

Efektivitas Limbah Kulit Bawang Merah (*Allium Cepa L. Var Bima Brebes*) sebagai Karbon Aktif

Mohammad Jusuf Randi¹, Yan El Rizal Unzilatrizqi D^{1*}, Melly Fera¹

¹Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pangan dan Ilmu Kesehatan, Universitas Muhadi Setibudi,
Jl. P. Diponegoro Km.2 Wanasari, Brebes, 52252.

Penulis untuk Korespondensi/E-mail: yanelrizal19@gmail.com

Abstract – Shallot (*Allium Cepa L. Var. Bima Brebes*) skin is very abundant in Brebes. The cellulose content of shallot skin, with a value of 41-50%, has great potential to be processed into activated carbon. This study was conducted with the aim of analyzing activated carbon made from Brebes red onion skin with parameters of water content, ash content, volatile matter content, and pure carbon content. The method used was experimental, by conducting a carbonization process of red onion skin for 60 minutes and carrying out a carbon activation process using 3M phosphoric acid (H_3PO_4) activator and analyzing the resulting activated carbon. The results indicated that the water content of activated carbon was 9.83%, ash content was 9.24%, volatile matter content was 22.32%, and pure carbon was 65.83%. Activated carbon has an adsorption capability that works well for methylene blue but not for iodine. Shallot skin is effective for use as activated carbon due to its adsorption capacity for methylene blue of 130.95 mg/g, enabling it to adsorb molecules with a size of approximately 1 nm.

Abstrak - Kulit bawang merah (*Allium Cepa L. Var. Bima Brebes*) sangat melimpah keberadaannya di Brebes. Kadar selulosa kulit bawang merah dengan nilai 41-50% sangat berpotensi untuk diolah menjadi karbon aktif. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis karbon aktif berbahan kulit bawang merah Brebes dengan parameter kadar air, kadar abu, kadar zat menguap dan kadar karbon murni. Metode yang dilakukan secara eksperimental dengan melakukan proses karbonisasi kulit bawang merah selama 60 menit dan melakukan proses aktivasi karbon menggunakan aktivator asam fosfat (H_3PO_4) 3M serta menganalisis karbon aktif yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air karbon aktif sebesar 9,83%, kadar abu sebesar 9,24%, kadar zat menguap sebesar 22,32%, dan karbon murni sebesar 65,83%. Daya jerap karbon aktif efektif terhadap metilen biru tetapi tidak efektif terhadap Iodium. Kulit bawang merah efektif digunakan sebagai karbon aktif karena memiliki daya jerap terhadap metilen biru sebesar 130,95 mg/g yang dapat menyerap molekul ukuran 1 nm.

Keywords - Activated Carbon, Pure Carbon, Shallot Skin.

PENDAHULUAN

Kulit bawang merah (*Allium Cepa L.*) merupakan hasil dari proses penggunaan bawang merah yang berlimpah [1-2]. Jumlah kulit bawang merah yang melimpah yang diperkirakan mencapai 550.000 ton menimbulkan masalah lingkungan secara biologis dan sosial kemasyarakatan [3]. Panen bawang merah dalam setiap panen menghasilkan sekitar 0,5% dari total produksi atau setara $1,9 \times 10^6$ kg/tahun [4]. Limbah kulit bawang merah berdampak buruk terhadap lingkungan dan tidak mudah terurai apabila tidak

dikelola dengan baik [5-6]. Kulit bawang merah yang berupa limbah organik juga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan serta berpengaruh terhadap penurunan kualitas tanah [7]. Kontribusi kulit bawang merah apabila dibuang begitu saja juga berpengaruh terhadap peningkatan volume sampah organik yang perlu ditangani secara khusus [1-2].

Penelitian ini bertujuan untuk membuat karbon aktif dari kulit bawang merah yang sesuai dengan standar nasional. Pembuatan karbon aktif dari kulit bawang merah menjadi penting karena dapat mengubah

limbah pertanian menjadi produk bernilai ekonomi tinggi melalui pendekatan *waste to value*. Pemanfaatan limbah kulit bawang merah sebagai karbon aktif juga mendukung konsep ekonomi sirkular dan pengelolaan limbah berkelanjutan di daerah sentra hortikultura [2]. Limbah yang berasal dari biomassa dapat dilakukan transformasi limbah menjadi produk yang mempunyai nilai lebih dan juga memberikan manfaat ekonomi dan ketahanan energi [8].

