



Pengaruh Pemberian Charcoal Tulang Ikan Kambing-Kambing (*Abalistes stellaris*) Pada Pakan Untuk Mereduksi Kadar Amonia Pada Media Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Azwar Thaib^{*1}, Aurelia Reta¹, Nurhayati¹

¹Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan Universitas Abulyatama, Aceh Besar, 23372, Indonesia.

*Email korespondensi: aureliareta1998@gmail.com

Diterima 4 Juli 2021; Disetujui 28 Juli 2021; Dipublikasi 30 Juli 2021

Abstract: Water quality is one of the most important factors in fish cultivation. Water quality is influenced by both physical and chemical factors. These factors include temperature, DO, PH, ammonia, nitrate, and nitrite. Charcoal in particular is a solid material that has pores to absorb ammonia, nitrogen and also remove poison and grimes in cultivation media. Charcoal has solid pores which contain 85-95% carbon produced by substances that heated in a furnace for around 2 hours with 600°C temperature. This research aims to determine the effect of bonefish charcoal distribution in reducing the ammonia level towards Nile Tilapia's (*Oreochromis niloticus*) growth and life sustainability. This research used descriptive analysis. There were 4 treatments done in this study: treatment A (0%), treatment B (1%), treatment C (2%), and treatment D (3%). The result showed that adding bonefish charcoal to the fish feed proved to be effective in reducing the ammonia level in cultivation media. The best result was found in treatment D (3%) valued 0,15 mg/l, followed by treatment B (1%) with 0,24 mg/l, treatment A (control) 40 mg/l, and treatment C (2%) with 0,51 mg/l.

Keywords: Ammonia, charcoal, bonefish, nile tilapia

Abstrak: Kualitas air merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan budidaya. Kualitas perairan dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia yang meliputi suhu, DO, pH, amonia, nitrat dan nitrit. Charcoal merupakan bahan padat, berpori yang berfungsi untuk menyerap amonia, nitrogen dan juga menghilangkan racun dan kotoran pada media budidaya, karena charcoal memiliki padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi (*furnace*) 600°C selama 2 jam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian charcoal tulang ikan dapat mereduksi kadar amonia terhadap tingkat kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Penelitian ini menggunakan analisa secara deskriptif. Perlakuan yang diuji adalah perlakuan A (0%), B (1%), C (2%), dan D (3%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan charcoal tulang ikan pada pakan mampu mereduksi kadar amonia pada media budidaya. Hasil terbaik ditemukan pada perlakuan D (3%) dengan nilai 0,15 mg/l diikuti perlakuan B (1%) dengan nilai 0,24 mg/l, perlakuan A (kontrol) dengan nilai 0,40 mg/l, perlakuan C (2%) dengan nilai 0,51 mg/l.

Kata kunci : Amonia, charcoal, tulang ikan, ikan nila.

Air sebagai media pemeliharaan harus selalu

diperhatikan kualitasnya. Kualitas air pada media

Pengaruh Pemberian Charcoal....

(Thaib, Reta, Nurhayati 2021)

budidaya ikan dapat dipengaruhi oleh sisa-sisa metabolisme yang dihasilkan oleh ikan, kualitas air merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan budidaya. Kualitas media juga dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia yang meliputi suhu, DO, pH, amonia, nitrat dan nitrit (Marlina & Rakhmawati, 2016). Dari beberapa parameter kualitas air, amonia (NH_3) menjadi salah satu masalah terbesar yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan. Menurut Efendi (2003) ikan mengeluarkan amonia dari proses osmoregulasi sebesar 80-90 %, sedangkan dari feses dan urin sebesar 10-20%. Disamping itu, Michael *et al.* (2017) pada penelitiannya menyebutkan bahwa konsentrasi amonia 0,18 mg/l dapat menjadi penghambat pertumbuhan ikan. Sumber amonia di perairan adalah dari pemecahan nitrogen organik dan nitrogen anorganik. Nitrogen organik berupa protein dan urea sedangkan nitrogen anorganik berasal dari dekomposisi bahan organik oleh mikroba dan jamur (Murti, 2008).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan dalam meminimalisir kadar amonia pada media budidaya adalah dengan penambahan charcoal/arang. Charcoal dapat langsung diberikan pada pakan sebagai *feed additive*. Menurut Pirarat (2015) charcoal dapat menurunkan konversi pakan dan meningkatkan penyerapan nutrisi seperti protein. Proses terbentuknya amonia dalam air terjadi pada saat kemampuan ikan memanfaatkan pakan yang diberikan, tidak semua pakan yang diberi dapat diserap dengan baik. Oleh karena itu, pakan akan terbuang begitu saja sehingga akan menimbulkan bau atau gas beracun seperti amonia. Sedangkan pada media budidaya yang telah diberi charcoal maka proses pembentukan NH_3 akan menjadi

