

**PEMANFAATAN ARANG AKTIF BONGGOL JAGUNG (*Zea mays*) SEBAGAI  
ADSORBEN RADIKAL ALKIL PEROKSIDA PADA MINYAK JELANTAH : STUDI  
PENURUNAN BILANGAN PEROKSIDA**

**UTILIZATION OF ACIVATED CHARCOAL FROM CORN COBS (*Zea mays*) AS AN  
ADSORBENT OF ALKYL PEROXIDE RADICALS IN USED COOKING OIL :  
ASSESSMENT OF PEROXIDE VALUE REDUCTION**

**Hasriani\*, Saibun Sitorus, Irfan Ashari Hiyahara**

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman,  
Jalan Barong Tongkok No. 4, Kampus Gunung Kelua, Samarinda 75123, Kalimantan Timur, Indonesia

\*Corresponding author: [mshasriani06@gmail.com](mailto:mshasriani06@gmail.com)

Diterbitkan: 31 Oktober 2025

**ABSTRACT**

Used cooking oil is known to contain lipids resulting from the oxidation process at high heating temperatures. The oxidation process in cooking oil continuously causes the formation of alkyl peroxide radicals. Used cooking oil is at risk of disrupting water and soil ecosystems if disposed of into the environment without further management. In this study, a characterization test of corn cob activated charcoal was carried out based on SNI 06-3730-1995, characterization using the Surface Area Analyzer (SAA) instrument and a test of the peroxide number in used cooking oil. The results of the activated charcoal characterization test showed that it still met the requirements of SNI 06-3730-1995 and showed an increase in surface area of 109,705 m<sup>2</sup>/g in the SAA test. In the control before the adsorption process using corn cob activated charcoal, the peroxide number was 30 mek O<sub>2</sub>/kg. In the refining process of used cooking oil, there was a decrease in the peroxide number. The optimum decrease in the peroxide number was found at a charcoal mass of 4 g with a contact time of 45 minutes. The peroxide value obtained was 8 mek O<sub>2</sub>/kg, which was a decrease of around 73.33% from the used cooking oil before refining.

**Keywords:** *Activated Charcoal, Alkyl Peroxide Radicals, Surface Area Analyzer, Used Cooking Oil, Zea Mays.*

**ABSTRAK**

Minyak jelantah dikenal mengandung lipid hasil proses oksidasi dalam suhu pemanasan yang tinggi. Proses oksidasi pada minyak goreng terus-menerus menyebabkan terbentuknya radikal alkil peroksida. Minyak jelantah beresiko mengganggu ekosistem air maupun tanah jika dibuang ke lingkungan tanpa pengelolaan lebih lanjut. Pada penelitian ini dilakukan uji karakterisasi arang aktif bonggol jagung berdasarkan SNI 06-3730-1995, karakterisasi menggunakan instrumen *Surface Area Analyzer* (SAA) serta uji kadar bilangan peroksida pada minyak jelantah. Hasil uji karakterisasi arang aktif menunjukkan masih memenuhi syarat SNI 06-3730-1995 dan menunjukkan adanya peningkatan luas permukaan sebesar 109.705 m<sup>2</sup>/g pada uji SAA. Pada kontrol sebelum proses adsorpsi menggunakan arang aktif bonggol jagung memiliki bilangan peroksida sebesar 30 mek O<sub>2</sub>/kg. Pada proses pemurnian minyak jelantah terjadi penurunan bilangan peroksida. Penurunan bilangan peroksida yang optimum terdapat pada massa arang 4 g dengan waktu kontak 45 menit. Kadar bilangan peroksida diperoleh 8 mek O<sub>2</sub>/kg dimana terjadi penurunan sekitar 73,33% dari minyak jelantah sebelum pemurnian.

**Kata kunci:** *Arang Aktif, Radikal Alkil Peroksida, Surface Area Analyzer, Minyak Jelantah, Zea mays.*

## PENDAHULUAN

Perkembangan industri kimia di Indonesia setiap tahunnya selalu meningkat khususnya industri oleokimia. Salah satu industri oleokimia yang banyak terdapat di Indonesia adalah industri oleokimia berbasis sawit. Produk olahan dari industri yang banyak sekali digunakan saat ini adalah minyak goreng. Pembuatan minyak goreng berasal dari industri oleokimia berbasis sawit dengan bahan baku *crude palm oil* (CPO). Minyak goreng adalah jenis bahan pangan yang diperoleh dari hasil trigliserida yang terdapat pada CPO yang telah melalui berbagai proses pemurnian seperti *degumming*, pemucatan dan deodorisasi. Selain berasal dari CPO, minyak goreng dapat diperoleh dari kacang-kacangan, jagung, dan kelapa. Bahan pangan ini banyak digunakan untuk keperluan rumah tangga untuk menggoreng dan industri usaha makanan seperti usaha warung makan.

Minyak jelantah merupakan minyak goreng dari hasil proses penggorengan hingga 3-4 kali bahkan beulang kali sehingga sifat dan karakteristiknya berbeda dengan minyak goreng asli. Dalam industri pangan, penggunaan minyak goreng dalam jumlah besar yang terus berulang menyebabkan kandungan gizi berkurang sehingga sisa minyak yang tidak digunakan lagi dibuang begitu saja. Penggunaan minyak jelantah secara terus-menerus tanpa pengelolaan lebih lanjut dapat berbahaya bagi kesehatan jika dikonsumsi dalam jangka panjang. Selain itu, minyak jelantah dapat beresiko mengganggu ekosistem air maupun tanah dan sangat berbahaya saat dibuang ke lingkungan bila tidak ada pengelolaan lebih lanjut. Berbagai macam permasalahan yang terjadi khususnya terhadap lingkungan diperlukannya pengelolaan dan pemanfaatan limbah rumah tangga yang telah digunakan.