Penelitian pembuatan karbon aktif dari kulit bawang merah secara regional memiliki relevansi strategis bagi Kabupaten Brebes karena dapat menjadi alternatif inovasi pengelolaan limbah berbasis sumber daya lokal. Pengembangan karbon aktif dari limbah kulit bawang merah berpotensi membuka peluang usaha baru, meningkatkan nilai tambah komoditas bawang merah, serta mendukung pengembangan industri ramah lingkungan berbasis biomassa lokal. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi dasar pengembangan teknologi adsorben murah dan berkelanjutan yang dapat diaplikasikan pada pengolahan limbah cair maupun pemurnian air di masyarakat pedesaan [9-10]. Salah satu produk dengan memanfaatkan limbah kulit bawang merah yang sangat memungkinkan dikembangkan ialah karbon aktif. Karbon aktif yang diproduksi dari limbah pertanian dapat mengurangi biaya produksi apabila dibandingkan dengan karbon aktif komersial yang biasanya hasil produksi dari batu bara [5].

Kulit bawang merah secara karakteristik sesuai untuk pembuatan karbon aktif. Kulit bawang merah berdasarkan kandungannya memiliki karakteristik untuk digunakan sebagai bahan baku karbon aktif. Kulit bawang merah memiliki komposisi kimia dengan kandungan senyawa selulosa yang cukup tinggi sebesar 41-50% [12-13]. Kulit bawang merah mengandung gugus fungsi yang kompleks seperti karboksil, hidroksil dan senyawa aromatik yang cocok untuk proses adsorpsi [14]. Kandungan senyawa bioaktif pada kulit bawang merah seperti polifenol, antioksidan dan flavonoid memiliki nilai tambah pada karbon aktif yang dihasilkan [2]. Gugus fungsi pada kulit bawang merah menunjukkan efektivitas peningkatan kapasitas adsorpsi berdasarkan hasil analisis FTIR [14]. Struktur material kulit bawang merah sangat berpotensi pembentukan struktur berpori yang baik setelah mengalami proses karbonisasi dan aktivasi [15].

Kulit bawang merah yang secara kuantitas berlimpah apabila tidak ditanggulangi akan berdampak serius terhadap lingkungan. Optimalisasi

pemanfaatan limbah kulit bawang merah sebagai karbon aktif merupakan salah satu opsi yang perlu dilakukan dan masih belum banyak dilakukan kajian. Hal ini sangat relevan apabila dilakukan di Kabupaten Brebes yang memiliki produksi bawang merah dan industri pengolahan bawang merah skala besar yang secara langsung menghasilkan ketersediaan limbah kulit bawang merah yang melimpah [14]. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas produk karbon aktif dari limbah kulit bawang merah Brebes dalam menyerap zat pengotor. Selain itu penggunaan limbah sebagai bahan baku mengurangi biaya produksi secara signifikan [5] dan juga prospektif menghasilkan karbon aktif dengan spesifikasi yang memiliki luas permukaan dan kapasitas adsorpsi energi yang tinggi [2, 15]. Pemanfaatan kulit bawang merah Brebes sebagai karbon aktif belum dilakukan terutama untuk kajian dan analisis mendalam terkait dengan kadar air, kadar abu, kadar zat menguap, dan kadar karbon murni yang secara nyata apabila dikembangkan lebih lanjut dapat dimanfaatkan sebagai pengolahan air limbah karena memiliki efektivitas adsorpsi [15], dan efektif sebagai penghilang polutan organik untuk air yang terkontaminasi [13]. Selain itu karbon aktif dari kulit bawang merah Brebes yang sangat khas juga efektif untuk adsorpsi ion logam berat seperti Ca^{2+} , Cd^{2+} , Cr(VI) , Cu^{2+} , Hg^{2+} , Mg^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{2+} , dan Zn^{2+} dari media air [11].

METODE

Desain, Tempat dan Waktu

Penelitian ini merupakan percobaan eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Rekayasa Proses Fakultas Pangan dan Ilmu Kesehatan, Universitas Muhadi Setiabudi pada 14 Juli sampai 2 Agustus 2025. Penelitian terdiri atas dua tahapan yaitu tahap pertama bertujuan membuat karbon aktif berbahan dasar kulit bawang merah dan tahap kedua bertujuan mengetahui kadar air, kadar abu, kadar zat menguap, dan kadar karbon murni. Percobaan dilakukan dengan tiga kali pengulangan untuk uji kualitas karbon aktif. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi oven, *furnace*, neraca analitik, desikator, cawan porselen, ayakan mesh, *hot plate magnetic stirrer*, gelas beker, erlenmeyer, labu ukur, mortar dan pestle, serta spektrofotometer UV-Vis.

Bahan penelitian

Jumlah dan cara pengambilan subjek (survei)/bahan dan alat (laboratorium) dijelaskan secara berurutan dalam paragraf. Bahan utama yang digunakan pada

penelitian ini ialah kulit bawang merah Brebes yang diperoleh dari PT. Sinergi Brebes Inovatif yang beralamat di Jl. Raya Desa Sidamulya, Sidamulya, Kec. Wanasari, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Bahan lain yang digunakan yaitu asam fosfat (H_3PO_4) dan aquadest.

