

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 Massa dan Waktu Kontak Karbon Aktif Terhadap Efisiensi Adsorpsi Air Limbah Pengolahan Kopi

Mass and Contact Time of Activated Carbon Treatment to Adsorption Efficiency for Coffee Processing Wastewater

Elida Novita*, Universitas Jember, Indonesia

Email: elida_novita.ftp@unej.ac.id

Arthanti Yulia Admaja, Universitas Jember, Indonesia

arthaadmajaaa@gmail.com

Hendra Andiananta Pradana, Universitas Jember, Indonesia

Email: hendraandianantapradana@gmail.com

Abstract

Coffee is one of the crops that has a high economic value. Wet or dry coffee processing will produce waste that can pollute the surrounding environment. Environmental impact caused by coffee wastewater in the form of water that becomes cloudy with dark color. The treatment can be done using the adsorption method. The purpose of this research was to determine the efficiency of the best activated carbon mass and the optimum contact time in the adsorption process on the treatment of coffee processing waste water. The mass of activated carbon used in each sample is 5 grams, 10 grams, and 15 grams with contact time of 60 minutes, 90 minutes, and 120 minutes. The parameters were examined consist of turbidity and colour. The best treatment is mass of activated carbon of 15 g and interaction of 60 minutes. By using a different mass and the time of contact in adsorption can decrease the characteristics of coffee processing waste water that is in the turbidity parameter yields a efficiency of 89.58% and in color parameters reached 83.86%.

Keywords: *activated carbon, coffee pulp, mass, contact time, adsorption*

Abstrak

Kopi merupakan salah satu hasil perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Pengolahan kopi secara basah ataupun kering akan menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan di sekitarnya. Salah satu dampak pencemaran lingkungan tersebut diakibatkan oleh air limbah dari pengolahan biji kopi. Upaya untuk mengurangi dampak tersebut adalah penanganan air limbah menggunakan metode adsorpsi. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis perlakuan massa karbon aktif dari kulit buah kopi dan waktu kontak yang terbaik dalam adsorpsi untuk penanganan air limbah pengolahan kopi. Terdapat dua parameter yang diukur yaitu warna dan kekeruhan pada adsorpsi air limbah kopi. Massa karbon aktif yang digunakan pada masing-masing sampel yaitu 5, 10 dan 15 gram. Adapun waktu kontak pada perlakuan yaitu 60, 90, dan 120 menit. Tahapan selanjutnya adalah pengukuran efisiensi penurunan parameter kualitas air limbah pengolahan biji kopi berupa kekeruhan dan warna. Hasil yang terbaik dari perlakuan massa dan waktu kontak adalah 15 gram dan 60 menit. Perlakuan tersebut memiliki nilai efisiensi penurunan parameter kualitas air limbah pengolahan kopi berupa kekeruhan dan warna secara berurutan sebesar 89,58% dan 83,86%.

Kata kunci: karbon aktif, kulit buah kopi, variasi massa, waktu kontak, adsorpsi

Diterima: 28 Juni 2020; Disetujui: 27 Mei 2021

PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu hasil perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Sebelum diolah menjadi bubuk, kopi yang sudah dipetik dengan kulit buah berwarna merah akan dipisahkan dari bijinya menggunakan mesin *pulper*. Setelah terpisah, biji kopi akan difermentasi lalu dicuci untuk menghilangkan kambium yang ada pada biji. Pengolahan kopi secara basah ataupun kering akan menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan di sekitarnya. Limbah yang dihasilkan dapat berupa limbah padat dan cair. Pada proses pengolahan secara basah, kulit buah dan kulit tanduk adalah limbah padat yang dihasilkan pada proses pengupasan buah. Kulit kopi memiliki kandungan selulosa yang cukup besar, yaitu 15-43 % (Puspitasari *et al.*, 2017). Limbah buah kopi biasanya berupa daging buah yang secara fisik komposisi mencapai 48%, terdiri dari kulit buah 42% dan kulit biji 6% (Juwita *et al.*, 2017).