Kerusakan lemak selama proses penggorengan diakibatkan oleh kontak minyak dengan udara, pemanasan yang berlebihan, kontak minyak dengan bahan pangan dan adanya partikel-partikel yang gosong. Kerusakan minyak akibat pemanasan dapat dilihat dari perubahan warna, kenaikan kekentalan, kenaikan kandungan asam lemak bebas, kenaikan peroksida dan penurunan bilangan iodium. Kerusakan ini akan mempengaruhi mutu dan nilai gizi serta penampilan bahan pangan yang digoreng. Pemanfaatan minyak goreng bekas yang sudah dimurnikan tentu akan sangat membantu industri yang menggunakan minyak goreng dalam proses produksinya [1].

Untuk itu minyak jelantah dilakukan pemurnian agar meningkatkan kualitas minyak dan dapat mengurangi penumpukan limbah minyak serta mencegah terjadinya pencemaran lingkungan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat dilakukan dengan metode adsorpsi menggunakan berbagai adsorben dari arang aktif yang berasal dari limbah pertanian [2]. Di Indonesia, pertanian merupakan sektor yang sangat penting. Namun kegiatan setelah panen dan pengolahan hasil pertanian, termasuk pemanfaatan produk samping dan sisa pengolahannya masih kurang. Sisa pengolahan industri pertanian seperti tempurung kelapa, bonggol jagung, biji salak, dan limbah organik lainnya dapat dimanfaatkan sebagai adsorben dengan menjadikan limbah pertanian tersebut menjadi arang aktif [3].

Adsorpsi adalah suatu proses memisahkan suatu komponen tertentu dimana suatu permukaan zat padat (adsorben) akan menyerap suatu fasa fluida (larutan). Proses pemisahan tersebut dapat terjadi karena adanya perbedaan berat molekul atau porositas, menyebabkan molekul tertentu tertahan pada permukaan adsorben dibandingkan molekul lainnya [4]. Adsorben adalah suatu zat yang digunakan untuk memurnikan minyak jelantah. [5] menyatakan adsorben dapat menurunkan bilangan peroksida. Jenis adsorben yang umum digunakan yakni arang aktif.

Arang aktif atau karbon aktif merupakan senyawa karbon yang telah ditingkatkan daya adsorbsinya dengan melakukan proses karbonasi dan aktivasi [6]. Arang aktif adalah bahan berbentuk karbon amorf yang memiliki daya jerap (*adsorption*) yang baik yang karena mengandung atom karbon bebas dan mempunyai permukaan dalam (*internal surface*). Arang aktif dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon aktif melalui proses pembakaran dengan suhu tinggi atau karbonasi. Proses karbonasi telah selesai dilanjutkan dengan aktivasi pada arang aktif yang dihasilkan. Aktivasi bertujuan untuk meningkatkan kemampuan adsorben arang aktif dan menghilangkan zat-zat pengotor yang melapisi permukaan arang. Hal tersebut dikarenakan pori-pori dalam arang aktif masih mengandung hidrokarbon, senyawa organic, dan pengotor.

Menurut Maulana *et al.* [7] arang aktif memiliki perbedaan dengan arang biasa. Hal itu disebabkan oleh karbon dalam pori-pori arang aktif telah diaktifkan sehingga kemampuan daya jerapnya lebih besar. Arang aktif yang diperoleh memiliki peran sebagai adsorben untuk pemucatan minyak, menyerap bau yang dihasilkan dari suspensi koloid dan mendegradasi minyak untuk mengurangi jumlah bilangan peroksida [8]. Pada penelitian ini, Limbah pertanian yang digunakan sebagai arang aktif adalah bonggol jagung. Umumnya penggunaan bonggol jagung ini digunakan sebagai bahan bakar oleh masyarakat pedalaman. Untuk meningkatkan nilai ekonomis dilakukan pengelolaan menjadi arang aktif yang dapat diaplikasikan sebagai adsorben.

Pembuatan karbon aktif dibagi menjadi dua macam yaitu aktivasi kimia dan aktivasi fisika. Proses aktivasi fisika membutuhkan suhu tinggi 500°C- 900°C. Pada proses tersebut terjadi penghilangan hidrogen, gas-gas dan air dari permukaan karbon sehingga terjadi perubahan fisik pada permukaannya. Proses aktivasi secara kimia dilakukan dengan penambahan bahan-bahan kimia. Jenis-jenis bahan kimia yang digunakan sebagai aktivator adalah hidroksida logam alkali, garam-garam karbonat, klorida, sulfat, fosfat dan logam alkali tanah seperti ZnCl<sub>2</sub>, NaOH, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, dan uap air pada suhu tinggi [5]. Alwathan dkk [3] menyatakan proses aktivasi secara kimia melibatkan impregnasi precursor mentah dengan agen pengaktif seperti garam logam, asam mineral, basa, dan polimer nitrit, polimer dengan furfural alkohol dan kerangka logam-organik. Masuknya unsur-unsur mineral aktivator diantara plat heksagon pada kristalit sehingga senyawa kontaminan yang berada dalam pori mudah terlepas.

Hal ini meningkatkan daya serap karbon atau arang aktif karena luas permukaan adsorben yang aktif mudah terlepas [3].

Bonggol jagung adalah salah satu limbah hasil pertanian yang cenderung dimanfaatkan sebagai bahan bakar, pangan dan terkadang hanya dibuang secara percuma sehingga terjadi penumpukan di lingkungan. Untuk mengurangi volume limbah yang berada di lingkungan sehingga perlu dilakukan pemanfaatan seperti diolah menjadi arang aktif.