Jenis dan Cara Pengumpulan Data

Proses pembuatan karbon aktif kulit bawang merah diawali dengan pengumpulan dan pembersihan kulit bawang merah dari pengotor dan kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari langsung selama 2-3 hari [11, 14]. Kemudian dilakukan karbonasi pada *furnace* dengan suhu $400^{\circ}C$ selama 60 menit. Karbon kulit bawang merah dihaluskan kemudian diayak dengan ukuran 20 mesh. Aktivasi karbon aktif dilakukan dengan asam fosfat selama 24 jam. Asam fosfat 70% dipilih karena efektif untuk aktivasi material yang berasal dari limbah pertanian [17-18]. Pencucian menggunakan aquades hingga mencapai pH normal dan pengeringan menggunakan oven pada suhu $110^{\circ}C$ selama 60 menit.

Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data menggunakan uji kualitas karbon aktif, pengujian kadar abu, pengujian kadar zat menguap, pengujian kadar karbon dan pengujian daya jerap karbon aktif. Karbon aktif setelah pembuatan diletakkan pada toples kaca tertutup untuk menjaga kelembaban tetap rendah, mempertahankan stabilitas pori dan mencegah perubahan massa akibat adsorpsi air.

Pengujian Kadar Air (SNI No. 06-3730-1995)

Timbang cawan untuk mengetahui berat kosongnya. Tambahkan 1 gram karbon aktif dalam cawan kemudian panaskan selama 3 jam pada suhu $115^{\circ}C$ dan setelah itu masukkan dalam desikator. Timbang cawan pada suhu kamar dan ulangi proses pemanasan dengan suhu dan waktu yang sama sampai didapatkan berat konstan.

$$Kadar\ Air\ (\%) = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \tag{1}$$

dimana:

- W1 = Bobot cawan kosong
- W2 = Bobot cawan + sampel sebelum dipanaskan
- W3 = Bobot cawan + sampel setelah dipanaskan

Pengujian Kadar Abu (SNI No. 06-3730-1995)

Timbang cawan kosong untuk mengetahui berat awal, kemudian tambahkan 2 gram karbon aktif ke dalam cawan kosong. Panaskan cawan yang berisi sampel ke dalam cawan kosong pada *furnace* pada

suhu $800^{\circ}C$ dalam waktu 2 jam sampai sampel membentuk abu. Dinginkan sampel selama 15 menit dalam desikator, kemudian ditimbang. Melakukan pengulangan pemanasan hingga beratnya tetap.

$$Kadar\ Abu\ (\%) = \frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1} \times 100\% \tag{2}$$

dimana:

- W1 = Bobot cawan kosong
- W2 = Bobot cawan + sampel sebelum dipanaskan
- W3 = Bobot cawan + sampel setelah dipanaskan

Pengujian Kadar Zat Menguap (SNI No. 06-3730-1995)

Keringkan cawan dalam oven selama 1 jam, kemudian masukkan dalam desikator dan ditimbang. Timbang karbon aktif sebanyak 2 gram kemudian panaskan menggunakan *furnace* dengan suhu $9500C$ selama 2 jam. Dinginkan sampel kemudian timbang.

$$Zat\ Terbang\ (\%) = loss(\%) - Kadar\ Air(\%) \tag{3}$$

$$Loss\ (\%) = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\% \tag{4}$$

dimana:

- W1 = Bobot cawan kosong
- W2 = Bobot cawan + sampel sebelum dipanaskan
- W3 = Bobot cawan + sampel setelah dipanaskan

Pengujian Kadar Karbon (SNI No. 06-3730-1995)

Pengujian kadar karbon dilakukan dengan cara pengurangan kadar abu dan zat mudah menguap.

$$Karbon\ Terikat\ (\%) = 100\% - (Kadar\ zat\ terbang + Kadar\ abu)\% \tag{5}$$

Daya Jerap Karbon Aktif

Daya jerap karbon aktif dilakukan dengan menggunakan uji jerap terhadap iodium dan metilen biru dengan menggunakan instrumen spektrofotometer UV-Vis [20]. Pengujian dilakukan dengan menimbang karbon aktif sebanyak 0,1 g kemudian masukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL. Tambahkan 25 mL larutan iodium dengan konsentrasi 0,1 N ke dalam erlenmeyer, kemudian campuran diaduk menggunakan shaker selama 15–30 menit hingga tercapai kondisi kesetimbangan adsorpsi, setelah itu larutan kemudian disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan karbon aktif dari filtrat dan dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum iodium. Perhitungan dilakukan menggunakan persamaan.

$$Qi = \frac{(Co - Ce) \times V \times 126,93}{m} \tag{6}$$

Dimana:

- Q_i : Daya jerap iodium (mg/g),
 C_o : Konsentrasi awal Iodium (mol/L),
 C_e : Konsentrasi akhir Iodium setelah adsorpsi (mol/L)
 V : Volume larutan Iodium (L)
 126,93 : Massa atom relatif iodium
 m : Massa karbon aktif (g)

Pengujian dengan metilen biru dengan cara menimbang karbon aktif sebanyak 0,1 g kemudian masukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL. Tambahkan 25 mL larutan metilen biru dengan konsentrasi 100 mg/L ke dalam erlenmeyer. Campuran diaduk menggunakan shaker selama 30–60 menit sampai proses adsorpsi mencapai kesetimbangan, kemudian disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan adsorben dari filtrat. Filtrat kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum metilen biru sekitar 664 nm. Konsentrasi akhir metilen biru ditentukan menggunakan kurva kalibrasi standar. Kapasitas adsorpsi dihitung berdasarkan penurunan konsentrasi metilen biru sebelum dan sesudah adsorpsi.

$$QMB = \frac{(C_o - C_e) \times V}{m} \quad (7)$$

Dimana:

- QMB: Daya jerap metilen biru (mg/g)
 C_o : Konsentrasi awal metilen biru (mg/L)
 C_e : Konsentrasi akhir setelah adsorpsi (mg/L)
 V : Volume larutan (L)
 M : Massa karbon aktif (g)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karbon aktif yang dibuat dengan bahan dasar kulit bawang merah yang dibersihkan dahulu terhadap pengotor dan dijemur selama 7 hari dengan menggunakan terik matahari langsung kemudian dikarbonisasi dalam furnace selama 60 menit pada suhu 400°C. Hasil karbonisasi diukur dengan parameter kadar air, kadar abu, kadar zat menguap dan pengujian kadar karbon.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kadar Zat Aktif

Ulangan	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Zat Menguap (%)	Kadar Karbon (%)
I	9,57	9,50	22,09	65,69
II	9,92	8,97	22,57	65,78
III	10,01	9,24	22,31	66,01
Rata-Rata	9,83	9,24	22,32	65,83
Standar	Maks 15%	Maks 10%	Maks 25%	Min 65%

Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 1), terlihat bahwa semua parameter berada diatas standar minimal karbon aktif sesuai dengan standar arang aktif teknis SNI-06-3730-1995, sehingga memenuhi syarat secara standar untuk karbon aktif. Hasil pengujian kadar air rata-rata 9,83% masih dibawah standar maksimal 15%, kadar abu terlihat pada angka 9,24% yang masih dibawah kadar maksimal kadar abu 10%, kadar zat menguap rata-rata hasil penelitian menunjukkan 22,32% dari standar maksimal kadar zat menguap sebesar 25%, dan kadar karbon murni didapatkan sebesar 65,83% lebih besar dari standar minimal kualitas karbon aktif sebesar 65%. Berdasarkan hasil penelitian uji proksimat terlihat semua hasil menunjukkan sesuai standar arang aktif teknis.

Kadar air secara langsung berpengaruh terhadap penyimpanan dan kapasitas adsorpsi karbon aktif [20-22]. Kadar air rendah menunjukkan tingkat pengeringan yang baik dengan kapasitas adsorpsi lebih tinggi [23]. Nilai kadar air yang tinggi menunjukkan proses pengeringan yang buruk serta mengindikasikan adanya ketidaklengkapan gugus permukaan higroskopis sehingga dapat menurunkan nilai iodine atau metilen biru yang lebih terukur untuk kemampuan jerap karbon aktif [20, 23]. Hasil tersebut juga mengindikasikan bahwa residu hasil pertanian seperti kulit bawang merah yang mengandung lignoselulosa cenderung menghasilkan kadar abu yang rendah dengan kadar karbon yang cukup tinggi dengan melalui proses aktivasi yang optimal. Kadar abu yang tinggi akan berpengaruh terhadap berkurangnya luas permukaan spesifik per satuan massa dan dapat menurunkan kapasitas adsorpsi organik [24].

Kadar zat terbang atau zat menguap apabila semakin tinggi menunjukkan devolatilisasi yang tidak sempurna. Zat menguap yang rendah mengindikasikan fraksi karbon tetap yang lebih besar dan memiliki stabilitas termal maupun kimia yang lebih baik [22, 25]. Kadar zat menguap karbon aktif dari kulit bawang merah sebesar 22,32 masih cukup ideal dengan stabilitas termal yang baik. Kadar karbon dipengaruhi oleh tinggi rendahnya kadar abu dan zat terbang. Selain itu juga dipengaruhi oleh kandungan lignin dan selulosa dari bahan baku yang dikonversi menjadi atom karbon [26]. Kadar karbon apabila semakin tinggi memiliki tingkat kemurnian dibandingkan dengan arangnya. Hal ini karena senyawa non karbon sudah banyak hilang pada proses aktivasi [27]. Hasil karbon aktif kemudian diuji efektivitas daya jerapnya dengan menggunakan uji jerap terhadap iodine dan metilen

biru. Hasil kemudian di analisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan menghasilkan data pada Tabel 2.