Pengolahan kopi secara basah menghasilkan air limbah yang menyebabkan masalah terhadap lingkungan. Secara umum, air limbah pengolahan kopi rakyat tidak diolah terlebih dahulu dan langsung dialirkan ke badan air maupun diresapkan ke dalam tanah. Fenomena peningkatan pembuangan limbah cair dan padat ke sungai semakin meningkatkan potensi pencemaran lingkungan perairan. Satu setengah zat padat menjadi zat padat terlarut seperti kalsium, kalium, dan senyawa organik yang larut (Afandi *et al.*, 2017). Limbah dari pengolahan kopi memiliki dampak lingkungan berupa air yang menjadi keruh dengan warna yang gelap. Air limbah yang paling pekat pada pengolahan kopi yaitu air limbah setelah proses fermentasi. Proses fermentasi dapat memecah komponen kompleks seperti karbohidrat, protein dan lemak menjadi zat – zat yang lebih sederhana seperti glukosa, asam amino dan asam lemak. Melalui fermentasi kandungan serat kasar (terutama lignin dan selulosa) dari limbah buah kopi dapat berkurang. Berkurangnya kandungan serat kasar tersebut menyebabkan air limbah kopi pada pencucian setelah fermentasi menghasilkan air limbah yang keruh dan kental (Sariadi, 2011). Air limbah yang dihasilkan dari tahapan pengolahan kopi sangat tinggi. Produksi kopi dapat menghasilkan air limbah mencapai 28.7 % (Parani dan Eyini, 2010).

Ampas kopi termasuk bahan organik yang dapat diolah menjadi arang aktif untuk digunakan sebagai adsorben atau bahan penyerap (Sariadi, 2011). Bahan baku yang berasal dari bahan organik dapat dibuat menjadi karbon aktif karena mengandung karbon. Arang aktif adalah suatu padatan berpori yang dihasilkan dari bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Semakin luas permukaan arang aktif maka daya adsorpsinya semakin tinggi (Parani dan Eyini, 2010). Karbon aktif adalah arang yang diproses

sedemikian rupa sehingga mempunyai daya serap atau adsorpsi yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk larutan atau uap. Karbon aktif secara luas digunakan sebagai adsorben dan secara umum mempunyai kapasitas yang besar untuk mengadsorpsi molekul organik.

Adsorpsi merupakan suatu proses penyerapan oleh padatan tertentu terhadap zat tertentu yang terjadi pada permukaan zat padat karena adanya gaya tarik atom atau molekul pada permukaan zat padat tanpa meresap ke dalam. Penanganan air limbah dengan metode adsorpsi diharapkan bisa menurunkan kekeruhan dan warna pada air limbah. Adsorben yang digunakan dibagi menjadi tiga massa yang berbeda yaitu 5 gram, 10 gram, dan 15 gram dengan waktu kontak adsorpsi yaitu 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Massa karbon aktif dipengaruhi oleh berat karbon tersebut. Semakin berat massa karbon aktif, maka semakin luas permukaannya dan semakin tinggi daya serapnya (Syauqiah *et al.*, 2011). Sedangkan waktu kontak merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi hasil adsorpsi. Waktu kontak dipengaruhi oleh massa karbon aktif yang digunakan, karena semakin berat massa karbon aktif maka semakin kecil waktu kontak yang dibutuhkan untuk mencapai kesetimbangan (Syauqiah *et al.*, 2011). Perbedaan massa dan waktu kontak dilakukan untuk mengetahui massa dan waktu kontak yang optimum untuk karbon aktif kulit buah kopi. Karakterisasi adsorben yang dianalisis yaitu kadar iod, kadar air, dan kadar abu agar adsorben atau karbon aktif sesuai dengan standar Indonesia. Dengan pemanfaatan ini, maka jumlah limbah yang dihasilkan akan semakin sedikit dan tingkat kekeruhan serta warna gelap air limbah akan berkurang. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis perlakuan massa karbon aktif dari kulit buah kopi dan waktu kontak yang terbaik dalam adsorpsi untuk penanganan air limbah dari pengolahan biji kopi.

Metode Penelitian

Preparasi Sampel

Pada penelitian ini adsorpsi menggunakan karbon aktif yang berasal dari kulit buah kopi arabika. Air limbah yang diteliti dari hasil pengolahan basah kopi arabika yang berasal dari *washing* setelah fermentasi selama 8 jam. Limbah hasil pengolahan kopi tersebut digunakan sebagai sampel menggunakan 9 perlakuan pada adsorpsi.

Preparasi Karbon Aktif Kulit Buah Kopi

Kulit kopi diketahui memiliki kandungan selulosa yang tinggi, mencapai 34.2% berat kering, 24.5% hemiselulosa dan kandungan lignin hingga 23.4%. Kandungan selulosa dan unsur karbon pada kulit tanduk kopi berpotensi sebagai bahan dasar dalam pembuatan karbon aktif. Karbon aktif yang

digunakan berbahan dasar dari kulit buah kopi (Pertiwi, 2016). Proses pembuatan karbon aktif kulit buah kopi terdiri dari persiapan bahan arang aktif dari kulit buah kopi yang diambil dari Agroindustri Kopi Wulan di Desa Tanah Wulan Kecamatan Maesan, Kabupaten Bondowoso, karbonisasi, pengecilan ukuran, dan aktivasi arang aktif (SNI, 1995).

