

PENGARUH LAMA PEREBUSAN KERANG DARAH (*Anadara granosa*) DENGAN ARANG AKTIF TERHADAP PENGURANGAN KADAR LOGAM KADMIUM DAN KADAR LOGAM TIMBAL

Riana Rachmawati, Widodo Farid Ma'ruf, Apri Dwi Anggo*)
 Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
 Jln. Prof. H. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang, 50275, telp/Fax: (024) 7474698

Abstrak

Kerang darah merupakan makanan *seafood* berprotein tinggi yang diminati masyarakat, juga merupakan organisme indikator pencemaran karena mempunyai sifatnya yang menetap pada substrat dan memiliki sifat mudah menyerap semua bahan yang ada di perairan termasuk logam berat. Penggunaan arang aktif selama perebusan diupayakan dapat menjaga keamanan pangan dari kerang darah yang tercemar logam berat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan lama waktu perebusan kerang darah (*Anadara granosa*) dengan Arang Aktif dengan variasi lama waktu 20 menit, 25 menit dan 30 menit terhadap kadar logam *cadmium*, timbal, kadar air, pH, kadar abu, kadar protein dan nilai organoleptik. Penelitian ini bersifat *experimental laboratories*. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama waktu perebusan yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar *cadmium*, kadar timbal, kadar air, kadar abu serta kadar protein namun tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap kadar pH. Hasil parameter uji organoleptik memberi pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap kenampakan, bau, rasa, namun tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap tekstur. Berdasarkan hasil penelitian dilihat dari banyaknya penurunan kadar logam maka dapat disimpulkan bahwa lama perebusan kerang darah (*Anadara granosa*) dengan arang aktif yang paling efektif adalah selama 30 menit.

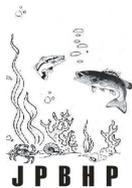
Kata kunci : Kerang Darah, Arang Aktif, Kadmium, Timbal, , Perebusan.

1. Pendahuluan

Kerang darah (*Anadara granosa*) merupakan biota laut yang tergolong molusca dari kelas *pelecypoda*. Secara biologis, kerang darah memakan hewan-hewan kecil yang terdapat dalam perairan berupa *protozoa diatom*. Berdasarkan cara hidupnya, kerang darah termasuk dalam kelompok benthos yaitu organisme yang hidup di dasar perairan, baik dalam keadaan tertancap, merayap maupun yang membenamkan dirinya dalam pasir dan lumpur. Oleh karena itu, kerang darah banyak ditemukan pada substrat berlumpur di muara sungai atau di daerah esturin. Daerah esturin merupakan zona transisi lingkungan laut dan lingkungan sungai yang di Indonesia pada umumnya banyak terdapat sampah dan pembuangan limbah pabrik. Sehingga kerang darah yang memiliki sifat mudah menyerap semua nutrient yang ada di lingkungan tercemar termasuk logam berat dari limbah pabrik.

Limbah yang mengandung logam berat atau *heavy metal* termasuk golongan limbah bahan berbahaya dan beracun. Limbah yang mengandung logam berat adalah masalah

*Penulis Penanggungjawab



lingkungan yang menjadi perhatian banyak pihak, utamanya bagi industri-industri di tanah air. Masalah limbah logam berat sangat serius diperhatikan mengingat dampak yang ditimbulkannya begitu nyata bagi kehidupan makhluk hidup, termasuk manusia. Logam berat dapat menimbulkan gangguan kesehatan bagi manusia. Berdasarkan penelitian pendahuluan, kerang darah yang diambil dari satu titik muara sungai Banjirkanal Barat mengandung logam berat Kadmium dan Timbal sebesar 2,509 ppm dan 1,956 ppm. Padahal persyaratan yang ditentukan oleh SNI tentang kandungan logam berat pada spesies kekerangan untuk Cd dan Pb maksimal 1 ppm.