berkurang.

Charcoal merupakan bahan padat, berpori yang mempunyai fungsi untuk menyerap amonia, nitrogen dan juga menghilangkan racun dan kotoran pada media budidaya. Charcoal bersifat adsorben mempunyai daya serap yang tinggi, akan tetapi pada media budidaya permasalahan yang sering dihadapi adalah akumulasi sisa-sisa pakan dan hasil metabolisme ikan. Amonia akan terakumulasi dalam sistem resirkulasi dan mencapai konsentrasi yang merugikan pada ikan jika terlalu berlebihan. Ada beberapa kriteria yang harus dipenuhi sebagai bahan dasar yang akan dijadikan adsorben yaitu memiliki unsur anorganik yang rendah, ketersediaan bahan mudah didapat. Tulang ikan menjadi salah satu limbah perikanan, solusi untuk menangani permasalahan ini adalah dengan upaya pemanfaatan kembali tulang ikan sebagai adsorben.

Tulang ikan dimanfaatkan sebagai adsorben karena mengandung kalsium dan protein yang tinggi (Meiyasa & Tarigan, 2020). Pada umumnya tulang ikan juga mengandung unsur karbon, sehingga sangat baik untuk dijadikan adsorben seperti charcoal. Charcoal diproduksi dengan cara mengkarbonisasi dan mengaktifkan pori-pori yang terbentuk, sedangkan charcoal merupakan padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi 600°C menggunakan *furnace* selama 2 jam.

Hasil penelitian Nazhiroh (2017) penggunaan arang aktif juga dapat menurunkan kadar amonia yang terkandung dalam limbah cair. Setyoningrum *et al.* (2018) menambahkan secara umum masyarakat menggunakan arang aktif untuk mengadsorbsi zat-zat pengotor

didalam air. (Siswati *et al.*,2015) uji daya serap arang aktif tulang ikan tuna mencapai 99,12 ml/g, pada suhu 75⁰ C waktu aktivasi 40 menit. Sedangkan penggunaan arang aktif dari tulang ikan sebagai adsorben kedalam pakan dapat meningkatkan daya adsorpsi nutrisi oleh ikan dengan cara memperpanjang vili usus hingga 113,33 μm (Risna *et al.*, 2020). Penggunaan arang aktif dari tulang ikan juga dapat meningkatkan kualitas kesehatan ikan yang dilihat dari gambaran darah ikan yang menunjukkan nilai leukosit tertinggi terdapat pada perlakuan penambahan arang aktif sebanyak 2% yaitu $80,6 \times 10^3 / \mu\text{L}$ (Azhari *et al.*, 2020).

Salah satu tulang ikan yang dapat dimanfaatkan sebagai arang adalah tulang ikan kambing-kambing. Pada karakterisasi bahan baku tulang ikan kambing kambing memiliki kandungan kadar air 45,57 %, kadar abu 31,62%, protein 17,11 %, dan lemak 0,64 % (Rosida *et al.*,2018). (Husna *et al.*,2020) menambahkan karakteristik tepung ikan kambing-kambing terbaik dalam menggunakan perlakuan basa NaOH 1,5 N dengan jumlah randemen 12,94 % kadar air 4,15 %, kadar lemak 0,11 %, kalsium 35,75%. Tulang ikan kambing kambing yang memiliki banyak manfaat selain sumber kalsium, juga sumber protein, akan tetapi belum cukup referensi mengenai pemanfaatan tulang ikan kambing kambing sebagai adsorben.