Aktivasi adalah arang yang bertujuan untuk memperbesar pori, dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau oksidasi molekul-molekul permukaan melalui pemanasan (Papatungan *et al.* 2018). Proses aktivasi karbon aktif dilakukan dengan cara merendam karbon menggunakan NaOH 1 M selama 24 jam. Perbandingan yang digunakan untuk karbon aktif dan aktivator NaOH yaitu 1:3. Dilanjutkan pencucian karbon menggunakan akuades untuk menghilangkan sisa-sisa larutan aktivasi hingga pH karbon netral. Dilanjutkan dengan aktivasi fisik yaitu dipanaskan dalam oven dengan suhu 105°C selama 24 jam (Setiawati dan Suroto, 2010).

Karakterisasi Karbon Aktif

Karakterisasi karbon aktif kulit buah kopi mengacu berdasarkan Standar Nasional Indonesia – SNI 06-3730-1995 untuk menghasilkan karbon aktif kulit buah kopi yang layak digunakan. Faktor – faktor yang diukur untuk mengidentifikasi kualitas karbon aktif terdiri atas kadar air, kadar abu, pengujian daya jerap iodida dengan formula matematis yang disajikan pada persamaan (1) - (3). Pengukuran parameter tersebut dilakukan tiga kali pada masing – masing perlakuan dan merujuk pada SNI 06-3730-1995.

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

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

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

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

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

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 (iodin) = konsentrasi iodin (N), 126.93 = jumlah iodin sesuai 1 mL larutan $Na_2S_2O_3$. Tabel 1 merupakan hasil karakterisasi karbon aktif kulit buah kopi memiliki kadar air sebesar 0.033%; kadar abu 0.704%; dan daya jerap iodin 507,000 mg/g.

Tabel 1. Karakterisasi arang aktif kulit buah kopi.

Keterangan	Hasil Penelitian	SNI 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

(SNI, 1995)

Perlakuan Komposisi Input

Perlakuan komposisi menggunakan dua faktor. Faktor yang digunakan yaitu massa dan waktu kontak, dimana setiap faktor terdapat tiga taraf yaitu pada faktor massa karbon aktif menggunakan taraf 5 gram, 10 gram dan 15 gram. Rentang 5 gram pada setiap massa dengan massa terberat 15 gram dikarenakan pada studi literatur yang telah dilakukan, banyak ditemukan referensi jurnal menggunakan massa karbon aktif paling banyak hanya sampai 5 gram. Salah satu jurnal yang menggunakan massa 1, 2, 3, 4, dan 5 gram sebagai massa terberat yaitu Nurhasni *et al.* (2012), karena rentang dari massa tersebut hanya 1 gram, maka dilakukan rentang massa 5 gram untuk mengetahui perbedaan pengaruh yang nyata pada setiap massa. Pada faktor waktu kontak yaitu 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Rentang waktu kontak yaitu 30 menit dengan waktu kontak terlama 120 menit. Menurut Nurhasni *et al.*, (2012), waktu kontak yang digunakan 15, 30, 45, dan 60 menit, karena rentang waktu hanya 15 menit. Dilakukan rentang waktu 30 menit pada setiap waktu kontak diharapkan dapat diketahui waktu kontak yang paling optimum digunakan pada karbon aktif kulit buah kopi. Adsorpsi dilakukan dengan menggunakan 9 perlakuan terhadap 3 sampel dengan 3 kali pengulangan, sehingga Tabel 2 memiliki 27 sampel. Berikut merupakan pembagian kelompok pada sampel penelitian. Berikut merupakan tabel nama pada kelompok sampel yang telah ditentukan.

Tahapan Adsorpsi

Pada proses adsorpsi menggunakan seperangkat alat adsorpsi dengan kerangka dilengkapi ukuran seperti pada Gambar 1. Pada Gambar 2 merupakan alat adsorpsi yang digunakan untuk proses pengolahan air limbah kopi dengan menggunakan karbon aktif kulit buah kopi. Tahapan pertama air limbah kopi 100 mL dimasukkan ke dalam *beaker glass* 250 mL kemudian ditambahkan 5, 10 dan 15 gram karbon aktif pada setiap sampel. Selanjutnya larutan dibiarkan selama 60, 90 dan 120 menit sampai karbon aktif bekerja dan air limbah terserap. Kemudian dilakukan pengukuran parameter air limbah yang sudah melalui tahapan adsorpsi berupa kekeruhan dan warna. Tahapan terakhir adalah perhitungan nilai efisiensi penurunan

