

## Optimasi Waktu Aktivasi Arang Aktif Berbahan Baku Limbah Tulang Kambing

Sari Wardani<sup>1\*</sup>, Rina Mirdayanti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Abulyatama, Jl. Blang Bintang Lama Km 8,5 Lampoh Keude Aceh Besar,  
email: sariwardani\_peternakan@abulyatama.ac.id

<sup>2</sup>Program Studi FKIP Fisika, Fakultas FKIP, Universitas Abulyatama, Jl. Blang Bintang Lama Km 8,5 Lampoh Keude Aceh Besar,

**Abstract:** Bone is one of the wastes produced from agricultural processing which until now has not been maximally processed. Bones contain organic compounds that can be processed into raw materials for activated charcoal. The aimed of this research to study the effect of activation time on characteristics of active charcoal made from raw goat bone waste. The process of making activated charcoal begins with the process of carbonization at 700°C for 20 minutes and then charcoal is activated at a temperature of 600°C for 1, 2, and 3 hours with a charcoal size of 50 mesh. The results showed the best characteristics of activated charcoal is at three hour activation time with a water content value of 1.182%, ash content value of 7.095%, the volatile matter of 4,155%, the value of fixed carbon of 92,885% and iodine absorption of 825 mg/g. The results of the characteristics of actived charcoal made from goat bone waste as a whole fulfilled SNI on technical activated charcoal with No. 06-3730-1995.

**Keywords:** goat bone waste, activated charcoal, activation time

**Abstrak:** Tulang merupakan salah satu limbah yang dihasilkan dari hasil pengolahan pertanian yang sampai saat ini belum diproses secara maksimal. Tulang mengandung senyawa organik yang dapat diproses menjadi bahan baku arang aktif. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh waktu aktivasi terhadap kualitas arang aktif berbahan baku limbah tulang kambing. Proses pembuatan arang aktif diawali dengan proses karbonisasi pada suhu 700°C selama 20 menit selanjutnya arang diaktivasi pada suhu 600°C selama 1, 2, dan 3 jam dengan ukuran arang 50 mesh. Hasil Penelitian menunjukkan karakteristik arang aktif yang terbaik adalah pada waktu aktivasi 3 jam dengan nilai kadar air sebesar 1,182%, nilai kadar abu sebesar 7,095%, nilai kadar zat mudah terbang sebesar 4,155%, nilai kadar karbon terikat sebesar 92,885%, daya serap iodium sebesar 825 mg/g. Karakteristik arang aktif berbahan baku limbah tulang kambing secara keseluruhan memenuhi SNI tentang arang aktif teknis dengan No. 06-3730-1995.

**Kata Kunci:** Limbah Tulang Kambing, Arang Aktif, Waktu Aktivasi

Ternak ruminansia yang banyak ditenakan oleh masyarakat di Provinsi Aceh adalah kambing. Data Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan Tahun 2018 mengemukakan bahwa populasi ternak kambing secara nasional mengalami peningkatan sebesar 1,94%. Polulasi ternak kambing di Provinsi Aceh juga mengalami peningkatan sebesar 658.613 ekor pada tahun 2018. Seiring dengan meningkatkannya jumlah populasi ternak kambing maka limbah yang dihasilkan dari olahan ternak kambing juga mengalami peningkatan. Tulang merupakan salah satu hasil sampingan atau limbah yang dihasilkan dari hewan. Satu ekor kambing dapat menghasilkan 51% tulang dari total berat keseluruhan ternak. Jika limbah tulang langsung dibuang kelingkuhan tanpa diproses terlebih dahulu maka akan berdampak pada pencemaran lingkungan. Pemanfaatan limbah tulang sampai saat ini belum dilakukan secara maksimal (Juliasti, Legowo, and Pramono 2015), sehingga diperlukan teknologi yang tepat untuk memproses limbah tulang menjadi produk yang bermanfaat serta bernilai jual tinggi.

Kandungan senyawa pada tulang kambing adalah 69% senyawa anorganik, 22% senyawa organik dan 9% air. Senyawa organik mengandung 90% kolagen yang tersusun oleh unsur karbon. Unsur karbon yang terdapat pada tulang dapat diproses menjadi bahan baku pembuatan arang aktif. Kandungan karbon yang terdapat pada arang aktif mencapai maksimal 95% yang didapat dari hasil pengolahan materi yang banyak mengandung unsur karbon yang di proses menggunakan temperatur yang tinggi (Chand et al., 2005).