Tabel 2. Daya Jerap Karbon Aktif Kulit bawang merah

Ulangan	Daya Jerap (mg/g)	
	Iodium	Metilen Biru
I	361,42	132,51
II	342,16	130,88
III	369,83	129,46
Rata-Rata	357,80	130,95
Standar	Min 750	Min 120

Nilai daya jerap karbon aktif dengan indikator iodium digunakan untuk mengetahui kemampuan karbon aktif dalam larutan berwarna pada ukuran molekul kurang dari 1 nm [26]. Daya jerap karbon aktif kulit bawang merah terhadap iodium menunjukkan nilai rata-rata 357,80 mg/g. Hal ini menunjukkan bahwa daya jerap karbon aktif kulit bawang merah tidak memenuhi standar kualitas arang aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995 yang memiliki standar minimal 750 mg/g sehingga dikatakan tidak efektif digunakan sebagai penjerap warna. Metilen biru digunakan untuk mengetahui daya jerap karbon aktif untuk larutan berwarna dengan ukuran 1,5 nm. Hasil analisis menunjukkan daya jerap kulit bawang merah terhadap metilen biru sebesar 130,95 mg/g yang secara standar SNI 06-3730-1995 memenuhi syarat karena standar minimalnya 120 mg/g. Hasil ini menunjukkan bahwa karbon aktif kulit bawang merah efektif digunakan sebagai penjerap warna dengan ukuran 1,5 nm.

Berdasarkan hasil penelitian analisis proksimat mengindikasikan terkait dengan pengendalian penanganan, pembakaran dan ketersediaan matriks karbon untuk pengembangan porositas [24]. Kadar air dan volatilitas mempengaruhi kapasitas dan stabilitas penyimpanan, sedangkan kadar abu dan karbon terikat berpengaruh terhadap muatan anorganik dan ketersediaan adsorpsi karbon [28]. Pengujian daya jerap terhadap iodium dan metilen biru bersifat komplementer dengan target rentang pori dengan jenis adsorben yang berbeda. Bilangan iodin merupakan proksi untuk perkembangan mikropori dan luas permukaan spesifik yang relevan dengan molekul kecil, sedangkan metilen biru sebagai indikator adsorpsi jenis pewarna organik berukuran lebih besar untuk mesopori [29]. Adsorpsi Iodium mengukur penjerapan untuk iodium kecil dan berkorelasi dengan luas permukaan mikropori dan volume pori serta berfungsi sebagai proksi cepat untuk mikroporositas “aktif-iodin” [30]. Metilen

biru berperan dalam mengadsorpsi luas permukaan mesopori/permukaan luar untuk molekul organik organik dalam bentuk zat warna yang sering dimodelkan dengan isoterm Langmuir/Freundlich untuk mengekstraksi kapasitas dan perilaku adsorpsi [31-32].

Interpretasi gabungan data hasil analisis proksimat dan daya jerap (adsorpsi) memberikan informasi tentang kemungkinan kinerja dan aplikasi optimal untuk karbon aktif. Kadar air dan zat menguap yang rendah, kadar abu yang rendah dan angka iodin/metilen biru yang tinggi pada umumnya menunjukkan bahwa karbon berkualitas tinggi dan memiliki kapasitas tinggi untuk pengolahan air dan gas [24, 28]. Pengukuran daya jerap dan proksimat juga berfungsi sebagai komparasi data untuk melihat efektivitas penghilangan warna, penghilangan bahan organik, deklorinasi dan pemurnian gas, serta untuk melihat potensi regenerasi dan kebutuhan akan penanganan penyimpanan karbon aktif [33].

Berdasarkan hasil penelitian dapat dinyatakan bahwa penelitian mengenai pemanfaatan limbah biomassa sebagai bahan baku karbon aktif telah berkembang pesat karena meningkatnya kebutuhan adsorben murah dan ramah lingkungan. Limbah kulit bawang merah merupakan salah satu residu agroindustri yang melimpah namun masih kurang dimanfaatkan secara optimal. Kulit bawang merah mengandung komponen lignoselulosa seperti selulosa sekitar 41–50%, serta senyawa aromatik yang berpotensi menjadi prekursor karbon aktif melalui proses karbonisasi dan aktivasi kimia. Kandungan tersebut memungkinkan terbentuknya struktur pori dan luas permukaan tinggi yang penting dalam proses adsorpsi berbagai kontaminan lingkungan [11, 34].