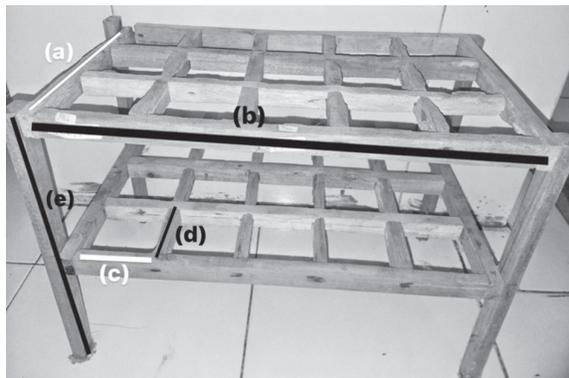
Tabel 2. Komposisi variasi perlakuan.

Massa	Waktu			Sampel
	5 menit (W1)	10 menit (W2)	15 menit (W3)	
5 gram (M1)	W1M1a	W2M1a	W3M1a	sampel 1 (a)
	W1M1b	W2M1b	W3M1b	sampel 2 (b)
	W1M1c	W2M1c	W3M1c	sampel 3 (c)
10 gram (M2)	W1M2a	W2M2a	W3M2a	sampel 1 (a)
	W1M2b	W2M2b	W3M2b	sampel 2 (b)
	W1M2c	W2M2c	W3M2c	sampel 3 (c)
15 gram (M3)	W1M3a	W2M3a	W3M3a	sampel 1 (a)
	W1M3b	W2M3b	W3M3b	sampel 2 (b)
	W1M3c	W2M3c	W3M3c	sampel 3 (c)

dari parameter kekeruhan dan warna air limbah kopi.

Pengukuran Parameter Kekeruhan

Pengukuran kekeruhan dilakukan dengan menggunakan alat turbidimeter. Pengukuran kekeruhan dilakukan dengan mengukur satu-persatu masing-masing sampel. Sebelum mengukur, alat harus dikalibrasi terlebih untuk menetralkan menggunakan *aquadest*. Setelah kalibrasi, sampel dimasukkan ke dalam botol, kemudai tekan tombol *read* untuk membaca nilai kekeruhan dalam satuan



Gambar 1. Kerangka alat adsorpsi a) 25 cm; b) 41 cm; c) 7 cm; d) 7 cm; e) 30 cm.



Gambar 2. Seperangkat alat adsorpsi air limbah kopi

NTU. Pengukuran dilakukan satu persatu pada semua sampel (Wirmanet *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 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. Dilakukan pengaturan panjang gelombang maksimum yang sudah ditentukan, kemudian dicatat hasil nilai warna pada setiap sampel yang tertera pada monitor.

Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan sebelum pengukuran warna pada sampel. Gambar 3 merupakan grafik dari panjang gelombang warna yang dianalisis. Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan untuk mengetahui panjang gelombang yang memiliki serapan tertinggi agar kepekaannya maksimal dan meminimalkan kesalahan. Panjang gelombang warna kuning berkisar antara 435-480 nm (Afandi, 2018). Nilai adsorbansi tertinggi yaitu pada 460 dengan nilai 0.453 nm, sehingga adsorbansi yang digunakan yaitu 460.

Analisis Data

Analisis data yang digunakan untuk menghitung efisiensi penanganan air limbah menggunakan karbon aktif kulit buah kopi arabika sebelum dan sesudah dikontakkan dengan adsorben dapat dihitung dengan rumus (Kristianingrum *et al.*, 2014: Novita *et al.* 2019).

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

Tabel 3. Data hasil adsorpsi air limbah kopi.

Parameter	Sampel Awal	M1W1	M1W2	M1W3	M2W1	M2W2	M2W3	M3W1	M3W2	M3W3
Kekeruhan	226	73.20	55.72	34.65	57.27	31.40	40.53	23.60	26.13	27.20
Warna	1.34	0.95	0.69	0.52	0.82	0.32	0.70	0.22	0.30	0.36