Fathanah [4] menyatakan bonggol jagung terdapat beberapa kandungan selulosa, hemiselulosa yang banyak serta lignin. Banyaknya kandungan tersebut pada bonggol jagung berpotensi semakin banyaknya kandungan selulosa yang terdapat pada bonggol jagung maka kemampuan adsorben meyerap adsorbat semakin bagus. Berikut adalah tabel komposisi kandungan bonggol jagung:

**Tabel 1. Komposisi kandungan Bonggol Jagung**

Komponen	%
Air	9,6
Abu	1,5
Hemiselulosa	36,0
Selulosa	41,0
Lignin	6,0
Pektin	3,0
Pati	0,014

Bilangan peroksida merupakan derajat tingkat kerusakan suatu minyak atau lemak. Peroksida pada minyak terbentuk melalui reaksi asam lemak jenuh yang mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya. Umumnya penentuan peroksida menggunakan metode titrasi iodometri. Menurut Fathanah [4], penentuan bilangan peroksida didasarkan pada jumlah iodin yang dibebaskan ketika terjadi penambahan larutan Kalium Iodida (KI) pada minyak atau lemak. Larutan KI dibuat dalam pelarut asam asetat dan kloroform dengan perbandingan 2:1. Bilangan peroksida yang terbentuk akan mengalami pemecahan menjadi ikatan karbonil dan aldehid sebagai hasil reaksi antara trigliserida tidak jenuh dan oksigen dari udara [4]. Parameter ini mengukur konsentrasi senyawa peroksida dan hidroperoksida yang terbentuk ketika asam lemak tak jenuh dalam minyak bereaksi dengan oksigen. Timbulnya bau dan rasa tengik sebagai indikator reaksinya [9]. Menurut Juniarto dan Isnasia [10]

prinsip dasar pengujian bilangan peroksidanya yakni berdasarkan pengukuran kadar hidroperoksid dan hidroksida. Semakin tinggi bilangan peroksidanya maka minyak atau lemak tersebut dinyatakan telah mengalami teroksidasi [10].

Radikal bebas merupakan suatu atom, molekul atau senyawa yang dapat berdiri sendiri dan mengandung satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan pada orbital paling luar. Radikal bebas dapat bereaksi dengan sangat reaktif dikarenakan dapat membentuk senyawa radikal baru. Pada minyak, radikal bebas terbentuk akibat oksidasi termal. Pembentukan radikal bebas dimulai pada tahap inisiasi dimana asam lemak tak jenuh yang ada dalam minyak sehingga terjadi pemutusan atom hidrogen yang disebabkan adanya cahaya dan logam. Pembentukan radikal bebas terus berlanjut bereaksi dengan oksigen membentuk radikal alkil peroksid [11].

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah bonggol jagung dapat digunakan sebagai arang aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995 serta untuk mengetahui apakah arang aktif dapat mengadsorpsi radikal alkil peroksid yang dapat diihat dengan adanya penurunan kadar bilangan peroksidanya sesudah proses pemurnian minyak jelantah.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini dirancang secara analisis laboratorium dengan melakukan pengambilan sampel bonggol jagung dan minyak jelantah secara acak di Kota Samarinda. Untuk mengetahui pemanfaatan arang aktif bonggol jagung dapat digunakan sebagai adsorben senyawa radikal bebas dalam pemurnian minyak jelantah dilakukan beberapa tahap. Tahap pertama dilakukan preparasi bonggol jagung dengan cara dibersihkan dengan air bersih, dipotong menjadi kecil-kecil dan dikeringkan dibawah sinar matahari terlebih dahulu. Tahap kedua yakni pembuatan arang aktif bonggol jagung dengan cara karbonasi dan aktivasi menggunakan larutan NaOH 1 N. Tahap ketiga, pengujian kualitas arang aktif bonggol jagung berdasarkan SNI 06-3730-1995 dan dilanjutkan dengan pengaplikasian arang aktif terhadap minyak jelantah dengan metode adsorpsi. Proses adsorpsi minyak jelantah dilakukan menggunakan arang aktif bonggol jagung dengan variasi berat (0g; 1 g; 2 g; 3 g; 4 g dan 5 g) dengan masing-masing waktu kontak selama 30 menit, 45 menit dan 60 menit. Pengujian kualitas minyak jelantah kualitas minyak jelantah dengan cara menghitung bilangan peroksidanya untuk mengidentifikasi kadar radikal bebas yang terdapat dalam minyak jelantah. Dari data parameter-parameter tersebut maka dapat diketahui hasil adsorpsi senyawa radikal bebas dari pemurnian minyak jelantah menggunakan arang aktif bonggol jagung.

### Alat

Adapun alat-alat yang digunakan adalah tanur, pisau, oven, mortar dan alu, spatula, botol timbang, corong kaca, gelas kimia, labu *Erlenmeyer*, botol semprot, spatula, batang pengaduk, ayakan 60 mesh, neraca analitik, *stopwatch*, buret, klem dan tiang statif, labu ukur, *magnetic stirrer*, *hot plate*, sentrifugasi, tabung sentrifugal, desikator, cawan porselin, pipet tetes, pipet ukur, pipet volume, pH meter dan SAA.

### Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan adalah bonggol jagung, minyak jelantah, aquades, pH universal, kertas saring whatman No. 42, larutan I<sub>2</sub> 0,1 N, larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1 N, larutan amilum 1%, Larutan NaOH 1 N, aluminium *foil*, plastik *wrap*, larutan NaOH 0,1 N, larutan etanol 95%, larutan indikator pp, larutan asam asetat, larutan kloroform, larutan KI jenuh, larutan KI 15%, dan tisu.

## **Prosedur Penelitian**

### **1. Preparasi Sampel**

Bonggol jagung diambil dan dibersihkan menggunakan air bersih yang mengalir. Bonggol jagung dipotong kecil-kecil dengan ukuran yang sama. Setelah itu bonggol jagung dikeringkan di bawah sinar matahari selama 7 hari.