Persyaratan SNI tentang mutu pangan dan keamanan kerang, menentukan bahwa untuk batas logam berat yang terdapat pada kerang tidak boleh lebih dari 1 ppm. Tingginya minat masyarakat untuk mengkonsumsi makanan *seafood* seperti kerang darah membuat sebagian pengolah memikirkan bagaimana teknik mereduksi logam berat dalam kerang darah sehingga kerang yang dikonsumsi tetap dalam batas aman. Terdapat salah satu metode dalam penurunan logam berat pada kerang darah adalah dengan memasukan adsorben (karbon aktif/arang aktif) dalam proses pengolahannya sehingga logam berat pada kerang darah akan diserap oleh adsorben. Arang aktif adalah arang yang telah mengalami proses aktivasi untuk meningkatkan luas permukaan melalui pembukaan pori-pori sehingga daya adsorpsi dapat ditingkatkan. Permukaan arang aktif yang semakin meluas ini menyebabkan daya adsorpsinya terhadap gas atau cairan semakin tinggi. Beberapa penelitian tentang penggunaan arang aktif juga sudah dilakukan contohnya penggunaan arang aktif untuk mengurangi kadar histamin pada ikan pindang tongkol (Subaryono, 2004). Penggunaan arang aktif untuk mereduksi logam yang terdapat dalam limbah pabrik juga dilakukan oleh Wirawan (2010) yaitu pemanfaatan arang aktif dari tempurung *Jatropha curcas* yang termodifikasi sebagai adsorben logam tembaga, penyisihan logam berat kadmium dalam air dengan arang aktif dari tempurung kelapa (Gaikwad, 2011).

Berdasarkan dari penelitian yang sudah tersebut diatas, maka terdapat sebuah inovasi untuk mereduksi logam berat dalam daging kerang darah menggunakan konsentrasi arang aktif yang sesuai dengan menggunakan metode variasi dari lama perebusan mereduksi kandungan logam berat. Apabila penelitian ini berhasil dilakukan maka bisa memberikan wawasan dan dapat diaplikasikan langsung oleh masyarakat karena inovasi ini mudah dilakukan seperti layaknya memasak kerang pada umumnya.

2. Materi dan Metode Penelitian

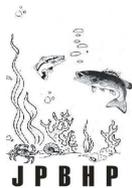
2.1. Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah kerang darah (*Anadara granosa*) yang didapatkan di Muara Sungai Banjirkanal Barat Semarang Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Analisa Teknologi Hasil Perikanan Universitas Diponegoro, Semarang.

2.2. Metode Penelitian

Penelitian Pendahuluan

Pada tahap ini dilakukan untuk menentukan konsentrasi terbaik dari arang aktif yang nantinya akan digunakan untuk penelitian utama. Tahap ini dimulai dengan melakukan sampling kerang darah di Banjir Kanal Barat, Semarang. Kerang darah yang didapatkan



kemudian dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran dan lumpur pada cangkang kerang. Setelah itu dilanjutkan dengan persiapan konsentrasi arang aktif 3%, 5% dan 7% dari berat kerang yang digunakan. Proses perebusan mula-mula dilakukan dengan memanaskan air hingga mendidih kemudian memasukkan arang aktif dan kerang darah secara bersamaan dengan lama waktu perebusan 10 menit. Daging kerang darah dipisahkan dari cangkangnya kemudian dilakukan pengujian kadar logam berat kadmium dan timbal serta uji organoleptik.