Biomassa kulit bawang dapat dikonversi menjadi biochar atau karbon aktif dengan kemampuan adsorpsi yang tinggi terhadap polutan [15]. Penelitian lain menunjukkan bahwa karbon aktif dari kulit bawang dapat menurunkan parameter pencemar seperti pH dan *Total Dissolved Solids* (TDS) pada limbah air, sehingga mengindikasikan kemampuan adsorptif yang relevan untuk pengolahan limbah cair [15]. Sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada kulit bawang secara umum tanpa memperhatikan varietas spesifik, padahal komposisi kimia biomassa dapat berbeda tergantung varietas tanaman dan kondisi agroekologis. Varietas Bima Brebes merupakan salah satu kultivar bawang merah unggulan yang menghasilkan limbah kulit dalam jumlah besar dari

sektor pertanian dan industri pengolahan. Hingga saat ini, kajian yang secara khusus mengevaluasi potensi limbah kulit bawang merah varietas Bima Brebes sebagai bahan baku karbon aktif masih sangat terbatas.

KESIMPULAN

Kulit bawang merah memenuhi syarat untuk karbon aktif dengan hasil pengujian kadar air rata-rata 9,83%, kadar abu sebesar 9,24%, kadar zat menguap rata-rata sebesar 22,32%, kadar zat menguap sebesar 25%, dan kadar karbon murni didapatkan sebesar 65,83%. Hasil uji menunjukkan bahwa semua parameter uji fisik semua memenuhi standar SNI. Kulit bawang merah Brebes (*Allium Cepa L. Var. Bima Brebes*) memiliki potensi untuk dijadikan karbon aktif yang efektif sebagai penjerap warna dengan ukuran 1,5 karena memiliki daya jerap terhadap metilen biru sebesar 130,95 mg/g dan standar minimal menurut SNI 06-3730, 1995 minimal 120 mg/g. Akan tetapi karbon aktif limbah kulit bawang merah tidak cukup efektif digunakan untuk menyerap warna yang memiliki ukuran molekul kurang dari 1 nm. Hal ini terlihat dari daya jerap karbon aktif terhadap iodium yang menunjukkan nilai rata-rata 357,80 mg/g masih di bawah standar kualitas arang aktif berdasarkan SNI 06-3730, 1995 yang memiliki standar minimal 750 mg/g. Kulit bawang merah cukup efektif untuk digunakan sebagai karbon aktif, akan tetapi hanya terbatas pada kondisi tertentu, sehingga apabila akan dimanfaatkan dalam skala yang lebih luar perlu ditambahkan bahan lain untuk meningkatkan efektivitasnya dan memiliki daya jerap yang lebih luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini diharapkan dapat dikembangkan kembali oleh masyarakat dan pemerintah untuk mengoptimalkan penerapan langsung di dunia industri. Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kemendiknasaintek atas dana yang diberikan melalui skim Penelitian Dosen Pemula Perguruan Tinggi tahun 2025 dengan nomor kontrak 127/C3/DT.05.00/PL/2025, 033/LL6/PL/AL.04/20.

REFERENSI

- [1] Y. D. El Rizal Unzilattirizqi, "Energi Alternatif Biobriket dari Kombinasi Limbah Ampas Kopi dan Limbah Bawang Merah An Alternative Bio-
- Briquettes Energy Of Coffee Grounds And Onion Waste Combination," *Jurnal Ilmu Lingkungan*, v. 16, no 2, 2022, doi: 10.31258/jil.16.2.p.
- [2] A. Bains, K. Sridhar, B. N. Singh, R. C. Kuhad, P. Chawla, and M. Sharma, "Valorization of onion peel waste: From trash to treasure," *Chemosphere*, vol. 343, p. 140178, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.chemosphere.2023.140178.
- [3] S. Chadorshabi, S. Hallaj-Nezhadi, and Z. Ghasempour, "Red onion skin active ingredients, extraction and biological properties for functional food applications," Aug. 30, 2022, *Elsevier Ltd.* doi: 10.1016/j.foodchem.2022.132737.
- [4] M. T. Munir, H. Kheirkhah, S. Baroutian, S. Y. Quek, and B. R. Young, "Subcritical water extraction of bioactive compounds from waste onion skin," *J. Clean. Prod.*, vol. 183, pp. 487–494, May 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.02.166.
- [5] T. Senthilkumar *et al.*, "Valorization of agricultural waste for activated carbons," in *Valorization of Wastes for Sustainable Development*, Elsevier, 2023, pp. 309–332. doi: 10.1016/B978-0-323-95417-4.00012-3.
- [6] Shweta and G. Kaur, "A sustainable synthesis, characterization of modified waste onion peels and its exploration in various applications," *E3S Web of Conferences*, vol. 552, p. 01077, Jul. 2024, doi: 10.1051/e3sconf/202455201077.
- [7] Y. El and R. U. Dewantoro, "Fantastic Food Waste: Pengolahan Limbah Menjadi Kompos Dan Pengolahan Limbah Menjadi Biobriket," vol. 1, no. 1, pp. 60–64, 2021. DOI: <https://doi.org/10.51903/community.v2i3.241>.
- [8] U. Tyagi, N. Anand, and A. K. Jain, "Valorization of Agricultural Waste Biomass Via Effective Pretreatment for Biorefinery Aspects," In book: *Biomass-based Clean Technologies for Sustainable Development*, 2024, pp. 29–49. doi: 10.1007/978-981-97-0847-5_2.
- [9] S. Velusamy, A. Subbaiyan, S. Kandasamy, M. Shanmugamoorthi, and P. Thirumoorthy, "Combustion characteristics of biomass fuel briquettes from onion peels and tamarind shells," *Arch. Environ. Occup. Health*, vol. 77, no. 3, pp. 251–262, Mar. 2022, doi: 10.1080/19338244.2021.1936437.
- [10] Y. El, R. Unzilattirizqi, S. Mutmainah, and A. K. Kurniawan, "Flavonoid content analysis of brebes red onion skin waste flour as a low-cholesterol duck fodder mixture," *International Journal of Basic and Applied Science*, 2022.