Berdasarkan uraian diatas perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang penggunaan charcoal tulang kambing kambing pada pakan guna mereduksi kadar amonia pada media budidaya ikan nila.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 4 Oktober sampai dengan 17 November 2020. Proses pemeliharaan ikan dilaksanakan di Laboratorium Budidaya Perairan Fakultas Perikanan Universitas Abulyatama, uji amonia dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan dan Lingkungan BPBAP Ujung Batee.

Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu: akuarium, batu aerasi, aerator, timba, spon, botol sampel, talam, toples, mesin penggiling pakan, termometer, pH meter, sedangkan bahan yang digunakan selama penelitian ini adalah pakan komersil F99, minyak ikan, *carboxymethyl cellulose* (CMC), charcoal, dan benih ikan nila.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Charcoal Tulang Ikan

Charcoal tulang ikan kambing-kambing (*Abalistes stellaris*) dimanfaatkan sebagai seplemen tambahan dalam pembuatan pakan. Tulang ikan kambing-kambing diperoleh dari pengolahan ikan yang sudah tidak dimanfaatkan di Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Lampulo. Sebelum tulang ikan diproses, tulang ikan tersebut dicuci bersih terlebih dahulu kemudian direbus selama 30 menit. Selanjutnya tulang ikan yang sudah direbus dikeringkan dengan cara dijemur dibawah sinar matahari selama 3-4 hari hingga benar-benar kering. Setelah tulang ikan benar-benar kering, selanjutnya dipanaskan menggunakan *furnace* dengan suhu 600°C selama 2 jam. Lalu tulang ikan yang sudah

dipanaskan dihaluskan hingga menjadi serbuk. Selanjutnya serbuk arang ditambahkan dalam pakan uji sesuai dosis pada perlakuan. Analisa karakteristik charcoal dilakukan menggunakan metode BET (*Brunauer Emmett Teller*).

Persiapan Wadah

Wadah yang digunakan pada penelitian ini yaitu akuarium yang berukuran 40 x 60 x 40 cm sebanyak 8 buah sebagai tempat pemeliharaan selama penelitian. Sebelum digunakan wadah terlebih dahulu dibersihkan, pasang instalasi aerasi. Kemudian wadah diisi air 30 cm dengan volume 72 liter.

Persiapan Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan Nila yang berasal dari Balai Benih Ikan (BBI) Jantho berukuran 5-7 cm, dengan padat tebar 30 ekor. Ikan uji terlebih dahulu diaklimatisasi terhadap lingkungan selama 15 menit. Setelah masa aklimatisasi selesai, kemudian ikan uji dipuasakan selama 24 jam dengan tujuan menghilangkan sisa pakan didalam tubuh.

Persiapan Pakan Uji

Pakan uji yang digunakan adalah pakan komersil yang telah di repleting kembali, kemudian ditambahkan CMC 0,5% dan minyak ikan 0,2%, lalu diaduk secara merata dan ditambahkan air sebanyak 10%. Selanjutnya ditambahkan charcoal sesuai dosis perlakuan. Tahap selanjutnya pakan dicetak menggunakan penggiling pakan, dilakukan *repelleting* pakan, pakan dicetak menggunakan penggiling pakan sesuai ukuran bukaan mulut ikan, dan dijemur selama 2 – 3 hari, prosedur yang sama dilakukan pada setiap perlakuan. Pakan yang telah kering dapat digunakan sebagai pakan uji. Pakan diberikan dengan frekuensi pemberian 2 kali sehari

yaitu pagi dan sore hari.

Rancangan Penelitian.

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Rancangan Acak Lengkap non faktorial dengan 4 perlakuan dan 2 ulangan.

Perlakuan A = Tanpa pemberian charcoal 0%

Perlakuan B = Dengan pemberian charcoal 1%

Perlakuan C = Dengan pemberian charcoal 2%

Perlakuan D = Dengan pemberian charcoal 3%

Parameter yang Diamati

Parameter yang amati pada penelitian ini adalah amonia, pH dan suhu.