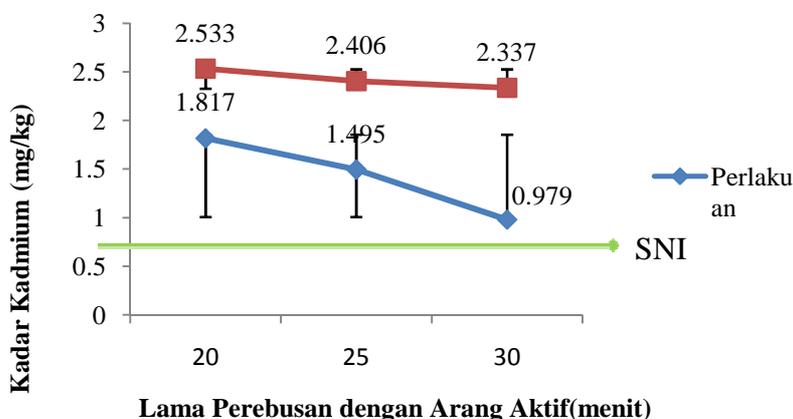
Penelitian Utama

Penelitian utama dimulai dengan sampling kerang darah di daerah Banjir Kanal Barat, Semarang kemudian kerang dicuci untuk menghilangkan kotoran serta lumpur pada cangkangnya. Pemilihan sampel dilakukan dengan metode simple random sampling untuk menghasilkan sampel yang homogen. Konsentrasi arang aktif yang digunakan didapatkan dari konsentrasi terbaik penelitian pendahuluan yaitu 5% dari berat kerang darah. Perebusan, diawali dengan memanaskan aquades sampai mendidih (100°C), kemudian memasukkan arang aktif dan kerang darah secara bersamaan untuk direbus dalam aquades selama 20, 25 dan 30 menit dengan perbandingan berat kerang dan volume air adalah 1 : 2. Kerang darah 1000gr dalam 2000 ml aquades. Setelah direbus kerang kemudian ditiriskan untuk mengurangi air yang terdapat pada kerang serta dilakukan pemisahan daging kerang darah dari cangkangnya. Pengeringan daging kerang darah dilakukan dalam oven selama 24 jam dengan suhu 60°C . Sebelum dikeringkan sampel ditimbang 25 g dalam gelas piala 150 ml yang terlebih dahulu dicuci dengan $\text{HNO}_3 6\text{N}$. Pengeringan daging kerang darah hanya dilakukan untuk pengujian logam berat kadmium, timbal, kadar protein dan kadar abu. Daging kerang darah dalam kondisi basah dilakukan untuk uji kadar pH, kadar air dan uji organoleptik.

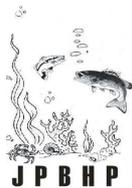
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kadar Kadmium

Berdasarkan hasil penelitian ini, nilai kadar Kadmium pada kerang darah yang dilakukan dengan metode lama perebusan yang berbeda tersaji pada Gambar 1.



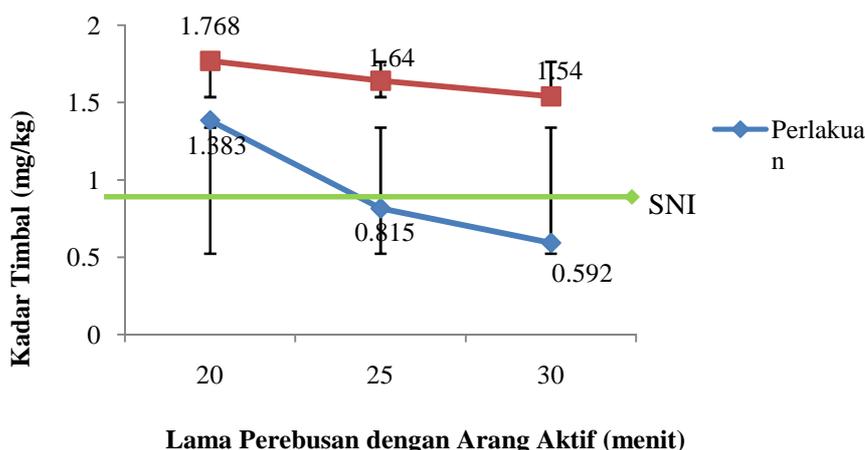
Gambar 1. Kadar logam berat Cd Kerang Darah dengan Lama Perebusan yang Berbeda



Berdasarkan Gambar 1, bahwa perbedaan lama perebusan daging kerang darah dengan arang aktif 5% menyebabkan penurunan kadar kadmium yang sangat nyata. Data mengindikasikan bahwa semakin lama waktu perebusan dengan arang aktif sampai dengan 30 menit, maka makin rendah kadar kadmium yang terdapat pada daging kerang darah. Prosentase dari kadar kadmium dalam daging kerang darah yang paling rendah didapat dari perlakuan perebusan selama 30 menit yaitu mengalami penurunan sebesar 58,10%. Sedangkan kerang darah yang direbus tanpa penambahan arang aktif mengalami penurunan dari 2,533 ppm menjadi 2,337 ppm. Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa dengan perebusan menggunakan arang aktif memperoleh hasil yang signifikan dalam menurunkan logam berat kadmium. Kerang darah yang direbus dengan arang aktif dengan lama waktu perebusan 20 menit, 25 menit dan 30 menit memiliki penurunan sebesar 28,26%, 40,97% dan 61,35%. Hal ini menunjukkan bahwa pada lama waktu perebusan selama 20 menit, 25 menit dan 30 menit, pori-pori yang terdapat pada permukaan arang aktif dapat menarik ion logam dalam daging kerang darah akan tetapi dalam jumlah yang berbeda. Hal ini diperkuat oleh Setyaningsih (1995) bahwa penyerapan menggunakan karbon aktif paling efektif untuk menghilangkan logam berat. Proses adsorpsi pada arang aktif terjadi melalui 3 tahapan dasar yaitu; zat terjerap dibagian luar, kemudian bergerak menuju pori-pori arang dan terakhir zat terjerap kedinding bagian dalam dari arang. Kadar kadmium yang terbaik didapat pada lama perebusan selama 30 menit yaitu 0,979 ppm dimana sudah memenuhi batas aman kadar kadmium yang terdapat dalam daging kerang. SNI (2009) menjelaskan bahwa batas aman kadar kadmium dan timbal dalam daging kerang yaitu sebesar 1ppm.