Penelitian – penelitian terkini membuktikan bahwa tulang hewan dapat diolah sebagai bahan dasar arang aktif. Logam merkuri (II) dapat diadsorpsi oleh arang tulang domba yang diaktivasi seng klorida dengan volume pori sebesar 83,98 m/g (Dawlet et al. 2013). Warna pada minyak sawit dapat diturunkan melalui proses adsorpsi dengan menggunakan arang aktif tulang ayam sebesar 275, arang aktif tulang kambing 268, arang aktif tulang anjing 261 dan arang aktif tulang sapi 220 (Mohammed et al. 2012a). Logam tembaga mampu diadsorpsi oleh arang tulang sapi yang diaktivasi natrium karbonat sebesar 99,65% (Previanti et al. 2017). Penyerapan iodium sebesar 983 mg/g mampu diserap oleh arang aktif tulang kambing yang diaktivasi asam sulfat (Wardani et al. 2018). Arang aktif berbahan baku tulang kambing mampu menyerap iodium sebesar 926 mg/g dengan menggunakan suhu aktivasi 500°C selama 1 jam (Wardani and Mirdayanti 2019). Tujuan penelitian ini

adalah untuk mempelajari pengaruh waktu aktivasi terhadap kualitas arang aktif berbahan baku limbah tulang kambing.

## KAJIAN PUSTAKA

Tulang atau kerangka pada dasarnya adalah penopang tubuh pada hewan vertebrata. Tanpa tulang ternak tidak mampu berdiri secara tegak. Tulang pada ternak mulai terbentuk sejak ternak masih berada dalam kandungan induknya dan berlangsung terus sampai dekade kedua dalam susunan yang teratur. Berdasarkan komposisinya, tulang merupakan jaringan ikat padat yang tersusun atas zat organik dan zat anorganik. Zat organik pada tulang berada dalam bentuk matriks tulang berupa protein. Sebanyak 90-96% dari protein yang menyusun tulang adalah kolagen tipe I. Kolagen tipe I dan protein lainnya merupakan bagian kecil pada matriks. Zat anorganik yang menyusun tulang berupa kristal hidroksapatit yaitu  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  (karbonat) dan  $\text{F}^-$  (fluorida) (Said, M.I, 2014).

Arang aktif dapat dibedakan dengan arang berdasarkan sifat pada permukaannya. Permukaan arang masih ditutupi oleh deposit hidrokarbon yang menghambat keaktifannya, sedangkan permukaan arang aktif relatif telah bebas dari deposit, permukaannya luas dan pori-porinya telah terbuka, sehingga memiliki daya serap tinggi. Untuk meningkatkan daya serap arang, maka bahan tersebut dapat diubah menjadi arang aktif melalui proses aktivasi.

Arang yang dihasilkan melalui proses karbonisasi bahan baku, sebahagian besar pori-porinya masih tertutup oleh hidrokarbon, ter, dan komponen lain, seperti abu, air, nitrogen, dan sulfur, sehingga keaktifannya atau daya serapnya rendah. Untuk meningkatkan daya serap arang, maka bahan tersebut dapat diubah menjadi arang aktif melalui proses aktivasi. Pada prinsipnya arang aktif dapat dibuat dengan dua cara, yaitu cara kimia dan cara fisika. Mutu arang aktif yang dihasilkan sangat tergantung dari bahan baku yang digunakan, bahan pengaktif, suhu dan cara pengaktifannya (Mody 2014).

Arang aktif merupakan salah satu produk yang memiliki nilai jual tinggi, ini dikarenakan kegunaan arang aktif yang luas. Arang aktif dapat diaplikasikan sebagai bahan pengendali pencemaran bahan agrokimia dan pencemaran logam berat pada lahan

pertanian dengan menggunakan teknik ameliorasi (E.S. Harsanti, SP, M.Sc; Dr. Asep Nugraha Ardiwinata 2011). Arang aktif dapat diproduksi dari bahan dasar organik yang banyak mengandung unsur karbon diantaranya tempurung kelapa, kulit inti sawit, serpihan kayu, tulang binatang, tongkol jagung, sekam padi dan sebagainya (Arsad 2017; Mohammad-Khah and Ansari 2009). Arang aktif dapat digunakan sebagai bahan penyerap uap dan juga bahan penyerap logam berat pada industri obat, industri makanan, industri minuman keras, industri kimia perminyakan, budidaya udang, industri gula, pemurnian gas, katalisator serta pada proses pengolahan pupuk (Arsad 2017). Arang aktif berbahan baku tulang hewan umumnya disebut tulang hitam, arang tulang atau abaiser. Tulang hewan berfungsi untuk membentuk tubuh hewan yang merupakan bagian dari komposit. Komposisi tulang hewan mengandung sekitar 10% karbon dan bahan anorganik lainnya (Mohammed et al. 2012b).