Sebanyak 1 liter diambil limbah minyak jelantah yang sudah dilakukan penggorengan berulang kali. Limbah minyak jelantah dimasukkan ke dalam botol 1,5 L. Limbah minyak jelantah dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring minyak untuk memisahkan minyak dengan kotoran sisa penggorengan. Limbah minyak jelantah yang telah disaring kemudian disimpan ke dalam lemari dengan suhu ruang.

### **2. Pembuatan Arang Aktif Bonggol Jagung**

Pada pembuatan arang aktif dari bonggol jagung dilakukan dengan cara karbonasi dan aktivasi. Bonggol jagung yang telah dikeringkan, ditimbang menggunakan neraca analitik untuk mengetahui berat awal bonggol jagung sebelum karbonasi. Selanjutnya, bonggol jagung dilakukan karbonasi menggunakan tanur pada suhu 500°C selama 30 menit. Arang bonggol jagung dihaluskan dengan lumpang dan alu dan diayak dengan ayakan 60 mesh. Selanjutnya, arang bonggol jagung dilanjutkan proses aktivasi dengan larutan NaOH 1 N selama 24 jam untuk memperluas sisi aktif dari arang bonggol jagung. Padatan arang aktif bonggol jagung disaring menggunakan kertas saring whatman No.42 dan diambil residu hasil penyaringan. Setelah itu, dicuci dengan aquades hingga pH netral dan dilanjutkan dengan mengeringkan residu menggunakan oven hingga kering untuk diperoleh arang aktif bonggol jagung.

### **3. Uji Karakterisasi Arang Aktif Bonggol Jagung Berdasarkan SNI 06-3730-1995**

#### Kadar Air

Proses uji kadar air dilakukan bertujuan untuk menentukan jumlah air yang terkandung dalam arang aktif. Prosedurnya sebanyak 1 g arang aktif bonggol jagung dimasukkan ke dalam cawan porselin yang telah diketahui beratnya. Ratakan sampel kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam. Arang aktif bonggol jagung didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang hingga berat konstan.

#### Kadar Abu

Proses uji kadar abu ini, arang aktif diubah menjadi abu dengan perlahan. Sebanyak 1 g arang aktif bonggol jagung dimasukkan ke dalam cawan porselin yang sudah diketahui beratnya. Cawan porselin yang berisikan arang aktif bonggol jagung dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 650°C selama ± 4 jam hingga terbentuk abu. Arang aktif bonggol jagung didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga berat konstan.

#### Kadar Zat Terbang

Sebanyak 1 g arang aktif bonggol jagung dan masukkan ke dalam cawan porselen yang telah diketahui beratnya. Cawan porselin yang berisi arang aktif bonggol jagung dan cawan porselen yang kosong dipanaskan ke dalam tanur hingga suhu 950°C. Setelah suhu tercapai, cawan dan isinya didinginkan terlebih dahulu di dalam tanur. Kemudian dikeluarkan dan didinginkan kembali di dalam desikator. Arang aktif bonggol jagung tersebut ditimbang dan dihitung kadar zat hilang pada saat pemanasan.

#### Kadar Karbon Terikat

Kadar karbon terikat dapat diperoleh dengan cara hasil perhitungan yakni dengan mengurangi total kadar zat terbuang, kadar abu dan kadar air.

### Daya Serap Bilangan Iodin

Arang aktif dipanaskan terlebih dahulu pada suhu 115°C selama 1 jam. Didinginkan ke dalam desikator. Arang aktif ditimbang sebanyak 0,5 g dan masukkan ke dalam wadah gelap yang tertutup. Tambahkan larutan  $I_2$  0,1 N sebanyak 50 mL dan dihomogenkan dengan *magnetic stirrer* selama 15 menit pada suhu ruang. Setelah itu, sampel dipindahkan ke dalam tabung sentrifugal dan diputar hingga filtrat dan endapan terpisah. Filtrat diambil sebanyak 10 mL dan dititrar dengan larutan  $Na_2S_2O_3$  0,1 N hingga terbentuk endapan kuning. Setelah terbentuk endapan berwarna kuning, tambahkan larutan amilum 1% sebagai indikator hingga larutan berubah warna menjadi biru. Dilanjutkan proses titrasi hingga larutan menjadi bening kembali.

### **4. Uji Karakterisasi Surface Area Analyzer**

Karakterisasi fisik dari arang aktif bonggol jagung dilakukan dengan analisis luas permukaan arang aktif bonggol jagung menggunakan metode BET (*Brunauer-Emmett-Teller*).

### **5. Pengaplikasian Arang Aktif Bonggol Jagung Terhadap Minyak Jelantah**

Sebanyak 50 mL minyak jelantah dimasukkan ke dalam 6 gelas kimia yang berbeda. Arang Aktif bonggol jagung yang telah diaktifkan menggunakan NaOH 1 N dipanaskan menggunakan *hot plate* untuk mengaktifkan dan membuka pori-porinya. Arang aktif bonggol jagung ditambahkan dengan variasi berat 1 g; 2 g; 3 g; 4 g dan 5 g ke dalam gelas kimia berisi minyak jelantah. Selanjutnya sampel dihomogenkan menggunakan *stirrer* dengan variasi waktu 30 menit, 45 menit dan 60 menit. Dilakukan penyaringan untuk memisahkan filtrat dan residu menggunakan kertas whatman 42. Perlakuan selanjutnya filtrat dilakukan pengujian kualitas minyak jelantah dan residu dibuang.