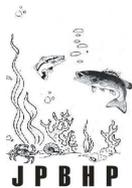
3.2. Kadar Timbal

Berdasarkan hasil penelitian, nilai kadar timbal pada kerang darah yang dilakukan dengan metode variasi lama perebusan yang berbeda tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Kadar Pb pada Kerang Darah dengan Lama Perebusan yang Berbeda

Berdasarkan Gambar 2, menunjukkan bahwa perbedaan lama perebusan daging kerang darah dengan arang aktif 5% menyebabkan penurunan kadar timbal yang sangat nyata. Prosentase penurunan kadar timbal selama 20 menit adalah 22%, selama 25 menit adalah 50% dan selama 30 menit adalah 61,55%. Data mengindikasikan bahwa semakin lama

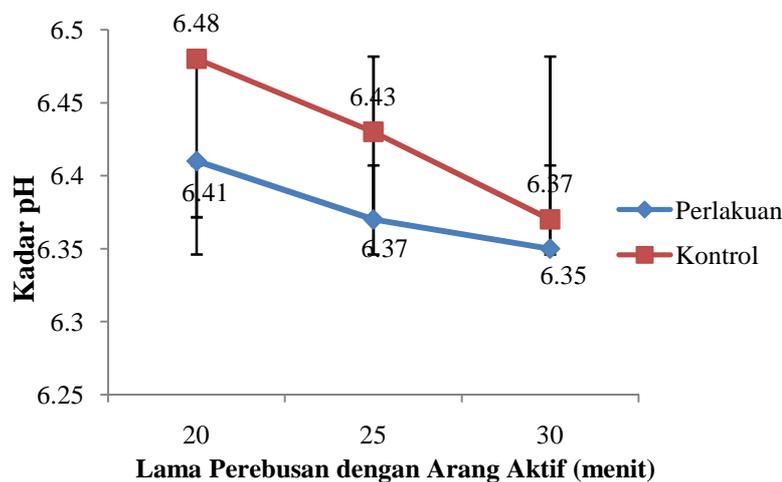


waktu perebusan dengan arang aktif sampai dengan 30 menit, maka makin rendah kadar timbal yang terdapat pada daging kerang darah. Prosentase dari kadar timbal dalam daging kerang darah yang paling rendah didapat dari perlakuan perebusan selama 30 menit, akan tetapi pada perebusan dengan arang aktif selama 25 menit juga sudah dapat menurunkan kadar timbal dibawah ambang batas. Hal ini menunjukkan bahwa pada lama waktu perebusan selama 20 menit, 25 menit dan 30 menit sangat berpengaruh terhadap pengurangan kadar logam berat dalam daging kerang. Perbedaan lama waktu perebusan membuat pori-pori yang terdapat pada permukaan arang aktif dapat menarik ion logam dalam daging kerang darah akan tetapi dalam jumlah yang berbeda. Hal ini diperkuat oleh Wirawan (2010) bahwa waktu kontak yang cukup diperlukan arang aktif agar dapat mengadsorpsi logam secara optimal. Semakin lama waktu kontak, maka semakin banyak logam yang teradsorpsi karena semakin banyak kesempatan partikel arang aktif untuk bersinggungan dengan logam. Hal ini menyebabkan semakin banyak logam yang terikat di dalam pori-pori arang aktif.