No	Parameter	Satuan	Alat pengukuran
1	Suhu	⁰ C	Thermometer
2	pH	-	pH meter
3	Amonia	Mg/l	Spektrofotometer

Analisis data

Analisis data amonia, pH dan suhu dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Charcoal Tulang Ikan Kambing-kambing

Karakterisasi charcoal tulang ikan kambing-kambing menggunakan analisis BET ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik charcoal tulang ikan kambing kambing

No.	Jenis uji	Hasil
1	Luas permukaan	35,841 m ² /g
2	Radius pori-pori	40,749 Å
3	Volume mikropori	0,202 cc/g
4	Luas permukaan mikropori	48,839 m ² /g

Tabel 1 menunjukkan hasil analisa BET charcoal tulang ikan kambing kambing memiliki luas permukaan 35,841 m²/g, radius pori-pori 40.749 Å, volume mikropori 0,202 cc/g dan luas permukaan mikropori 48,839 m²/g. Karakteristik adsorben yang dibutuhkan untuk adsorpsi yang baik adalah luas permukaan adsorben, semakin besar luas permukaan maka semakin besar daya adsorpsinya. Luas permukaan merupakan salah satu karakteristik fisik yang berhubungan langsung dengan kemampuan adsorpsi terhadap zat-zat yang akan diserap, bila adsorben memiliki luas permukaan besar akan memberikan bidang kontak yang lebih besar antara adsorben dan adsorbatnya sehingga adsorbat dapat terserap lebih banyak (Nasution & Iriany, 2015).

Parameter Uji

Hasil uji parameter amonia, pH, dan suhu selama penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah:

Tabel 2. Hasil uji amonia

Perlakuan	NH ₃ (mg/l)	
	Awal	Akhir
A (0%)	0,045	0,40
B (1%)	0,045	0,24
C (2%)	0,045	0,51
D (3%)	0,045	0,15

Lingkungan mempengaruhi tinggi rendahnya kadar amonia, amonia yang terkandung dalam

media budidaya pada saat penelitian dapat dilihat berbeda pada setiap perlakuan. Menurut SNI 7550 : 2009 amonia yang baik untuk kelangsungan hidup ikan kurang dari 1 ppm atau < 0.1 mg/L. Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa pada perlakuan D (0,15) memiliki kadar amonia paling rendah. Hal ini diduga bahwa pemberian charcoal pada dosis (3%) mampu mereduksi kadar amonia pada media budidaya. Charcoal pada umumnya mengandung karbon yang berbentuk padatan dan berpori, sehingga baik digunakan sebagai adsorben. Siswati *et al*, (2015) menambahkan charcoal memiliki luas permukaan yang sangat besar, maka charcoal sangat cocok digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan luas kontak yang besar seperti pada bidang adsorpsi (penyerapan), dan pada bidang reaksi dan katalisis. Sehingga dapat dijadikan salah satu alternatif untuk menurunkan kadar amonia. Andrianto (2005) keberadaan amoniak dalam air dapat menyebabkan berkurangnya daya ikat oksigen oleh butir-butir darah, hal ini akan menyebabkan nafsu makan ikan menurun. Handajani dan Samsundari (2005) menambahkan keracunan yang banyak dikenal adalah disebabkan oleh ion NO₂ - dan NH₃, tetapi ini hanya pada kondisi lingkungan tertentu misalnya penimbunan lumpur dan sisa pakan yang banyak dikolam.

Tabel 3. Hasil uji pH

Perlakuan	pH	
	Awal	Akhir
A (0%)	6	6
B (1%)	6	5
C (2%)	6	5
D (3%)	6	6

Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat bahwa pH diakhir penelitian berkisar 5 - 6. Hal ini

masih dalam batas toleransi hidup ikan nila dan masih dalam kondisi yang baik untuk hidup. Khairuman dan Amri (2008) menjelaskan bahwa ikan Nila dapat mentolerir keasaman perairan untuk hidup optimal antara 5-8.5. Hal tersebut juga dijelaskan berdasarkan KepMen KP No.45 Tahun 2006, nilai pH yang mampu ditoleransi oleh ikan nila yaitu sebesar 5-8.5 (Andriani *et al.*, 2018). Keasaman (pH) yang tidak optimal dapat menyebabkan ikan stress, mudah terserang penyakit, serta produktivitas dan pertumbuhan rendah. Selain itu, keasaman (pH) memegang peranan penting dalam bidang perikanan budidaya karena berhubungan dengan kemampuan untuk tumbuh dan bereproduksi. Ikan dapat hidup minimal pada pH 4 dan pH diatas 11 akan mati