Dimana a: konsentrasi awal (kekeruhan (NTU); warna (A)) dan 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). Tahapan analisis varian dua arah tanpa interaksi digunakan pada kelompok yang digunakan berasal dari sampel yang sama tiap kelompok. Analisis statistik ini digunakan ketika pengukuran kekeruhan dan warna hanya dilakukan satu kali terhadap sampel. Jadi, tampilan pada tabel sampel berjumlah 9 baris dengan 3 kolom. Hipotesis, tentukan α , menghitung derajat bebas, nyatakan *decision rule* (kriteria keputusan, hitung tes statistik, nyatakan hasil, dan menentukan kesimpulan. Dalam anova dua arah tanpa interaksi terdapat dua hipotesis yang digunakan yaitu apakah ada perbedaan rata-rata antar kategori baik kategori berdasarkan baris maupun kolom. Hipotesis (Ho) ditolak, jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ dan hipotesis (Ho) diterima, jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$. Berikut hipotesis dalam Anova dua arah tanpa interaksi (Fajrin *et al.*, 2016).

pengolahan kopi. Pada proses adsorpsi sampel limbah yang keruh akan menghasilkan nilai yang tinggi. Setelah melalui proses adsorpsi, pada Tabel 3 sampel air limbah akan diukur karakteristiknya menggunakan parameter kekeruhan dan warna untuk mengetahui perbedaan sampel sebelum dan sesudah adsorpsi. Parameter kekeruhan diukur menggunakan turbidimeter dengan satuan NTU. Berikut merupakan hasil penelitian parameter kekeruhan yang disajikan pada Gambar 5.

Kekeruhan ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat pada air limbah. Pengukuran air limbah awal menghasilkan 226 NTU. Nilai kekeruhan terendah 23.60 NTU terdapat pada kelompok W1M3 dan sampel nilai kekeruhan tertinggi 73.20 NTU yaitu pada kelompok W1M1. Pada kelompok M3W1, M3W2, dan M3W3, M3 merupakan massa karbon aktif terbaik, karena perhitungan yang dilakukan menghasilkan penurunan kekeruhan paling banyak. Terjadinya penurunan tingkat kekeruhan karena media karbon aktif dari kulit buah kopi memiliki pori-pori yang luas sehingga kemampuan mengikat senyawa-senyawa yang menyebabkan kekeruhan seperti bahan

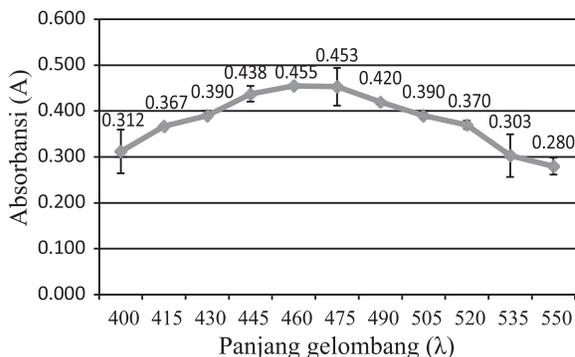
Hasil dan Pembahasan

Parameter Kekeruhan

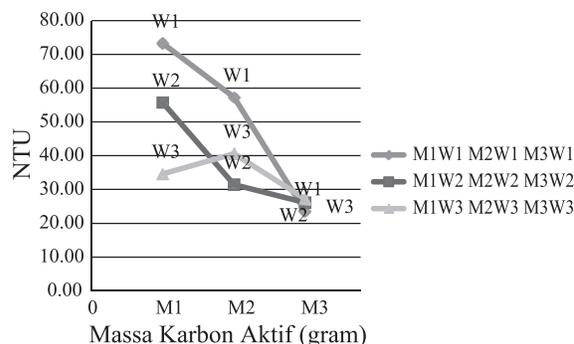
Fungsi dari pengukuran kekeruhan tersebut agar dapat membandingkan air limbah pengolahan kopi arabika yang belum melalui proses adsorpsi dan limbah yang sudah melalui proses adsorpsi menggunakan karbon aktif kulit buah kopi. Gambar 4 merupakan karbon aktif lolos 20-60 mesh dari kulit kopi arabika yang akan digunakan sebagai adsorben dari proses adsorpsi air limbah



Gambar 4. Karbon aktif kulit buah kopi arabika.



Gambar 3. Grafik panjang gelombang 460-550 nm terhadap adsorbasi.



Gambar 5. Grafik hasil adsorpsi pada kekeruhan.

organik dan partikel-partikel kecil yang tersuspensi dapat diserap oleh karbon aktif. Menurut Romansyah et al., (2018), karbon aktif merupakan adsorben terbaik dalam sistem adsorpsi karbon aktif, memiliki permukaan yang besar dan daya adsorpsi yang tinggi sehingga pemanfaatannya dapat optimal.