## METODE PENELITIAN

Bahan baku pembuatan arang aktif adalah limbah tulang kambing yang didapati dari limbah rumah makan olahan daging kambing dan limbah pada pemotongan hewan di kabupaten Aceh Besar. Bahan kimia yang digunakan adalah *aquadest*, kertas saring *whatman*, larutan iodine 0,1 N, Natrium Thiosulfat 0,1 N dan Indikator amilum 1%. Peralatan penelitian terdiri dari gelas kimia (pyrex), gelas ukur (pyrex), batang pengaduk, corong gelas, pipet tetes, pipet ukur, *hot plate magnetic stirrer*, oven, *furnace*, desikator, timbangan, ayakan mesh, masker, sarung tangan, *buret*, *statif* dan *centrifuge*. Variabel penelitian terdiri dari variabel tetap adalah berat arang tulang kambing (10 gr), waktu karbonisasi 20 menit, suhu karbonisasi 700 °C dan ukuran mesh 50 sedangkan variabel berubah adalah waktu aktivasi yaitu 1 jam, 2 jam dan 3 jam.

Metode penelitian terdiri dari preparasi limbah tulang kambing, proses karbonisasi yang bertujuan untuk menguraikan selulosa organik sehingga dihasilkan unsur karbon yang disertai dengan penghilangan unsur - unsur non-karbon. Proses karbonisasi terjadi pada suhu 600 °C – 800 °C (Arsad and Hamdi 2010; Meisrilestari, Khomaini, and Wijayanti 2013). Tulang kambing yang telah dibersihkan dari daging yang melekat kemudian dikeringkan selanjutnya ditimbang sebanyak 0,5 kg untuk dilakukan pengecilan ukuran

hingga berukuran 3 cm. Proses karbonisasi berlangsung pada suhu 700 °C selama 20 menit. Proses selanjutnya adalah aktivasi yang bertujuan untuk membuka pori – pori pada arang sehingga arang mempunyai kemampuan penyerapan yang tinggi. Arang tulang kambing hasil karbonisasi selanjutnya dihaluskan sampai lolos pada saringan 50 mesh. Proses aktivasi menggunakan *furnace* pada suhu, 600 °C selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Produk Arang yang telah aktif selanjutnya dianalisa karakteristiknya yaitu pengujian kandungan kadar air, pengujian kadar abu, pengujian zat menguap, pengujian kandungan karbon dan pengujian kemampuan daya serap iodium. Produk arang aktif yang dihasilkan dibandingkan dengan SNI 06-3730-1995 tentang arang aktif teknis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Arang Tulang Kambing

Proses pembuatan arang dimulai dengan proses pencucian dan penjemuran tulang dibawah sinar matahari yang bertujuan untuk mengurangi kandungan air yang terdapat di dalam tulang kambing. Tulang kambing yang telah kering selanjutnya dilakukan proses karbonisasi pada suhu 700 °C selama 20 menit sehingga didapatkan arang tulang kambing. Proses karbonisasi bertujuan untuk menghilangkan unsur oksigen dan hidrogen yang terkandung di dalam karbon agar dapat membentuk kerangka karbon yang baru dengan tingkat kemurnian yang tinggi (Mizwar 2018). Hasil Karakteristik arang tulang kambing disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Karakteristik arang tulang kambing**

Karakteristik	Persentase
Kadar air	1,178
Kadar Abu	9,158
Zat Menguap	15,488
Kandungan Karbon	81,562
Daya Serap Iodium	755

### Karakteristik Arang Aktif Tulang Kambing

Proses aktivasi arang aktif dilakukan secara fisika yang bertujuan untuk memutuskan rantai karbon dari senyawa organik dengan menggunakan bantuan panas, uap dan CO<sub>2</sub> (Sembiring and Sinaga 2003). Produk arang aktif yang dihasilkan dianalisa karakteristiknya yang meliputi uji kadar air, uji kadar abu, uji kadar zat menguap, uji kadar karbon dan