Pengurangan logam berat yang signifikan juga dipengaruhi oleh panas selama proses perebusan. Peranan suhu dalam proses adsorpsi sangat penting untuk mempengaruhi kecepatan reaksi. Hal ini diperkuat oleh pendapat Syaunyah (2011) bahwa suhu yang meningkat menyebabkan energi dan reaktivitas ion bertambah besar sehingga semakin banyak ion yang mampu melewati tingkat energi untuk melakukan interaksi secara kimia dengan situs-situs aktif dipermukaan, sehingga lebih banyak ion yang mampu teradsorpsi pada permukaan.

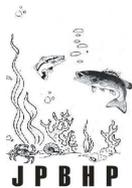
3.3. Kadar pH

Nilai pH daging kerang darah setelah perebusan tersaji pada gambar 3.



Gambar 3. Kadar pH Daging Kerang Darah dengan Lama Perebusan yang Berbeda

Berdasarkan Gambar 3, menunjukkan bahwa lama perebusan dengan arang aktif tidak memberikan pengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap nilai pH semua perlakuan. Hal ini dikarenakan daging kerang darah sebagai bahan baku yang digunakan masih dalam keadaan segar. Nilai pH dari semua perlakuan dapat dikatakan masih baik karena nilainya mendekati netral. Hal ini dikuatkan oleh Adawyah (2007) bahwa penurunan kualitas mutu ikan dapat dilihat dari segi fisik yaitu dengan menurunnya kesegeran ikan dan nilai organoleptik yang

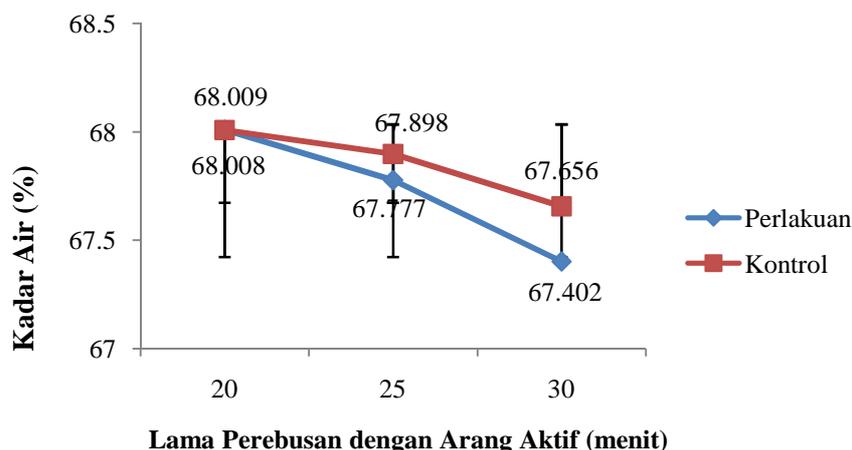


rendah (<7). Sedangkan penilaian dari segi kimiawi dapat diukur dari nilai derajat keasaman (pH), dimana nilai pH ikan yang sudah mundur mutu memiliki pH basa.

Nilai pH daging kerang darah mempengaruhi nilai kadar kadmium dan timbal yang teradsorpsi oleh arang aktif. Hasil menunjukkan bahwa logam kadmium dan timbal dapat terikat lebih optimal oleh arang aktif pada kondisi asam. Hal ini dijelaskan oleh Wahab (2003), bahwa pH asam menjadikan unsur kation logam menghilang karena proses pelarutan. Pengaruh kondisi asam erat hubungannya dengan perubahan anion dalam daging kerang. Larutan asam yang berarti banyak H^+ , gugus amino yang netral akan menarik H^+ untuk diikat dengan gugus COO^- sehingga memudahkan untuk melepaskan ion logam yang bermuatan positif.

3.4. Kadar Air

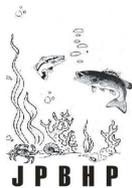
Kadar air daging kerang darah yang direbus dengan penambahan arang aktif 5% tersaji pada Gambar 4.



Gambar 4. Kadar Air Daging Kerang Darah dengan Lama Perebusan yang Berbeda

Berdasarkan Gambar 4, menunjukkan bahwa perbedaan lama perebusan daging kerang darah menyebabkan penurunan kadar air dalam daging kerang darah. Data mengindikasikan bahwa makin lama waktu perebusan semakin menurun kadar air yang terdapat pada daging kerang darah. Kadar air dalam daging kerang darah yang paling rendah diperoleh dari perlakuan perebusan 30 menit. Semakin menurunkan prosentase kadar air dalam daging kerang darah diduga proses perebusan pada suhu $100^{\circ}C$ dapat mengakibatkan air dari dalam daging akan keluar. Hal ini diperkuat oleh pendapat Nurjanah (2004) bahwa penurunan kadar air disebabkan karena proses perebusan yang menyebabkan terlepasnya air dari bahan. Bahan yang mengandung protein seperti kerang dan ikan akan mengalami denaturasi dan koagulasi, sehingga daging kerang yang direbus akan lebih padat dari semula.