Gambar 5 menunjukkan bahwa setiap kelompok massa yang digunakan menghasilkan waktu optimum yang berbeda. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah karbon aktif yang digunakan. Semakin banyak massa karbon aktif, maka waktu kontak untuk mencapai kesetimbangan semakin kecil. Jumlah adsorben yang semakin banyak akan memperbanyak penyerapan pada air limbah kopi sehingga konsentrasi limbah dalam larutan semakin menurun. Hal ini disebabkan karena semakin banyak massa adsorben berarti semakin banyak pula pori-pori dari karbon aktif yang menyerap limbah cair kopi. Menurut Kongsri et al. (2013) persentase penyerapan meningkat seiring peningkatan jumlah adsorben yang digunakan pada proses adsorpsi.

Pada Gambar 6 efisiensi karbon aktif kulit kopi arabika tertinggi pada proses adsorpsi parameter kekeruhan terdapat pada sampel kelompok M3W1. Sampel M3 merupakan massa karbon aktif terbaik pada proses adsorpsi yang dilakukan, dan W1 merupakan waktu kontak optimum. Hasil efisiensi tinggi karena saat pengukuran menggunakan turbidimeter menghasilkan limbah yang bening dan tidak keruh. Nilai kekeruhan terendah akan menghasilkan efisiensi paling tinggi. Menurut

Nurhasni et al., (2012), pada saat ada peningkatan massa adsorben, maka ada peningkatan persentase efisiensi. Semakin tinggi nilai efisiensi sampel tersebut, maka semakin bagus digunakan untuk air limbah kopi dengan metode adsorpsi.

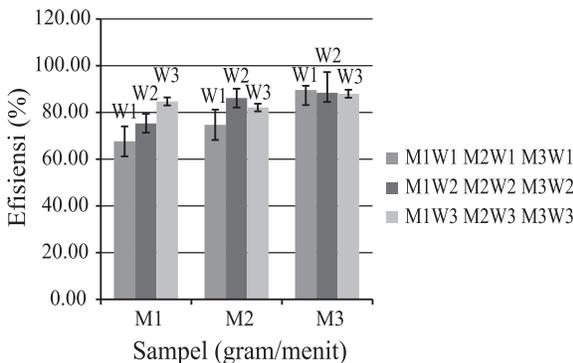
Parameter Warna

Fungsi dari pengukuran warna tersebut agar dapat membandingkan air limbah pengolahan kopi yang belum melalui proses adsorpsi dan limbah yang sudah melalui proses adsorpsi menggunakan karbon aktif kulit buah kopi. Sampel air limbah yang bening dan tidak keruh akan menghasilkan nilai adsorbansi yang rendah. Gambar 7 merupakan hasil seluruh sampel air limbah pengolahan kopi yang telah melalui proses adsorpsi. Dilakukan pengukuran pada parameter kekeruhan dan warna untuk mengetahui perbedaan nilai karakterisasi air limbah setelah proses adsorpsi. Sebelum mengukur warna, harus menentukan nilai adsorbansi pada panjang gelombang yang digunakan. Panjang gelombang warna diukur menggunakan spektrofotometer. Berikut merupakan hasil penelitian parameter warna disajikan pada Gambar 8.

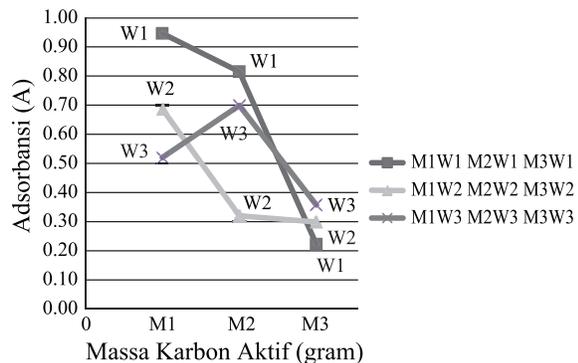
Pada Gambar 8, M1W3 dengan hasil 0.22 A merupakan nilai terendah pada M1, karena W3 merupakan waktu kontak paling optimum untuk M1. Sampel M1 merupakan massa adsorpsi yang paling sedikit, karena adsorben sedikit maka proses adsorpsi berjalan lama dan membutuhkan waktu kontak lebih banyak untuk proses penyerapan.



Gambar 7. Hasil adsorpsi semua sampel.



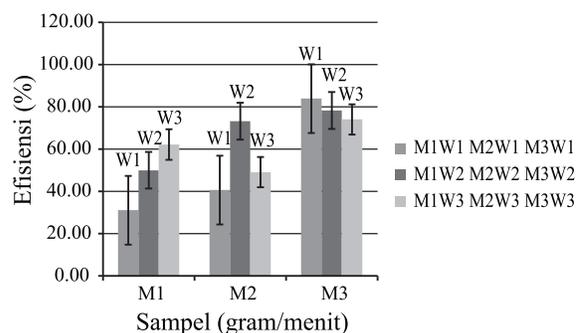
Gambar 6. Grafik hasil efisiensi penurunan kekeruhan air limbah pengolahan kopi.