kemampuan arang dalam menyerap senyawa iodium. Analisa kadar air bertujuan untuk mengukur kemampuan menyerap molekul air yang terdapat pada arang aktif. Kandungan kadar air dipengaruhi oleh jumlah uap di udara dan lama proses pendinginan (El-Hendawy 2003). Hasil analisis memperlihatkan semakin meningkat waktu aktivasi maka kadar air yang dihasilkan semakin menurun. Tinggi rendahnya nilai kadar air suatu arang aktif tergantung terhadap kandungan gugus fungsi pada permukaan arang. Nilai kadar air hasil penelitian berkisar antara 1,182% sampai 1,766%, rendahnya kadar air dikarenakan kandungan gugus fungsi polar sangat sedikit terdapat pada permukaan arang aktif limbah tulang kambing. Banyaknya kandungan oksida logam pada suatu arang aktif dapat diketahui dari persentase kadar abunya. Kandungan silika pada arang aktif sangat mempengaruhi persentase kadar abu, semakin banyak kadar silika maka akan persentase kadar abu semakin meningkat. Nilai kadar abu arang aktif limbah tulang kambing berkisar antara 8,696% - 7,095%.

Kadar zat mudah menguap merupakan hasil dekomposisi zat – zat penyusun arang akibat proses pemanasan selama pengarangan dan bukan komponen penyusun arang. Arang dengan kadar zat menguap yang tinggi akan menghasilkan asap pembakaran yang tinggi pula pada saat arang tersebut digunakan. Tinggi rendahnya persentase kadar zat mudah menguap ditentukan oleh interaksi antara uap air dengan senyawa karbon. Hasil penelitian uji volatile matter untuk arang aktif berbahan baku limbah tulang kambing berkisar antara 3,596% - 4,155%. Selama proses karbonisasi berlangsung senyawa non karbon yang bersifat volatile akan menguap sebagian, sehingga terjadi penurunan persentase kadar zat yang menguap. Penentuan kadar zat mudah menguap untuk menunjukkan presentase jumlah zat – zat terbang yang terkandung di dalam arang aktif seperti  $H_2$ ,  $CO$ ,  $CH_4$ ,  $CO_2$  dan  $H_2O$  (Mody 2014). Apabila arang aktif banyak mengandung senyawa non karbon yang ditandai dengan tinggi nya kadar zat yang mudah menguap maka dapat disimpulkan bahwa kemampuan daya serap arang aktif tersebut sangat rendah dan memiliki kualitas yang kurang baik (Hendra 2007).

Kadar kandungan karbon tetap dipengaruhi oleh nilai kadar abu, zat mudah menguap, senyawa hidrokarbon yang masih terdapat pada permukaan arang, kandungan selulosa serta kandungan lignin. Keberhasilan suatu proses adsorpsi sangat dipengaruhi

oleh jumlah kadar karbon pada arang aktif, semakin tinggi kadar karbon maka semakin baik proses penyerapan, hal ini dikarenakan jumlah pori – pori pada arang aktif sangat banyak. Hasil penelitian menunjukkan kandungan karbon tetap pada arang aktif berbahan baku limbah tulang kambing berkisar 92,743% - 93,414%. Karakteristik yang sangat menentukan kualitas arang aktif adalah kemampuan dalam menyerap larutan. Penelitian ini menggunakan metode proses penyerap dengan menggunakan senyawa iodium. Semakin tinggi nilai serap iodium maka semakin baik kualitas arang aktif tersebut, sehingga dapat arang aktif mampu menyerap adsorbat dengan sempurna (Rumidatul, 2006). Hasil penelitian menunjukkan arang aktif limbah tulang kambing mampu menyerap larutan iodium sebesar 825 mg/g. Secara keseluruhan arang aktif berbahan baku limbah tulang kambing memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995 tentang arang aktif teknis. Karakteristik arang aktif berbahan baku limbah tulang kambing di tampilkan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Karakteristik arang aktif tulang kambing**

Karakteristik	1 Jam	2 Jam	3 Jam	SNI
Kadar air (%)	1,766	1,496	1,183	Max 15
Kadar Abu (%)	8,696	8,696	7,095	Max 10
Zat Mudah menguap (%)	3,596	4,267	4,155	Max 25
Kandungan karbon (%)	93,414	92,743	92,885	Min 65
Daya serap iodium (mg/g)	780	774	825	Min 750

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik arang aktif tulang kambing yang diaktivasi pada suhu 600 °C adalah pada waktu 3 jam dengan nilai kadar air sebesar 1,182%, nilai kadar abu sebesar 7,095%, nilai kadar zat mudah terbang sebesar 4,155%, nilai kadar karbon terikat sebesar 92,885%, daya serap iodium sebesar 825 mg/g. Karakteristik arang aktif berbahan baku limbah tulang kambing secara keseluruhan memenuhi SNI tentang arang aktif teknis dengan No. 06-3730-1995.

