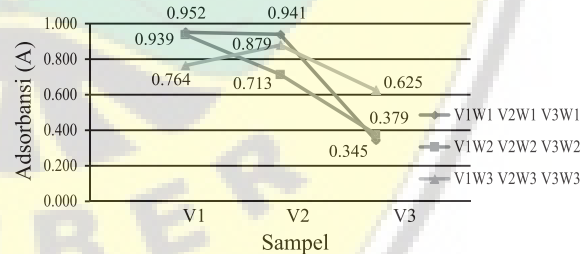
yang memengaruhi daya tahan adsorben sebelum mencapai titik jenuh. Hasil perlakuan dari parameter kekeruhan yang paling efisien adalah pada sampel V3W1 dapat dilihat pada Gambar 6. Dari grafik pada Gambar 6 dapat diketahui sampel V3W1 merupakan sampel yang paling efisien dengan nilai 93.13 ± 0.331 %. Nilai tersebut didapatkan dari perhitungan sampel pada pengukuran parameter, dimana V3W1 memiliki nilai kekeruhan yang paling kecil. Nilai kekeruhan tersebut kecil karena waktu dan kecepatan yang digunakan pada proses pengadukan telah sesuai. Nilai efektivitas akan besar apabila hasil pengukuran kekeruhan antara sebelum dan sesudah dikontakkan dengan adsorben memiliki perbandingan yang besar (Kristianingrum *et al.* 2014). Pada Gambar 10 dapat dilihat hasil adsorpsi dengan V3 menghasilkan larutan hasil adsorpsi yang paling baik.

Analisis Parameter Warna

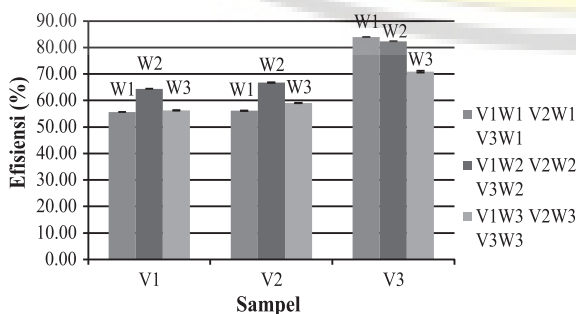
Tabel 3 menunjukkan bahwa setelah dilakukan adsorpsi maka hasil parameter warna mengalami penurunan. Dari Gambar 7, hasil pengukuran warna berbanding lurus dengan kekeruhan. Nilai warna yang paling kecil yaitu pada V3 dengan sampel V3W1, V3W2, dan V3W3 dibandingkan dengan sampel pada kelompok V1 dan V2. Hal tersebut terjadi karena apabila kecepatan pengadukan semakin besar maka proses adsorpsi berjalan baik. Semakin kecil kecepatan pengadukan maka adsorbat sukar



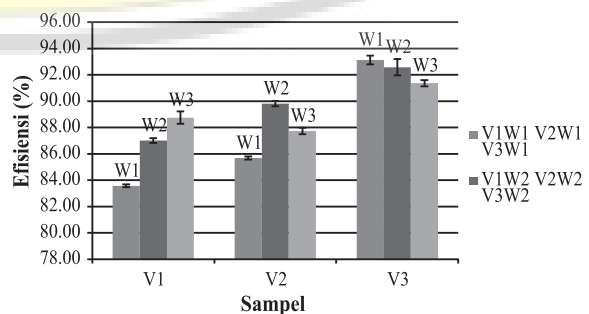
Gambar 5. Pengukuran kekeruhan pada air limbah pengolahan kopi.



Gambar 7. Pengukuran parameter warna.



Gambar 6. Efektivitas kekeruhan air limbah pengolahan kopi.



Gambar 8. Efisiensi penurunan warna air limbah pengolahan kopi.

menembus lapisan, namun menurut Akbar *et al.*, (2015: 7), mengatakan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk pengadukan tergantung dari kecepatan pengadukan. Apabila kecepatan (V) semakin besar maka waktu (W) semakin kecil.