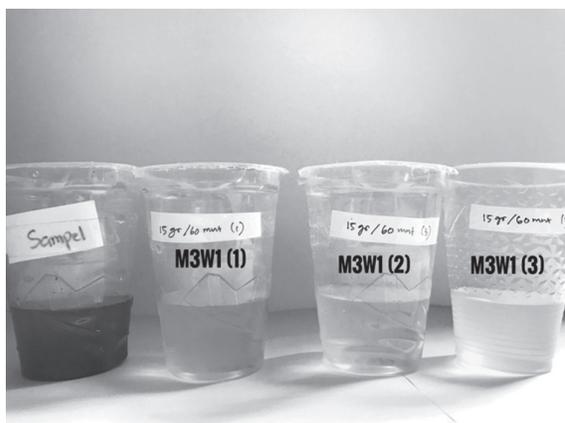
Gambar 8. Grafik hasil adsorpsi pada parameter warna.

Pada M2 waktu kontak paling optimum yaitu W2, karena pada W1 karbon aktif belum sepenuhnya terserap sehingga menghasilkan air limbah yang masih keruh. Sedangkan pada W3 hasil pengukuran mengalami kenaikan karena pada M2W3 mengalami titik jenuh.

Menurut Ningsih *et al.*, (2016), kapasitas atau kemampuan adsorpsi berbanding lurus dengan waktu sampai pada titik tertentu, kemudian mengalami penurunan setelah melewati titik tersebut. Semakin lama waktu kontak maka semakin banyak kesempatan partikel karbon aktif untuk bersinggungan dengan logam yang terikat di dalam pori-pori karbon aktif sampai waktu kontak yang diperlukan cukup untuk dapat mengadsorpsi secara optimal. Kemampuan penyerapan dari karbon aktif dimungkinkan karena proses desorpsi yaitu pelepasan zat melalui permukaan. Desorpsi terjadi akibat permukaan adsorben yang telah jenuh. Pada keadaan jenuh, laju adsorpsi menjadi berkurang sehingga waktu kontak tidak lagi berpengaruh (Ningsih *et al.*, 2016). Pengukuran massa terendah dihasilkan oleh M3 karena nilai M3 pada W1, W2, dan W3 merupakan nilai terendah. Sampel M3 merupakan sampel massa adsorpsi paling banyak. Semakin banyak massa yang digunakan maka semakin luas permukaan karbon dan semakin banyak pori yang akan menyerap air



Gambar 9. Grafik hasil efisiensi penurunan warna air limbah pengolahan kopi



Gambar 10. Hasil adsorpsi pada sampel dari beberapa perlakuan.

limbah. Semakin banyak massa karbon aktif, maka waktu kontak untuk mencapai kesetimbangan semakin kecil.

Pada Gambar 9 efisiensi karbon aktif kulit kopi arabika tertinggi pada proses adsorpsi parameter panjang gelombang warna terdapat pada sampel kelompok M3W1. Hasil efisiensi tinggi karena saat pengukuran menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 460 nm menghasilkan nilai terendah yang artinya warnanya paling bening dan tidak keruh. Pada Gambar 10 merupakan perbandingan antara sampel terbaik yaitu M3W1 dengan sampel awal. Gambar tersebut menunjukkan terlihat perbedaan yang paling mencolok yaitu warna dari air limbah. Pada sampel M3W1 menghasilkan nilai 0.22 A. Nilai warna terendah akan menghasilkan efisiensi paling tinggi. Efisiensi berbanding terbalik dengan parameter yang diukur, karena semakin rendah nilai hasil pengukuran semakin baik efisiensinya.

Analisis uji statistik menggunakan ANOVA pada parameter kekeruhan dan warna menghasilkan $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka H_1 diterima. Terdapat perbedaan yang nyata antara rata-rata massa dan waktu kontak dengan parameter kekeruhan dan warna. Perbedaan yang nyata ini menandakan bahwa, perlakuan massa dan waktu kontak pada metode adsorpsi parameter kekeruhan dan warna memiliki pengaruh yang dapat menurunkan hasil karakteristik air limbah pengolahan kopi.