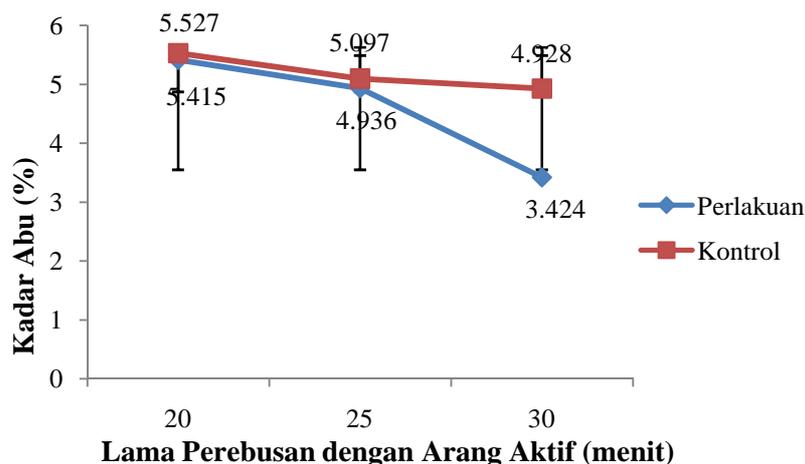
Data pada tabel menunjukkan semakin makin lama waktu perebusan baik tanpa arang aktif maupun yang diperlakukan dengan arang aktif menyebabkan nilai kadar air semakin menurun. Perebusan kerang darah tanpa arang aktif menurun dari 68,009% menjadi 67,656% sedangkan perebusan kerang darah dengan arang aktif mengalami penurunan dari 68,008 menjadi 67,402. Hal ini dikarenakan pengaruh dari perebusan yang menyebabkan kadar air dari kerang darah menurun. Febriyanti (2011) menjelaskan bahwa penurunan kadar air



setelah perebusan dapat disebabkan oleh proses perebusan (pemanasan) yang akan menyebabkan air menguap dan sehingga kadar air dalam produk menurun.

3.5. Kadar Abu

Hasil analisa kadar abu pada daging kerang Darah setelah perebusan dengan arang aktif 5% tersaji pada Gambar 5.

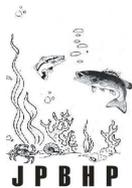


Gambar 5. Kadar Abu pada Daging Kerang Darah dengan Lama Perebusan yang Berbeda

Berdasarkan Gambar 5, menunjukkan bahwa perbedaan lama perebusan daging kerang darah dengan arang aktif 5% menyebabkan penurunan kadar abu yang sangat nyata. Semakin lama daging kerang darah direbus dengan arang aktif maka semakin turun kadar abu yang terdapat dalam daging kerang darah, kecuali antara pada perlakuan perebusan selama 20 menit. Semakin turunnya kadar abu dalam kerang darah disebabkan oleh penyerapan logam berat kadmium dan timbal oleh arang aktif sehingga komponen mineral pada saat perebusan terlarut bersamaan dengan terlarutnya logam berat. Hal ini diperkuat oleh Salamah (2012) bahwa pengolahan bahan pangan dapat memberikan penurunan terhadap kadar abu setelah dilakukan pengukusan dan perebusan.