### **6. Pengujian Bilangan Peroksida Pada Minyak Jelantah**

Minyak jelantah yang telah dilakukan proses adsorpsi masing-masing diambil sebanyak 5 g dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Larutan asam asetat glasial-kloroform (6:4) ditambahkan sebanyak 30 mL lalu homogenkan larutan kemudian ditutup erlenmeyer tersebut. Tambahkan 0,5 mL larutan KI jenuh dengan pipet ukur dilanjutkan dengan penghomogenan selama 2 menit. 30 mL air suling ditambahkan dan tutup Erlenmeyer segera ditutup. Proses titrasi dilakukan dengan larutan  $Na_2S_2O_3$  0,1 N hingga warna kuning pudar. Setelah indikator amilum ditambahkan 0,5 mL, proses titrasi dilanjutkan hingga warna biru hilang yang menandakan lepasnya bilangan iod. Dengan proses yang sama dilakukan penetapan secara *duplo* pada masing-masing minyak jelantah dengan menggunakan blanko. Data yang diperoleh dihitung bilangan peroksida dari minyak jelantah tersebut.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bonggol jagung dikarbonasi dengan tanur pada suhu 500°C selama 30 menit, diperoleh arang bonggol jagung berwarna hitam. Selanjutnya arang bonggol jagung dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 60 *mesh* untuk memperluas permukaan dan memperkecil ukuran partikel arang bonggol jagung [12]. Arang bonggol jagung dilakukan proses aktivasi dengan direndam dalam larutan NaOH 1 N selama 24 jam menggunakan gelas kimia 500 mL, diperoleh arang aktif bonggol jagung teraktivasi berbentuk serbuk bewarna hitam. Tujuan dari proses aktivasi untuk membuka pori-pori karbon yang tertutup dan mengaktifkan gugus-gugus dengan cara menghilangkan gas dan molekul air. Hal ini menyebabkan tingkat adsorpsi terhadap analit akan semakin tinggi karena NaOH berfungsi sebagai *activating agent* yang dapat meningkatkan daya serap karbon dan dapat menghilangkan kotoran yang melekat sehingga memperluas permukaan aktif [13]. Arang bonggol jagung teraktivasi dilakukan pencucian dengan aquades agar pH arang mencapai pH netral, menghilangkan pori-pori dari zat sisa NaOH yang terperangkap pada struktur arang dan menurunkan kadar abu [14]. Berikut adalah gambar bonggol jagung dan hasil pembuatan arang aktif dari bonggol jagung sebelum dan setelah teraktivasi.



**Gambar 2.** Bonggol Jagung dan Arang Aktif Bonggol Jagung

Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi arang aktif bonggol jagung bertujuan untuk mengetahui kualitas dari arang aktif bonggol jagung memenuhi syarat SNI 06-3730-1995. Adapun hasil karakterisasi arang aktif bonggol jagung seperti pada tabel 2.

**Tabel 2.** Uji karakterisasi arang aktif bonggol jagung

Parameter	SNI 06-3730-1995	Arang Bonggol Jagung	Arang Aktif Bonggol Jagung
Kadar Air	Maksimal 15%	5,8 %	4,6 %
Kadar Abu	Maksimal 10%	0,70 %	0,00 %
<i>Volatile Matter</i>	Maksimal 25%	50,00 %	30,00 %
Kadar karbon Terikat	Minimal 65 %	44,2 %	65,4 %
Daya Serap Bilangan Iodin	Minimal 750 mg/g	317, 275	1040,66

Pengujian kadar air arang aktif bonggol jagung sebelum dan sesudah aktivasi bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang menyerap molekul air (higroskopis) dan mengukur kadar air yang menutupi pori-pori arang aktif [12]. Berdasarkan **tabel 2** menunjukkan kadar air arang aktif bonggol jagung sebesar 4,6 % telah memenuhi standar kualitas SNI 06-3730-95 maksimal 15 %. Hasil pengujian kadar air arang bonggol jagung sebelum dan sesudah aktivasi terjadi penurunan kadar sebesar 1,2 %. Penurunan kadar air disebabkan oleh suhu tinggi pada larutan NaOH 1 N selama proses aktivasi. Hal ini menguapkan sisa molekul air yang terdapat pada permukaan arang setelah karbonisasi [15]. Berbeda dengan penelitian Rizkyi *et.al* [16] menyatakan bahwa hasil pengujian arang aktif tongkol jagung sebelum dan sesudah aktivasi menggunakan HCl diperoleh penurunan sebesar 4,22% dari 7,51% menjadi 3,29%.

Pengujian kadar abu arang aktif bonggol jagung bertujuan untuk mengetahui kandungan oksida logam tidak menguap pada proses karbonisasi [14]. Kandungan abu yang berlebihan menyebabkan pori-pori arang aktif terjadi penyumbatan oleh oksida logam dan mineral sehingga luas permukaannya berkurang. Pada **tabel 2** menunjukkan hasil kadar abu pada arang bonggol jagung sebesar 0% menunjukkan bahwa standar kualitas arang aktif menurut SNI 06-3730-95 maksimal 10% telah memenuhi persyaratan. Hasil pengujian kadar abu arang bonggol jagung sebelum dan sesudah aktivasi terjadi penurunan kadar sebesar 0,70%. Penurunan kadar abu ini disebabkan karena larutan NaOH 1 N sebagai agen aktivator yang melarutkan sebagian komponen mineral bonggol jagung selama proses impregnasi dan pencucian [15]. Berbeda dengan penelitian Rizkyi *et.al* [16], menyatakan bahwa hasil pengujian arang aktif tongkol jagung sebelum dan sesudah aktivasi menggunakan HCl diperoleh penurunan sebesar 2,37 % dari 11,29 % menjadi 8,92 %.