Tabel 4. Hasil uji suhu

Perlakuan	Suhu (°C)	
	Awal	Akhir
A (0%)	27	26
B (1%)	27	27
C (2%)	27	27
D (3%)	27	26

Pada tabel 4 menunjukkan suhu rata-rata selama penelitian 26 – 27°C. Menurut Kordi dan Tancung (2007) kisaran suhu yang optimal bagi kehidupan ikan adalah 28°C-32°C dan kisaran suhu yang baik untuk budidaya ikan nila adalah 25-30°C, Dibawah suhu 25°C, aktifitas gerak dan nafsu makan ikan mulai menurun. Faza (2019) menambahkan perubahan suhu berpengaruh terhadap metabolisme tubuh ikan dan berkaitan erat dengan konsentrasi oksigen terlarut dalam air dan laju konsumsi oksigen. Semakin tinggi suhu kolam, akan mempercepat reaksi ammonium menjadi ammonia. Amonia lebih beracun dibanding dengan ammonium. Hal lain yang dapat membuat

perubahan suhu disuatu perairan dikarenakan adanya pengaruh penyerapan dan pelepasan panas dari teriknya matahari. Suhu yang berubah-ubah dapat mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton dan organisme yang ada diperaian tersebut (Irianto, 2003). Pada penelitian ini tingkat kelangsungan hidup ikan (SR) sebesar 43 %. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian dosis charcoal yang diberikan belum mampu mereduksi kadar amonia pada media budidaya sehingga amonia yang terkandung mempengaruhi tingkat kelangsungan hidup ikan. Suhu dan pH yang mengalami fluktuatif pada saat penelitian diduga menjadi faktor penghambat. Suhu berperan dalam mengendalikan ekosistem perairan termasuk konsidi fisik, kimia dan biologi badan air, suhu dan pH menyebabkan viscositas, reaksi kimia, evaporasi dan volitilitas. Ikan termasuk hewan berdarah dingin (*poikilothermal*) yaitu suhu tubuh dipengaruhi oleh kondisi lingkungan habitatnya, Karen metabolisme maupun kekebalan tubuhnya sangat tergantung pada kondisi lingkungan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penambahan charcoal tulang ikan kambing-kambing dengan konsentrasi charcoal sebanyak 3% mampu menurunkan kadar amonia pada akhir penelitian sebesar 0,15 mg/l.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani Y, Kamil TI, Iskandar I. 2018. Efektivitas probiotik BIOM-S Terhadap Kualitas air Media Pemeliharaan Ikan Nila Nirwana (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmuilmu perairan dan perikanan (Depik)*. 7(3). 2018.