### Saran

Perlu dilakukan kajian lebih mendalam terhadap pemanfaatan limbah tulang kambing

sebagai bahan baku pembuatan arang aktif dengan menggunakan variasi metode aktivasi baik secara kimia ataupun fisika dengan berbagai variabel pengamatan sehingga produk arang aktif yang dihasilkan mempunyai kualitas yang baik sebagai bahan penyerap.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arsad, Effendi. 2017. "TEKNOLOGI PENGOLAHAN DAN PEMANFAATAN KARBON AKTIF UNTUK INDUSTRI." *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*.
- Arsad, Effendi and Saibatul Hamdi. 2010. "Teknologi Pengolahan Dan Pemanfaatan Karbon Aktif Untuk Industri." *Jurnal Riset Hasil Industri Hutan*.
- Dawlet, Ayjan, Dilnur Talip, Hong Yu Mi, and MaLiKeZhaTi. 2013. "Removal of Mercury from Aqueous Solution Using Sheep Bone Charcoal." *Procedia Environmental Sciences* 18:800–808.
- Dinas Kesehatan Hewan dan Peternakan Aceh, 2018. Status Populasi Ternak Provinsi Aceh Tahun 2018. Provinsi Aceh
- E.S. Harsanti, SP., M.Sc; Dr. Asep Nugraha Ardiwinata, MSi. 2011. "Arang Aktif Meningkatkan Kualitas Lingkungan." *Agroinovasi, Badan Litbang Pertanian*.
- El-Hendawy, Abdel Nasser A. 2003. "Influence of HNO<sub>3</sub> Oxidation on the Structure and Adsorptive Properties of Corncob-Based Activated Carbon." *Carbon*.
- Hendra, Djeni. 2007. "PEMBUATAN ARANG AKTIF DARI LIMBAH PEMBALAKAN KAYU PUSPA DENGAN TEKNOLOGI PRODUKSI SKALA SEMI PILOT." *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*.
- Juliasti, Radia, Anang Mohamad Legowo, and Yoyok Budi Pramono. 2015. "Pemanfaatan Limbah Tulang Kaki Kambing Sebagai Sumber Gelatin Dengan Perendaman Menggunakan Asam Klorida." *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*.
- Meisrilestari, Yessy, Rahmat Khomaini, and Hesti Wijayanti. 2013. "Pembuatan Arang Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Aktivasi Secara Fisika, Kimia Dan Fisika Dan Kimia." *Konversi*.
- Mizwar, Andy. 2018. "AKTIVASI KIMIA-FISIK LIMBAH SERUTAN ROTAN MENJADI KARBON AKTIF." *Jurnal Purifikasi*.
- Mody, Lempang. 2014. "Pembuatan Dan Kegunaan Arang Aktif." *Info Teknis EBONI*.
- Mohammad-Khah, A. and R. Ansari. 2009. "Activated Charcoal: Preparation, Characterization and Applications: A Review Article." *International Journal of ChemTech Research*.
- Mohammed, Abubakar, Alechenu A. Aboje, Manase Auta, and Mohammed Jibril. 2012a. "A Comparative Analysis and Characterization of Animal Bones as Adsorbent." *Pelagia*



Research Library Advances in Applied Science Research 3(5):3089–96.

Mohammed, Abubakar, Alechenu A. Aboje, Manase Auta, and Mohammed Jibril. 2012b. "A Comparative Analysis and Characterization of Animal Bones as Adsorbent." Pelagia Research Library Advances in Applied Science Research.

Previanti, Popy, Hena Sugiani, Uji Pratomo, and Sukrido Sukrido. 2017. "Daya Serap Dan Karakterisasi Arang Aktif Tulang Sapi Yang Teraktivasi Natrium Karbonat Terhadap Logam Tembaga." *Chimica et Natura Acta* 3(2).

Sembiring, Meilita Tryana and Tuti Sarma Sinaga. 2003. *Arang Aktif (Pengenalan Dan Proses Pembuatannya)*.

Wardani, Sari and Rina Mirdayanti. 2019. "Optimasi Suhu Aktivasi Proses Pembuatan Arang Aktif Limbah Tulang Kambing." *Jurnal Serambi Engineering*.

Wardani, Sari, Elvrida Rosa, Fakultas Pertanian, Universitas Abulyatama, Lampoh Keudee, Aceh Besar, Fakultas Pertanian, Universitas Abulyatama, Lampoh Keudee, and Aceh Besar. 2018. "Yang Teraktivasi Kalium Hidroksida." (November):33–39.