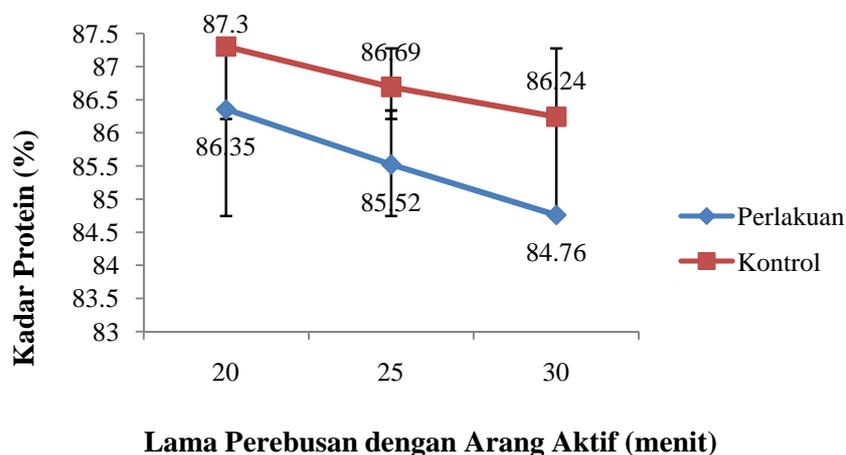
Grafik menunjukkan bahwa perbedaan lama perebusan daging kerang darah dengan arang aktif 5% menyebabkan penurunan kadar abu secara sangat nyata. Kadar abu mengalami penurunan karena kenaikan proporsional kadar air pada daging kerang darah. Penurunan kadar abu dalam daging kerang darah disebabkan juga karena proses pengolahan dengan metode perebusan. Harris (1989) menjelaskan bahwa mineral memiliki sifat yang tidak mudah rusak akibat pengolahan, namun pengolahan dapat menyebabkan susut mineral maksimal sebesar 3% pada beberapa jenis sumber makanan, sehingga kadar abu dapat berkurang lebih dari 0,04% sangat wajar terjadi pada proses pengolahan bahan makanan karena terdapat garam mineral yang susut saat perebusan.

Sediaoetama (1993) menambahkan bahwa pengolahan bahan pangan akan menurunkan kandungan mineral karena zat gizi yang terkandung didalam bahan pangan akan rusak, sebagian besar karena proses pengolahan. Perusakan yang diakibatkan oleh pengolahan ini disebabkan oleh pH, oksigen, sinar dan panas atau kombinasinya.



3.6. Kadar Protein

Hasil analisa kadar protein pada daging kerang darah setelah perebusan dengan arang aktif tersaji pada Gambar 6.

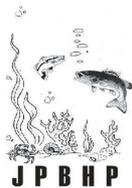


Gambar 6. Kadar Protein pada Daging Kerang Darah dengan Lama Perebusan yang Berbeda

Pada grafik yang ditunjukkan oleh Gambar 6, menunjukkan bahwa perbedaan lama perebusan daging kerang darah dengan arang aktif 5% menyebabkan penurunan kadar protein yang sangat nyata. Semakin lama daging kerang darah direbus dengan arang aktif maka semakin turun kadar protein yang terdapat dalam daging kerang darah. Semakin turunnya kadar protein dalam daging kerang darah disebabkan oleh efek samping penyerapan logam berat kadmium dan timbal oleh arang aktif sehingga komponen mineral pada saat perebusan terlarut bersamaan dengan terlarutnya logam berat. Hal ini diperkuat oleh Nurjanah (2005) bahwa penurunan kadar protein dan abu dapat disebabkan oleh terlarutnya komponen tersebut saat dilakukan perebusan. Komponen protein yang terlarut tersebut terdiri dari protein yang bersifat larut air terutama sarkoplasma.

Grafik menunjukkan bahwa perbedaan lama perebusan daging kerang darah dengan arang aktif 5% menyebabkan penurunan kadar protein secara sangat nyata. Kadar protein mengalami penurunan karena proses pengolahan dengan suhu tinggi. Salamah (2012) menjelaskan bahwa pengolahan memberikan penurunan terhadap kadar protein, hal ini disebabkan penggunaan suhu tinggi pada saat proses pengolahan mengakibatkan protein terdenaturasi.

Penurunan kadar protein dalam kerang darah disebabkan oleh pengaruh dari pengolahan dengan cara perebusan. Harris dan Karman (1998) menguatkan bahwa proses pengolahan dengan cara perebusan menurunkan nilai gizi dari suatu bahan pangan lebih besar dibandingkan dengan metode pengukusan. Selain dari faktor pengolahan, menurunnya kadar protein juga disebabkan oleh karakteristik protein sehingga mudah terserap dalam karbon aktif bersamaan dengan logam berat. De Man (1997) menambahkan bahwa protein sarkoplasma merupakan protein terbesar kedua yang memiliki sifat larut dalam air. Karakteristik fisik sarkoplasma bertanggung jawab untuk daya larut sarkoplasma yang tinggi dalam air.