- [Online]. Vol. 11, no 2, Available: www.ijobas.pelnu.ac.id.
- [11] W. Kuncoro, I. Qiram, and G. Rubiono, "Analisis Performa Karbon Aktif Kulit Bawang Merah (*Allium Cepa* Skin) Terhadap Perubahan Karakteristik Limbah Air Accu," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 13, no. 1, pp. 179–188, Jun. 2022, doi: 10.21776/ub.jrm.2022.013.01.18
- [12] Z. Muzhahir, Y. E. R. Unzilattirizqi, and M. Fera, "Analisa Proksimat Ekstrak Limbah Kulit Kedua Bawang Merah (*Allium Cepa* L.)," *Journal of Food and Agricultural Product*, vol. 3, no. 2, pp. 114–123, Oct. 2023, doi: 10.32585/jfap.v3i2.4608.
- [13] A. O. Adeola, K. O. Oyedotun, N. J. Waleng, B. B. Mamba, and P. N. Nomngongo, "Onion skin-derived sorbent for the sequestration of methylparaben in contaminated aqueous medium," *Biomass Convers. Biorefin.*, vol. 14, no. 18, pp. 22909–22920, Sep. 2024, doi: 10.1007/s13399-023-04332-4.
- [14] M. D. Mehare, A. D. Deshmukh, and S. J. Dhoble, "Preparation of porous agro-waste-derived carbon from onion peel for supercapacitor application," *J. Mater. Sci.*, vol. 55, no. 10, pp. 4213–4224, Apr. 2020, doi: 10.1007/s10853-019-04236-7.
- [15] F. A. Kwarteng, M. A. Hassan, H. Ohashi, and A. S. G. Khalil, "Textile Wastewater Treatment Using Activated Graphene-Like Biochar Derived from Onion Peel Biomass," *Advances in Science and Technology*, Sep. 2024, pp. 3–11. doi: 10.4028/p-LxmzT1.
- [16] D. W. Kurniawidi, S. Alaa, and S. Rahayu, "Implementasi Teknologi Filtrasi Air Dengan Komposit Dari Karbon Aktif Dan Calsium Oxide Untuk Meningkatkan Kualitas Air," *Jurnal Masyarakat Mandiri*, vol. 4, no. 5, pp. 880–887, 2020, doi: 10.31764/jmm.v4i5.3047.
- [17] M. Soleimani and T. Kaghazchi, "Agricultural Waste Conversion to Activated Carbon by Chemical Activation with Phosphoric Acid," *Chem. Eng. Technol.*, vol. 30, no. 5, pp. 649–654, May 2007, doi: 10.1002/ceat.200600325.
- [18] G. Zhang, B. Lei, S. Chen, H. Xie, and G. Zhou, "Activated carbon adsorbents with micro-mesoporous structure derived from waste biomass by stepwise activation for toluene removal from air," *J. Environ. Chem. Eng.*, vol. 9, no. 4, p. 105387, Aug. 2021, doi: 10.1016/j.jece.2021.105387.
- [19] S. Khruengsai *et al.*, "Chemical characterization of activated carbon derived from Napier grass, rubber wood, bamboo, and hemp," *International Journal of Renewable Energy Development*, vol. 13, no. 6, pp. 1115–1124, Nov. 2024, doi: 10.61435/ijred.2024.60502.
- [20] M. Iwanow, T. Gärtner, V. Sieber, and B. König, "Activated carbon as catalyst support: precursors, preparation, modification and characterization," *Beilstein Journal of Organic Chemistry*, vol. 16, pp. 1188–1202, Jun. 2020, doi: 10.3762/bjoc.16.104.
- [21] H. Hitjahubessy, "Analysis Of Quality Of Activated Carbon (*Myristica Fragrans*) Shell As Adsorptive Agent," *RUMPHIUS Pattimura Biological Journal*, vol. 1, no. 2, pp. 038–041, Sep. 2019, doi: 10.30598/rumphiusv1i2p038-041.
- [22] M. Saleem, "Production and evaluation of activated carbon from Saudi Arabian *Acacia Tortilis* tree bark by microwave and low temperature activation process," *Yanbu Journal of Engineering and Science*, vol. 20, no. 2, Dec. 2023, doi: 10.53370/001c.88782.
- [23] M. I. Yusufu, "Production and characterization of activated carbon from selected local raw materials," *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, vol. 6, no. 9, May 2012, doi: 10.5897/AJPAC12.022.
- [24] L. Daniel, A. Rahman, H. M. Ndakola, P. Kapolo, and S. B. Jonnalagadda, "Preparation and Characterisation of Activated Carbon Derived from *Acacia erioloba* Seed Pods by Chemical Activation with Phosphoric Acid," Feb. 23, 2023. doi: 10.20944/preprints202302.0409.v1.
- [25] S. Maulina and M. Iriansyah, "Characteristics of activated carbon resulted from pyrolysis of the oil palm fronds powder," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 309, p. 012072, Feb. 2018, doi: 10.1088/1757-899X/309/1/012072.
- [26] D. Alimah, "Sifat Dan Mutu Arang Aktif Dari Tempurung Biji Mete (*Anacardium occidentale* L.)," *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, vol. 35, no. 2, pp. 123–133, Jul. 2017, doi: 10.20886/jphh.2017.35.2.123-133.
- [27] D. Hendra, R. E. Pangersa Gusti, and S. Komarayati, "Pemanfaatan Limbah Tempurung Kemiri Sunan (*Aleuriteus Trisperma*) Sebagai Bahan Baku Pada Pembuatan Arang Aktif," *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, vol. 32, no. 4, pp. 271–282, Dec. 2014, doi: 10.20886/jphh.v32i4.608.271-282.
- [28] D. Das, D. P. Samal, and M. BC, "Preparation of Activated Carbon from Green Coconut Shell and its Characterization," *Journal of Chemical Engineering & Process Technology*, vol. 06, no. 05, 2015, doi: 10.4172/2157-7048.1000248.