Pengujian kadar zat terbang (*volatile matter*) pada arang aktif bertujuan untuk mengetahui jumlah zat yang tidak menguap pada proses karbonisasi. Berdasarkan **tabel 2** menunjukkan kadar zat terbang arang aktif bonggol jagung sebesar 30 % tidak memenuhi standar kualitas SNI 06-3730-95 maksimal 25 %. Tingginya kadar zat terbang dikarenakan masih terdapat senyawa non karbon berupa CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, dan H<sub>2</sub> yang tidak ikut terbang pada proses karbonisasi [17]. Pada penelitian Saad

*et.al* [18] menggunakan sekam padi sebagai arang aktif menghasilkan kadar zat terbang berada dibawah batas maksimal yang ditetapkan oleh SNI. Perbedaannya terletak pada jenis bahan baku arang aktif serta jenis konsentrasi aktivasi NaOH sebesar 13 % sehingga kadarnya dibawah ambang batas yang ditetapkan oleh SNI.

Pengujian karbon terikat pada arang aktif bertujuan untuk mengetahui kadar komponen fraksi karbon dalam arang aktif [19]. Kadar karbon terikat yang tinggi bergantung pada nilai kadar abu dan kadar zat terbuang dan sebaliknya. Kandungan lignin dan selulosa pada arang aktif juga dapat mempengaruhi kadar karbon terikat. Berdasarkan pada **tabel 2** menunjukkan kadar karbon terikat arang aktif bonggol jagung teraktivasi dinyatakan memenuhi standar arang aktif teknis SNI 06-3730-95 yaitu sebesar 65% dibanding arang sebelum aktivasi. Hal ini karena arang sebelum teraktivasi memiliki kadar abu dan zat terbuang lebih tinggi sehingga kadar karbon terikat kecil. Berbeda dengan hasil Saad *et.al* [18] menggunakan sekam padi sebagai arang aktif kadar karbon terikat yang dihasilkan lebih tinggi. Selain karna kandungan lignin dan selulosa pada sekam padi yang lebih tinggi.

Pengujian daya serap bilangan iodin digunakan sebagai parameter untuk mengkarakterisasi adsorpsi arang aktif yang molekulnya kecil dengan luas permukaan diameter pori  $< 2 \text{ nm}$  atau  $0\text{-}20 \text{ \AA}$ . Pada **tabel 2** menunjukkan hasil daya serap bilangan iod terhadap arang aktif bonggol jagung sebesar 1040,66 mg/g. Hal tersebut menandakan dalam satu gram arang aktif bonggol jagung dapat mengadsorpsi 1040,66 mg/g bilangan iod pada larutan iodin. Kualitas standar arang aktif teknis SNI 06-3730-1995 sebesar 750 mg/g sehingga arang aktif bonggol jagung dihasilkan telah memenuhi persyaratan. Pada **tabel 2** menunjukkan hasil daya serap bilangan iod terhadap arang aktif mengalami peningkatan yang signifikan setelah melalui proses aktivasi dari 317, 275 mg/g menjadi 1040,66 mg/g. Terjadi peningkatan sekitar 69,5 % menandakan keberhasilan pembentukan mikroporositas pada arang aktif.

Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi arang bonggol jagung sebelum aktivasi dan sesudah aktivasi menggunakan *Surface Area Analyzer* (SAA). Karakterisasi ini digunakan untuk menentukan luas permukaan material berpori seperti arang aktif. Material hasil dari tahap karbonisasi awal memiliki struktur pori yang terbentuk banyak tertutup residu tar dan senyawa volatil. Hal tersebut menyebabkan luas permukaan yang relatif rendah. Penelitian ini memperoleh luas permukaan spesifik arang bonggol jagung sebesar  $30.520 \text{ m}^2/\text{g}$ . Peningkatan luas permukaan pada material secara signifikan dapat diperoleh dari proses aktivasi. Setelah proses aktivasi, diperoleh luas permukaan spesifik arang aktif bonggol jagung sebesar  $109.705 \text{ m}^2/\text{g}$ . Berikut hasil dari penelitian disajikan pada **tabel 3**

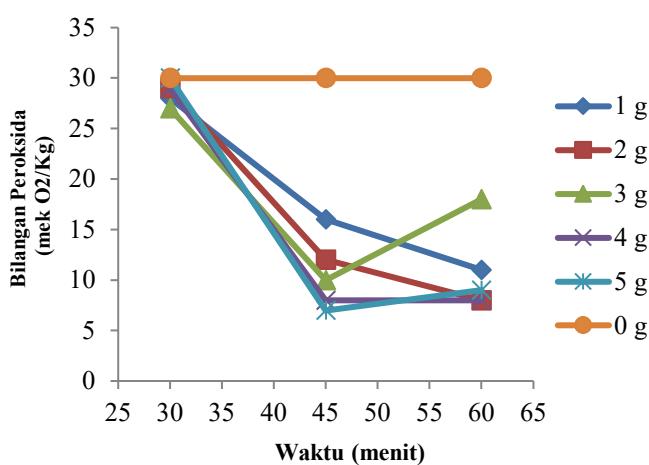
**Tabel 3.** Hasil analisa *surface area* pada arang bonggol jagung sebelum dan sesudah aktivasi

Jenis Sampel	Luas Permukaan Spesifik ( $\text{m}^2/\text{g}$ )
Arang Bonggol Jagung	30.520
Arang Aktif Bonggol Jagung	109.705

Berdasarkan **tabel 3** terlihat adanya perubahan signifikan pada permukaan arang jagung setelah melalui proses aktivasi. Peningkatan kualitas dalam mengembangkan porositas material sekitar 75%. Hal ini menandakan bahwa aktivasi arang aktif menggunakan NaOH 1 N optimal untuk membuka jejaring struktur pori-pori dalam struktur karbon serta menghilangkan pengotor yang menyumbat pori-pori.

Pengujian kualitas minyak jelantah bertujuan untuk mengetahui efektivitas adsorben dari arang aktif bonggol jagung untuk mengadsorpsi bilangan peroksida. Uji bilangan peroksida digunakan sebagai parameter penentuan kualitas minyak terkait tingkat kerusakan oksidatif awal. Parameter ini mengukur konsentrasi senyawa peroksida dan hidroperoksida yang terbentuk ketika asam lemak tak jenuh dalam minyak bereaksi dengan oksigen [9].