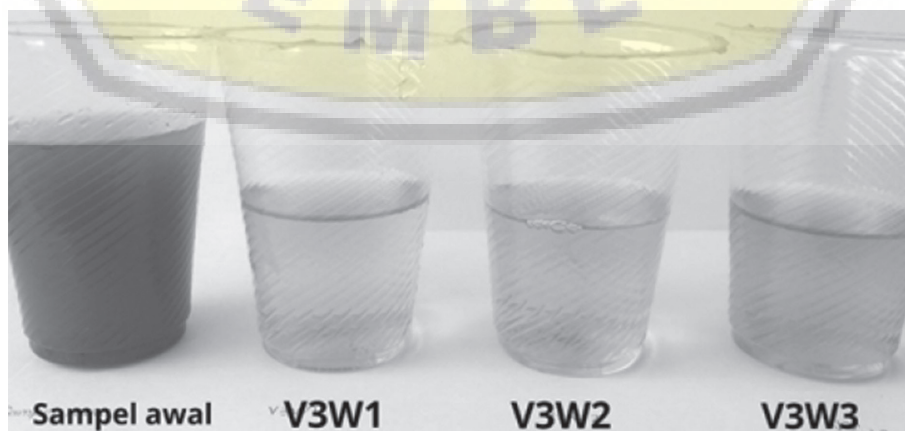
Waktu yang dibutuhkan tergantung dari besarnya kecepatan, pada Gambar 7 sampel yang memiliki nilai warna terkecil pada $V1$ yaitu pada sampel $V1W3$ dengan nilai 0.764, kemudian pada $V2$ nilai yang paling kecil yaitu pada sampel $V2W2$ dengan nilai 0.713, dan pada $V3$ yang paling kecil yaitu $V3W1$ dengan nilai 0.345. Hal tersebut terjadi karena menurut Wati *et al.* (2016) semakin kecil kecepatan pengadukan maka adsorbat sukar menembus lapisan, semakin besar kecepatan maka adsorpsi pun berjalan baik. Namun hal tersebut dipengaruhi juga

oleh waktu. Menurut Akbar *et al.*, (2015), waktu yang dibutuhkan untuk proses pengadukan tergantung dari kecepatan pengadukan. Apabila kecepatan semakin kecil maka waktu pengadukan semakin lama, namun apabila kecepatan semakin besar maka waktu yang dibutuhkan semakin kecil.

Grafik efektivitas pada Gambar 8 didapat dari persentase perhitungan hasil sampel setelah dilakukan adsorpsi dibandingkan dengan sebelum dilakukan adsorpsi terhadap pengukuran parameter warna untuk dapat melihat persentase perubahan pada proses tersebut. Penentuan efektivitas kecepatan dan waktu pengadukan pada parameter warna yang paling baik yaitu pada sampel $V3W1$. Semakin cepat pengadukan maka adsorpsi semakin baik, namun waktu memengaruhi kecepatan. Hal tersebut terjadi



Gambar 9. Hasil adsorpsi pada sampel sebelum dan sesudah adsorpsi.



Gambar 10. Hasil adsorpsi dengan kecepatan yang paling efisien ($V3$).

karena waktu dan kecepatan saling berkaitan, apabila kecepatan semakin kecil maka waktu pengadukan semakin lama, namun apabila kecepatan semakin besar maka waktu yang dibutuhkan semakin kecil. Hasil yang paling baik yaitu pada saat pengadukan dengan kecepatan 120 rpm dan waktu 60 menit yaitu sebesar 83.94 ± 0.013 %.

Pada parameter kekeruhan dan warna yang sudah dilakukan perhitungan, bahwa kecepatan dan waktu yang paling efisien yaitu dengan nilai persentase yang paling besar atau mendekati 100%. Pada kedua parameter tersebut hasil yang paling efisien yaitu pada perlakuan dengan kecepatan 120 rpm dalam waktu pengadukan 60 menit yaitu pada sampel V3W1. Pada Gambar 10 dapat dilihat hasil adsorpsi dengan V3 menghasilkan larutan hasil adsorpsi yang paling baik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan tersebut adalah yang paling efisien untuk digunakan pada proses pengadukan dalam adsorpsi. Hal tersebut sesuai dengan hasil perhitungan uji statistik menggunakan ANOVA yaitu terdapat perbedaan nyata dari semua variasi pengadukan. Sampel yang sangat berbeda nyata yaitu pada V3W1 yang merupakan sampel dengan variasi kecepatan 120 rpm dan waktu 60 menit, perbedaannya dapat dilihat pada Gambar 9 yaitu gambar sampel sebelum dan sesudah dilakukan adsorpsi.

Simpulan

Berdasarkan hasil adsorpsi menunjukkan bahwa sampel yang paling efisien untuk menurunkan parameter kekeruhan dan warna adalah pada sampel V3W1 yang merupakan sampel dengan kecepatan 120 rpm dan waktu 60 menit. Adapun nilai efisiensi penurunan parameter kekeruhan dan warna secara berurutan yaitu 93.13 ± 0.331 % dan $83.94\% \pm 0.013$ %. Kondisi ini didukung dari hasil perhitungan uji statistik menggunakan *analysis of variance* menunjukkan bahwa sampel yang berbeda nyata dalam hasil penanganan adalah perlakuan V3W1.