- [29] Qanytah, K. Syamsu, F. Fahma, and dan G. Pari, "Characterization of ball-milled bamboo-based activated carbon treated with KMnO₄ and KOH as activating agents," *Bioresources*, vol. 15, no. 4, pp. 8303–8322, Sep. 2020, doi: 10.15376/biores.15.4.8303-8322.
- [30] M. Kaya, Ö. Şahin, and C. Saka, "Preparation and TG/DTG, FT-IR, SEM, BET Surface Area, Iodine Number and Methylene Blue Number Analysis of Activated Carbon from Pistachio Shells by Chemical Activation," *International Journal of Chemical Reactor Engineering*, vol. 16, no. 2, Feb. 2018, doi: 10.1515/ijcre-2017-0060.
- [31] A. Özhan, Ö. Şahin, M. M. Küçük, and C. Saka, "Preparation and characterization of activated carbon from pine cone by microwave-induced ZnCl₂ activation and its effects on the adsorption of methylene blue," *Cellulose*, vol. 21, no. 4, pp. 2457–2467, Aug. 2014, doi: 10.1007/s10570-014-0299-y.
- [32] X. Yu, Z. Han, S. Fang, C. Chang, and X. Han, "Optimized Preparation of High Value-Added Activated Carbon and Its Adsorption Properties for Methylene Blue," *International Journal of Chemical Reactor Engineering*, vol. 17, no. 8, Aug. 2019, doi: 10.1515/ijcre-2018-0267.
- [33] C.-A. M. Lorena *et al.*, "Use of Modified Activated Carbon in Groundwater Remediation for Human Consumption," *Water (Basel)*, vol. 17, no. 2, p. 207, Jan. 2025, doi: 10.3390/w17020207.
- [34] K. Aliya, H.-S. Cho, I. F. Olawuyi, J.-H. Park, J.-O. Nam, and W.-Y. Lee, "Macroporous Resin Recovery of Antioxidant Polyphenol Compounds from Red Onion (*Allium cepa* L.) Peel," *Antioxidants*, vol. 14, no. 2, p. 145, Jan. 2025, doi: 10.3390/antiox14020145.