Pengujian bilangan peroksida dilakukan menggunakan metode titrasi iodometri dengan larutan standat Natrium Tiosulfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ). Pengukuran bilangan peroksida pada minyak jelantah tanpa kontak dengan arang aktif bonggol jagung (sebelum adsorpsi) dilakukan sebagai kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bilangan peroksida awal sebesar 30 mek  $\text{O}_2/\text{kg}$ . Nilai tersebut jauh melampaui ambang batas yang ditetapkan SNI 7709: 2019 yaitu 10 mek  $\text{O}_2/\text{kg}$  karena telah mengalami proses oksidasi lipid yang signifikan. Selanjutnya dilakukan pengujian efektivitas arang aktif bonggol jagung dalam menurunkan bilangan peroksida pada minyak jelantah dengan memvariasikan massa arang aktif untuk setiap waktu kontak, dimana hasil tersebut dapat dilihat pada **Gambar 3**.



**Gambar 3.** Grafik bilangan peroksida terhadap variasi waktu seiring dengan bertambahnya variasi massa

Berdasarkan hasil grafik pada **gambar 3** terlihat pengaruh variasi berat seiring berjalannya waktu terhadap penurunan bilangan peroksida. Pada setiap massa arang aktif bonggol jagung yang diuji (1g, 2g, 3g, 4g, dan 5g) dengan penambahan waktu kontak yang diuji (30,45, dan 60 menit) terlihat penurunan bilangan peroksida tetapi tidak linear. Sebelum terjadinya proses adsorpsi minyak dengan arang aktif bonggol jagung (pada perlakuan 0 g) memiliki bilangan peroksida sebesar 30 mek  $\text{O}_2/\text{kg}$ . Kemudian setelah proses penambahan arang aktif bonggol jagung tiap per gram mengalami penurunan bilangan peroksida secara bertahap.

Pada **gambar 3** grafik bilangan peroksida terbagi menjadi 3 fase. Pada fase I yakni waktu kontak 0 menit ke 30 menit. Pada fase awal, semua sampel memiliki bilangan peroksida awal sebesar 30 mek  $\text{O}_2/\text{kg}$ . Selanjutnya menuju waktu kontak ke 30 menit mulai terjadi penurunan bilangan peroksida pada tiap variasi massa. Hal ini menandakan arang aktif mulai bekerja mengadsorpsi radikal bebas dari minyak jelantah.

Pada fase II yakni dari waktu kontak 30 menit ke 45 menit. Pada fase ini terjadi penurunan bilangan peroksida yang signifikan. Fase ini juga menunjukkan hasil proses adsorpsi yang paling aktif dan efisien dimana radikal bebas pada minyak jelantah secara cepat teradsorpsi oleh situs-situs aktif pada permukaan arang aktif. Semakin banyak massa adsorben, semakin besar total luas permukaan dan jumlah sisi aktif arang yang dapat mengadsorpsi atau mendekomposisi senyawa peroksida. Hasil grafik pada **gambar 3** pada waktu kontak 45 menit dengan massa 4 g menjadi hasil yang optimum digunakan mengadsorpsi radikal bebas pada minyak jelantah menggunakan arang aktif. Bilangan peroksida yang optimum tersebut adalah 8 mek  $\text{O}_2/\text{kg}$  dengan penurunan peroksida sekitar 73,33 %. Walaupun hasil pada 5 g menunjukkan penurunan bilangan peroksida sebesar 7 mek  $\text{O}_2/\text{kg}$  lebih kecil dibandingkan pada 4 g tetapi grafik **gambar 3** terlihat massa 4 g terjadi penurunan lebih konstan setelah mencapai waktu 60 menit.

Pada fase III yakni waktu kontak 60 menit terjadi berbagai kondisi. Pada 1 g menunjukkan masih terjadi sedikit penurunan, kemudian massa arang aktif 2g, 3g dan 5g terjadi kenaikan serta massa arang aktif 4g cenderung konstan. Fase ini sebagian besar situs adsorpsi pada arang aktif telah terisi sehingga tidak banyak terjadi penurunan bilangan peroksida, beberapa mengalami kenaikan dan cenderung konstan. Grafik **gambar 3** terlihat massa 4 g terjadi penurunan lebih konstan setelah mencapai waktu 60 menit. Hal tersebut menandakan telah tercapai keseimbangan adsorpsi sama dengan laju desorpsi sehingga dimungkinkan hampir semua radikal bebas yang dapat diadsorpsi telah diperlakukan. Selanjutnya, terjadinya kenaikan bilangan peroksida dimungkinkan telah terjadinya desorpsi karena kejemuhan akibat lamanya waktu kontak arang aktif bonggol jagung dengan minyak jelantah.

## KESIMPULAN

Bonggol jagung memiliki potensi digunakan arang aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995. Hasil karakterisasi arang aktif bonggol jagung yakni kadar air sebesar 4,6 % (maksimal 15%), kadar abu sebesar 0 % (maksimal 10%), kadar zat terbang sebesar 30 % (maksimal 25%), kadar karbon terikat sebesar 65,4 % (maksimal 65%), dan daya serap bilangan iodin sebesar 1044,66 mg/g (maksimal 750 mg/g).