- Andrianto, T.T. 2005. Pedoman Praktis Budidaya Ikan Nila. Absolut. Yogyakarta.
- Asmawi, S. 1983. Pemeliharaan Ikan Dalam Karamba. Gramedia. Jakarta
- Allwar, Winarsi R., Fitriyani N., Merdekawati K. 2015. Characterization and Application of Activated Carbon from Oil Palm Shell Prepared By Physical Activation and Nitric Acid for the Removal of Phenol and 2-Chlorophenol. *Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Science, Islamic University of Indonesia, Yogyakarta. International Journal of Science and Research (IJSR)*.
- Aliyas., Samliok Ndohe., Z. R. Y. 2016. Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila (*Oreochromis Sp.*) Yang Dipelihara Pada Media Bersalinitas. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 5(1), 19–27.
- Aritonang, B., & Hestina. 2018. Daya Adsorpsi Karbon Aktif dari Cangkang Kemiri terhadap Kadar Bilangan Peroksida pada Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Kimia Sainstek Dan Pendidikan*, II(1), 21–30.
- Azhari, M., Handayani, L., & Nurhayati, N. 2020. Pengaruh penambahan arang aktif tulang ikan pada pakan terhadap gambaran darah ikan nila (*oreochromis niloticus*). *TILAPIA*, 1(2), 19–27.
- Faza Azmi, N. 2019. Pengaruh Suhu Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Bawal (*Colossoma Macropomum*). *Skripsi*, 2019.
- Gunadi, B., & Hafsaridewi, R. 2008. Pengendalian Limbah Amonia Budidaya Ikan LELE dengan Sistem Heterotrofik Menuju Sistem Akuakultur Nir-Limbah. *J.Ris. Akuakultur* 3(3), 437–448.
- Handajani dan Samsundari Sri. 2005. Parasit dan Penyakit Ikan. Penerbitan Universitas Muhammadiyah Malang. Hal 21 dan 26.
- Husna, A., Handayani, L., & Syahputra, F. 2020. Pemanfaatan tulang ikan kambing-kambing (*Abalistes stellaris*) sebagai sumber kalsium pada produk tepung tulang ikan. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 7(1), 13.
- Irianto, A. 2003. Probiotik Akuakultur. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Khairuman dan Amri K. 2003. Budidaya Ikan Nila Secara Intensif. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Lukman, Mulyana, & Mumpuni, F. 2014. Efektivitas pemberian akar tuba (*derris elliptica*) terhadap lama waktu kematian ikan nila. *Jurnal Pertanian*, 5(1), 22–31.
- Marlina, E., & Rakhmawati. 2016. Kajian Kandungan Amonia pada Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Menggunakan Teknologi Akuaponik Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum*). *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Ke-V Hasil-Hasil Penelitian Perikanan Dan Kelautan*, 181–187.
- Meiyasa, F., & Tarigan, N. 2020. Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan Tuna (*Thunnus Sp*) Dalam pembuatan stik rumput laut. *Teknologi Pertanian Andalas*, 24(1), 67–

- 76.
- Michael, F. R., Saleh, N. E., Shalaby, S. M., Sakr, E. M., Abd-El-Khalek, D. E., & Abd Elmonem, A. I. 2017. Effect of different dietary levels of commercial wood charcoal on growth, body composition and environmental loading of red tilapia hybrid. *Aquaculture Nutrition*, 23(1), 210–216.
- Murti, S. 2008. Pembuatan karbon aktif dari tongkol jagung untuk adsorpsi molekul amonia dan ion krom Making of activated carbon from cob for amonia molecule and chrome ion adsorption. 932.
- Nasution, J. H., & Iriany. 2015. Pembuatan adsorben dari cangkang kerang bulu yang diaktivasi secara termal sebagai pengadsorpsi fenol. *Jurnal Teknik Kimia*, 4(4), 51–57.
- Nazhiroh, U. 2017. Pengolahan Air Limbah dengan Metode Lumpur Pengolahan Air Limbah dengan Metode Lumpur Aktif dan Karbon Aktif. (January), 6.
- Panggabean, T. K., & Dwi Sasanti, A. 2016. Pakan Ikan Nila Yang Diberi Pupuk Hayati Cair Pada Air Media Pemeliharaan Water Quality, Survival Rate, Growth, And Feed Efficiency Of Tilapia With Biofertilizer Liquid In Water Media Rearing. *Skripsi Universitas Brawijaya*.
- Pirarat, N., Boonananthanasarn, S., Krongpong, L., & Katagiri, T. (n.d.). Original Article Effect of Activated Charcoal-Supplemented Diet on Growth Performance and Intestinal Morphology of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Thai J Vet Med* 45(1), 113–119.
- Risna, F., Handayani, L., & Nurhayati, N. 2020. Pengaruh penambahan arang aktif tulang ikan dalam pakan terhadap histologi usus ikan nil (*Oreochromis niloticus*). *Tilapia*, 1(2), 28–33.
- Rosida, R., Handayani, L., & Apriliani, D. 2018. Pemanfaatan limbah tulang ikan kambing-kambing (*Abalistes stellaris*) sebagai gelatin menggunakan variasi konsentrasi CH₃COOH. *Acta Aquatica*, 5(2), 93–99.
- Siswati, N. D., Martini, N., & Widyantini, W. (n.d.). *Pembuatan arang aktif dari tulang ikan tuna*. 26–29.
- Yanuar, V. 2017. Pengaruh pemberian jenis pakan yang berbeda terhadap laju pertumbuhan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan kualitas air di akuarium pemeliharaan. *ZIRAA'AH*, 42(2), 91–99.