Simpulan

Berdasarkan hasil pengolahan air limbah kopi menggunakan metode adsorpsi menunjukkan bahwa sampel yang paling efisien untuk menurunkan karakteristik air limbah pengolahan kopi yaitu pada sampel M3W1. Sampel M3W1 merupakan sampel dengan massa 15 gram dan waktu kontak 60 menit. Pada kekeruhan nilai efisiensi terbaik yaitu 89,5% dan pada warna yaitu 83,86%. Hal ini didukung oleh hasil uji statistik menggunakan analisis varian dua arah yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata dari semua variasi massa dan waktu kontak. Sampel yang paling berbeda nyata yaitu pada M3W1 yang merupakan sampel dengan variasi massa 15 gram dan waktu kontak 60 menit.

Daftar Pustaka

Afandi, R. 2018. Spektrofotometer Cahaya Tampak Sederhana untuk Menentukan Panjang Gelombang Serapan Maksimum Larutan $\text{Fe}(\text{SCN})$ dan CuSO_4 . Skripsi. Yogyakarta: Program Studi Fisika. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Yogyakarta.

- Afandi, A.M., I. Rijal, T. Aziz. 2017. Pengaruh Waktu Dan Tegangan Listrik Terhadap Limbah Cair Rumah Tangga dengan Metode Elektrolisis. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya*. Vol. 2(23): 114.
- Fajrin, J., 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.
- Irmanto, S. 2009. Penurunan Kadar Amonia, Nitrit, dan Nitrat Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Arang Aktif Dari Ampas Kopi. *Jurnal MIPA* Vol. 4(2):105–114.
- Juwita, A.I., A. Mustafa, dan R. Tamrin. 2017. Studi Pemanfaatan Kulit Kopi Arabika (*Coffea Arabica* L.) Sebagai Mikro Organisme Lokal (Mol). *Agrointek* Vol. 11(1).
- Kongri, S., K. Janpradit, K. Buappa, S. Techawongstien, and S. Chantai. 2013. Characterization and application for selenium adsorption in aqueous solution. *Chemical Engineering Journal* Vol. 2(4).
- 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.
- Ningsih, D.A., I. Said, dan P. Ningsih. 2016. Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dari Larutannya Dengan Menggunakan Adsorben dari Tongkol Jagung. *Skripsi. Universitas Tadulako*.
- 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
- Nurhasni, F. Firdiyono, Q. Sya'ban. 2012. Penyerapan Ion Aluminium dan Besi Dalam Larutan Natrium Silikat Menggunakan Karbon Aktif. *Jurnal Kimia* Vol. 2(4): 516-525.
- Paputungan, R., N. Siti, A. Maddu, G. Pari. 2018. Mikrostruktur Arang Aktif Batok Kelapa Untuk Pemurnian Minyak Goreng Habis Pakai. *Jurnal Keteknik Pertanian* Vol. 6(1): 69-74.
- Parani, K., M. Eyini. 2010. Effect Of Cofungal Treatment On Biodegration Of Coffee Pulp Waste In Solid State Fermentation. *Asian Journal Experiment Biologycal Science* Vol. 1(2):352–359.
- Pertiwi, N. 2016. Kandungan Lignin, Selulosa, Hemiselulosa dan Tanin Limbah Kulit Kopi Yang Difermentasi Menggunakan Jamur *Aspergillus Niger* dan *Trichoderma Viride*. *Skripsi. Universitas Hasanuddin Makassar*.
- 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.
- Romansyah, E., Mutianingsih, D.S. Putri, dan A. Alawiyah. 2018. Pengaruh Pemberian Daun Bambu dan Arang Bambu Pada Pengelolaan Limbah Cair Tahu. *Jurnal Agrotek* Vol. 5(2):79–86.
- Sariadi. 2011. Pengolahan Limbah Cair Kopi Dengan Metode Elektroagulasi Secara Batch. *Jurnal Teknologi* Vol. 11(2):67-80.
- Syauqiah, I., M. Amalia, dan H.A. Kartini. 2011. Analisa Variasi Waktu dan Kecepatan Pengadukan pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif. *Jurnal Info Teknik* Vol. 12(1).
- Setiawati, E., dan Suroto. 2010. Pengaruh bahan aktivator pada pembuatan karbon aktif tempurung kelapa. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan* Vol. 2(1):21.
- Sistesya, D., dan H. Susanto. 2013. Sifat Optis Lapisan Zn:Ag Yang Dideposisi Di Atas Substrat Kaca Menggunakan Metode Chemical Solution Deposition (Csd) Dan Aplikasinya Pada Degradasi Zat Warna Methylene Blue. *Jurnal Fisika* Vol. 1(4).
- Standar Nasional Indonesia - SNI. 1995. Arang aktif teknis. Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional.
- 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 Kekeuhan Air. *Jurnal Fisika* Vol. 9(1):37–46.