Daftar Pustaka

- Akbar, M.A., A. Ahmad dan S.R. Muria. 2015. Pengaruh kecepatan pengadukan pada pembuatan bioetanol dari pelepah sawit menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Skripsi. Pekanbaru: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Riau.
- Budiarti, R. 2014. Uji efektivitas arang aktif dari kulit biji kopi sebaagi adsorben ion tombal (pb) dan ion cadmium (cd). Skripsi. Jember: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Jember.
- Fajrin, J., P. Pathurahman dan L.G. Pratama. 2016. Aplikasi metode *analysis of variance* (anova) untuk mengkaji pengaruh penambahan silica fume terhadap sifat fisik dan mekanik mortar. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)* Vol. 12(1):11-24. doi: 10.10.25077/jrs.12.1.11-24.2016
- Kristianingrum, S., E.D. Siswani, dan A. Fillaeli. 2014. Optimasi kondisi pada sintesis biosorben dari pandan laut dan uji adsorptivitasnya terhadap ion logam kromium dan timbal dalam berbagai macam limbah. *Jurnal Sains Dasar* Vol. 3(1):48–55.
- Novita, E., S. Wahyuningsih dan H.A. Pradana. 2018. Variasi komposisi input proses anaerobik untuk produksi biogas pada penanganan limbah cair kopi. *Jurnal Agroteknologi* Vol. 12(01): 43-57. doi: 10.19184/j-agt.v12i1.7887
- Novita, E., H.A. Pradana, S. Wahyuningsih, B. Marhaenanto, M.W. Sujarwo, M.S.A. Hafids. 2019. Variasi digester anaerobik terhadap produksi biogas pada penanganan limbah cair pengolahan kopi. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* Vol. 8(03): 164-174. doi: 10.23960/jtep-l.v8.i3.164-174
- Nelwan, L.O., dan F. Yudisaputro. 2015. Pemodelan daya pengadukan selama proses dehidrasi osmotik irisan mangga dalam larutan gula. *Jurnal Keteknikan Pertanian* Vol. 3(2): 97-104. doi: 10.19028/jtep.03.2.97-104
- Puspitasari, A.A., N.K. Sumarni dan M. Musafira. 2017. Kajian kapasitas adsorpsi arang kulit kopi robusta teraktivasi $ZnCl_2$ terhadap ion pb (ii). *Kovalen* Vol. 3(2):134-141.
- Setiawati, E., S. Suroto. 2010. Pengaruh bahan aktivator pada pembuatan karbon aktif tempurung kelapa. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan* Vol. 2(1):21-26. doi: 10.24111/jrihh.v2i1.911
- Sistesya, D. dan H.S. 2013. Sifat optis lapisan $ZnO:Ag$ yang dideposisi di atas substrat kaca menggunakan metode *chemical solution deposition* (CSD) dan aplikasinya pada degradasi zat warna methylene blue. *Youngster Physical Journal* Vol. 1(4). 71-80.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 1995. Arang Aktif Teknis. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Syauqiah, I., M. Amalia dan H.A. Kartini. 2011. Analisis variasi waktu dan kecepatan pengaduk pada proses adsorpsi limbah logam berat dengan arang aktif. *Jurnal Info Teknik* Vol. 12(1):11–20. doi: 10.20527/infotek.v12i1.1773
- Wati, E., I. Hajar, R.S. Sitorus, N. Mulianingtias dan F.J. Welan. 2016. Efektivitas adsorpsi logam pb 2+ dan cd 2+ menggunakan media adsorben cangkang telur ayam. *Konversi* Vol. 5(1):1–8. doi: 10.20527/k.v5i1.4771.
- Winahyu, D.A., A. Retnaningsih dan M. Aprillia. 2019. Penetapan kadar flavonoid pada kulit batang kayu raru (*cotylelobiummelanoxylopon*) dengan metode spektrofotometri uv-vis. *Jurnal Analisis Farmasi* Vol. 4(1): 29-36.
- Wirman, R.P., I. Wardhana, dan V.A. Isnaini. 2019. Kajian tingkat akurasi sensor pada rancang bangun alat ukur total dissolved solids (tds) dan tingkat kekeruhan air. *Jurnal Fisika* Vol. 9(1):37–46.