3.7. Organoleptik

Nilai organoleptik daging kerang darah yang direbus dengan arang aktif 5% tersaji pada Tabel 1

Tabel 1. Nilai Organoleptik Daging Kerang Darah yang Direbus dengan Arang Aktif 5%

Spesifikasi	Lama perebusan dengan arang aktif 5%		
	20 menit	25 menit	30 menit
Kenampakan	8,73±0,69a	8,73±0,69a	8,13±1,01b
Bau	8,73±0,69a	8,60±0,81a	8,27±1,02b
Rasa	8,13±1,01a	7,26±1,14b	7,00±1,17c
Tekstur	8,93±0,96a	8,55±0,98a	8,20±1,00a

Keterangan :

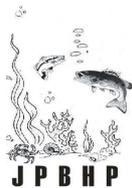
- Data merupakan hasil rata-rata dari tiga ulangan dari 30 panelis ± standar deviasi;
- Data yang diikuti tanda huruf kecil yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$);
- Data yang diikuti tanda huruf kecil yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata ($P > 0,05$)

4. Kesimpulan

- Proses pengurangan kadar logam berat yang terkandung dalam daging kerang darah dengan metode perebusan arang aktif 5% memberikan pengaruh yang nyata terhadap penurunan kadar logam berat. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama perebusan dengan arang aktif konsentrasi 5% maka dapat menurunkan kadar logam kadmium dan timbal yaitu < 1 mg/kg dimana memenuhi persyaratan mutu kerang darah menurut SNI;
- Lama perebusan daging kerang darah dengan arang aktif konsentrasi 5% selama 20 menit, 25 menit dan 30 menit dapat memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar air, kadar abu dan protein, tetapi tidak mempengaruhi nilai pH dan memiliki nilai organoleptik (> 7) dimana kerang darah yang dihasilkan dari proses perebusan dengan arang aktif masih diminati konsumen.

Daftar Pustaka

- Adawyah, R. 2007. Pengolahan dan Pengawetan Ikan. PT Bumi Aksara. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. SNI 01-2346-2009. Tentang Uji Organoleptik. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- De Man, JM. 1997. Kimia Makanan. Penerbit ITB. Bandung
- Febriyanti. 2011. Daging Nabati Rumput Laut *Gracilaria sp* Sumber Protein dan Vitamin B12 Pada Vegetarian. Skripsi. Universitas Diponegoro



- Gaikward, RW. 2011. Removal Of Cd (Ii) From AqueOus Solution By Activated Charcoal Derived From Coconut Shell. Prava Rural Engineering Collage. India
- Harris, RS dan Karnas, E. 1989. Evaluasi Gizi Pada Pengolahan Bahan Pangan. Penerbit ITB. Bandung
- Nurjanah, Zulhamsyah dan Kustiyariyah. 2005. Kandungan Mineral dan Proksimat Kerang Darah (*Anadara granosa*) yang Diambil dari Kabupaten Boalemo, Gorontalo. Buletin Teknologi Hasil Perikanan, 8 (2) : 15-24.
- Salamah, E. Purwaningsih, S. Kurnia, R. 2012. Kandungan Mineral Remis (*Corbicula javanica*) Akibat Proses Pengolahan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Setyaningsih, H. 1995. Pengolahan Limbah Batik dalam Proses Kimia dan Adsorpsi Karbon Aktif. Tesis. Program Pasca Sarjana. Universitas Indonesia. Jakarta
- Subaryono, Ariyani, F dan Dwiwitno. 2004. Penggunaan Arang Untuk Mengurangi Kadar Histamin Ikan Pindang Tongkol Batik (*Euthynnus affinis*). [Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia Volume 10 Nomer 3]
- Syauqiah, I., Mayang, A., Hetty, AK. 2011. Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif. Jurnal Teknik Volume 12 No. 1
- Wahab, H. M. 2003. Pengantar Biokimia. Penerbit Banyumedia Publising. Semarang. 179 hlm.
- Wirawan, T. 2010. Pemanfaatan Arang Aktif dari Tempurung *Jatropha curcas* Yang Termodifikasi Sebagai Adsorben Logam Tembaga (Cu). Jurnal Kimia Mulawarman Volume 8 Nomor 1. Universitas Mulawarman. Samarinda.