Arang aktif bonggol jagung efektif dalam menurunkan kadar radikal bebas pada minyak jelantah, yang ditunjukkan oleh penurunan kadar bilangan peroksida setelah proses pemurnian. Pada grafik bilangan peroksida diperoleh penurunan bilangan peroksida yang optimum pada penggunaan massa arang aktif 4 g dengan waktu kontak 45 menit. Pada kontrol sebelum proses adsorpsi menggunakan arang aktif bonggol jagung memiliki bilangan peroksida sebesar 30 mek O<sub>2</sub>/kg. Pada penggunaan massa arang aktif 4 g dengan waktu kontak 45 menit kadar bilangan peroksida diperoleh 8 mek O<sub>2</sub>/kg dimana terjadi penurunan sekitar 73,33% dari minyak jelantah sebelum pemurnian.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen-dosen Kimia FMIPA Unmul, keluarga, teman-teman dan seluruh pihak terkait yang sudah membantu dalam penulisan jurnal ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hidayati, F.C., Masturi & Yulianti I. 2016. Pemurnian Minyak Goreng Bekas Pakai (Jelantah) dengan Menggunakan Arang Bonggol Jagung. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*. 1(2). 67-70.
- [2] Latif, A.N., Amelia H.B., Yuli P.R. & Ana M. 2021. Narrative Review: Analisis Kadar Asam Lemak Bebas dan Kadar Air dalam Minyak Jelantah Sawit. *Jurnal Ilmu Kesehatan Bhakti setya Medika*. 6(2), 73-82.
- [3] Nasrun, D., Samangun T., Iskandar T. 2017. Pemurnian Minyak Jelantah Menggunakan Arang Aktif Sekam Padi. *EUREKA: Jurnal Penelitian Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*. 1(2), 1-7.
- [4] Fathanah, Umi. 2017. Pemurnian Minyak Goreng Bekas Menggunakan Bonggol Jagung Sebagai Absorben. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*. 1(1), 124-129.
- [5] Meilanti. 2020. Pembuatan Karbon Aktif Dari Arang Bonggol Jagung Dengan Variasi Konsentrasi Aktivator Natrium karbonat (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). *Jurnal Distilasi*. 5(1). 14-20.
- [6] Maulana, G.G., Agustina L., & Susi. 2017. Proses Aktivasi Arang Aktif Dari Cangkang Kemiri (*Aleurites moluccana*). *Jurnal Ziraa'ah*. 42(3). 247-256.
- [7] Paputungan R., Nikmatin S., Maddu A., & Pari G. 2018. Mikrostruktur Arang Aktif Batok Kelapa untuk Pemurnian Minyak Goreng Habis Pakai. *Jurnal Keteknikan Pertanian*. 6(1), 69-74.
- [8] Pongenda, R.C., Napitupulu M., & Walanda D.K. 2015. Biocharcoal Dari Biji Salak (*Salacca Edulis*) Sebagai Adsorben Terhadap Kromium. *J. Akad.Kim*. 4(2), 84-90.
- [9] Khoirunnisa, Z., Agung S.W., & Rusdin R. 2019. Angka Asam Dan Peroksida Minyak Jelantah Dari Penggorengan Lele Secara Berulang. *Jurnal Kesehatan*. 12(2), 81-90.

- [10] Juniarto, T., & Isnasia, I. D. 2021. Uji Kualitas Minyak Goreng Sawit Yang Beredar Di Entikong, Kalimantan Barat. *Food Scientia Journal of Food Science and Technology*. 1(2), 117-130.
- [11] Nurlaili, Damayanti A.M., Qonita C.S., & Mulyanti. 2021. Aplikasi Antioksidan Tanaman Ecombrang *Etlingera elatior* terhadap Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 3(2), 296-301.
- [12] Perdanie, F.P., Rahmadani, Oktaviannor H. & Alawiyah. 2024. Pemanfaatan Arang Aktif Tongkol Jagung (*Zea mays*) dalam Menurunkan Kesadahan pada Air Sumur di Kabupaten katingan. *Jurnal Surya Medika (JSM)*. 10(30), 88-94.
- [13] Yustinah, Hartini & Zuliani. 2015. Pengaruh Konsentrasi Aktivator NaOH pada Proses Pembuatan Arang Aktif Terhadap Kualitas Minyak Bekas Setelah Proses Pemurnian. *Prosiding Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*, Jakarta: 17 November 2015. 2-5.
- [14] Ganing, M., Syafaatullah, A.Q., Yusuf, A.A.I.S., Junianti, F., & Suleman, A.I. 2023. Pemanfaatan Arang Aktif Tongkol JAgung Sebagai Adsorben Ion Pb<sup>2+</sup>. *Jurnal Teknologi Kimia Mineral*. 2(2). 65-70.
- [15] Alves, C.C.O., Adriana S. F., & Leandro S.O. 2013. Research Article: Evaluation of an Adsorbent Based on Agricultural Waste (Corn Cobs) for Removal of Tyrosine and Phenylalanine from Aqueous Solutions. *BioMed Research Internasional*. 2013:978256.
- [16] Rizkyi, I.P. Susatyo, E.B. Susilaningsih, E. 2016. Aktivasi Arang Tongkol Jagung Menggunakan HCl sebagai Adsorben Ion Cd (II). *Indonesian Journal of Chemical Science*. 5(2). 124-129.
- [17] Mudaim, S., Hidayat, S., & Risdiana. 2021. Analisis Proksimat Karbon Kulit Kemiri (*Aleurites moluccana*) Dengan Variasi Suhu Karbonisasi. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*. 5(2). 157-163.
- [18] Saad, M.J., Chia C.H., Suffian M., Sarani Z., Mohid S.S & Mohammad H.A.R. 2020. *Risk Husk Activated Carbon with NaOH Activation: Physical and Chemical Properties*. *Sains Malaysiana*. 49(9). 2261-2267.
- [19] Nopiani, Y., Rossi, E. & Arnas, N. 2024. Karakterisasi Arang Aktif dari Tongkol Jagung dengan variasi Konsentrasi Aktivator Natrium Klorida. *Jurnal TEKNOTAN*. 18(2), 149-1556.