

# RITME HARIAN KONSUMSI OKSIGEN INDUK IKAN MAS *Cyprinus carpio* DENGAN FOTOPERIODE KONTINYU 24 JAM

Vitas Atmadi Prakoso<sup>1)\*</sup>, Jun Hyung Ryu<sup>2)</sup>, dan Young Jin Chang<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan, Bogor

<sup>2)</sup>Department of Marine Bio-materials and Aquaculture, Pukyong National University,  
South Korea

<sup>3)</sup>Institute of Review and Assessment on Fishery and Aquaculture, South Korea  
e-mail: vitas.atmadi@gmail.com

## ABSTRACT

### *Diel Rhythm of Oxygen Consumption on Spawner of Common Carp *Cyprinus carpio* with Continuous 24-Hours Photoperiod*

Some external factors could affect the metabolism rate of fish. One of them is photoperiod which related to the length of day and night in a day. Based on that correlation, the experiment was conducted to determine the effects of photoperiod manipulation to the rhythm of daily oxygen consumption on spawner of common carp *Cyprinus carpio*. The experimental fish (total length:  $29.2 \pm 0.4$  cm, total weight:  $1295.8 \pm 56.1$  g) was observed in respirometer which connected in a closed recirculation system. The study was conducted with three replications with one individual in each replication. The water temperature and closed recirculation system was maintained at  $20.2 \pm 0.3^\circ\text{C}$ . The photoperiod was set to 24 hours light : 0 hours of dark by using fluorescent lamp which lit continuously. The results showed that during 24 hours observation at 24 hours light: 0 hours dark condition, spawner of common carp has an oxygen consumption range of 24.5 - 29.1 mg  $\text{O}_2/\text{kg}/\text{h}$  at  $20^\circ\text{C}$ . The average value of the lowest oxygen consumption occurred at 02.00 and 17.00 ( $24.5 \pm 1.9$  mg  $\text{O}_2/\text{kg}/\text{h}$ ). Meanwhile, the highest oxygen consumption value was recorded at 06.00 ( $29.1 \pm 1.7$  mg  $\text{O}_2/\text{kg}/\text{h}$ ). Based on data of oxygen consumption obtained from this study, no significant difference found between oxygen consumption of spawner common carp during day and night with photoperiod manipulation. The activity and metabolism of spawner of common carp have changed with the change of photoperiod.

Keywords: Common carp, *Cyprinus carpio*, oxygen consumption, photoperiod.

## ABSTRAK

Beberapa faktor eksternal dapat mempengaruhi laju metabolisme pada ikan. Salah satu diantaranya adalah fotoperiode yang berkaitan dengan lamanya siang dan malam dalam satu hari. Berdasarkan korelasi tersebut, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh manipulasi fotoperiode terhadap ritme harian konsumsi oksigen pada induk ikan mas *Cyprinus carpio*. Ikan uji (panjang total  $29,2 \pm 0,4$  cm; bobot total  $1295,8 \pm 56,1$  g) diamati di dalam respirometer yang terhubung dalam sistem resirkulasi tertutup. Penelitian dilakukan dengan tiga ulangan dengan masing-masing jumlah induk ikan sebanyak satu ekor. Suhu air dan sistem resirkulasi tertutup diatur pada suhu  $20,2 \pm 0,3^\circ\text{C}$ . Fotoperiode diatur pada kondisi 24 jam terang : 0 jam gelap dengan menggunakan lampu fluorescent yang dinyalakan secara kontinyu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama pengamatan 24 jam kondisi 24 jam terang : 0 jam gelap, induk ikan mas memiliki kisaran konsumsi oksigen sebesar 24,5 - 29,1 mg  $\text{O}_2/\text{kg}/\text{jam}$  di  $20^\circ\text{C}$ . Nilai rata-rata konsumsi oksigen terendah terjadi pada jam 02.00 dan 17.00, yaitu  $24,5 \pm 1,9$  mg  $\text{O}_2/\text{kg}/\text{jam}$ . Sedangkan nilai konsumsi oksigen tertinggi tercatat pada jam 06.00, yaitu  $29,1 \pm 1,7$  mg  $\text{O}_2/\text{kg}/\text{jam}$ . Berdasarkan data konsumsi oksigen yang diperoleh dari penelitian ini, tidak ditemukan adanya perbedaan nyata antara konsumsi oksigen induk ikan mas saat siang dan malam hari dengan adanya manipulasi fotoperiode. Aktivitas dan metabolisme induk ikan mas mengalami perubahan dengan adanya perubahan fotoperiode.

Kata kunci: Ikan mas, *Cyprinus carpio*, konsumsi oksigen, fotoperiode.

## PENDAHULUAN

Konsumsi oksigen pada ikan menggambarkan status metabolisme basal dari ikan tersebut. Selain itu, konsumsi oksigen juga merupakan salah satu indikator

fisiologis yang paling banyak diteliti dan menjadi indikator kesehatan ikan secara umum (White, Schimpf & Cassey, 2013; Neelima, N.G. Rao, G.S. Rao & J.C.S. Rao, 2016). Oksigen dalam keadaan molekuler sangat penting bagi banyak proses

metabolisme yang sangat penting bagi kehidupan aerobik. Seperti semua organisme aerobik, tingkat metabolisme ikan dipengaruhi banyak faktor biotik dan abiotik (Martinez-Alvarez, Morales & Sanz, 2005; Chabot, Steffensen & Farrell., 2016; Rosewarne, Wilson & Svendsen., 2016).

Kebanyakan jenis ikan lainnya, ikan mas merupakan regulator oksigen, mereka mempertahankan konsumsi oksigen pada tingkat konstan sepanjang gradien konsentrasi oksigen lingkungan sampai konsentrasi oksigen kritis tercapai, yang dapat menyebabkan penurunan konsumsi oksigen (Neelima *et al.*, 2016). Hal serupa juga terjadi pada beberapa spesies ikan lainnya (Turker, 2011; Tirsgaard, Svendsen & Steffensen., 2015; Prakoso, Ryu, Min, Gustiano & Chang, 2016).

Perubahan harian dan musiman pada lingkungan pemeliharaan ikan akan mempengaruhi fungsi biologis dari ikan tersebut. Metabolisme ikan sebagian diatur oleh ritme harian (endogen) dan siklus diurnal (eksogen) (Parker, 1984). Dengan demikian pengetahuan tentang ritme konsumsi oksigen sehari-hari dan pengaruh kondisi lingkungan sangat penting bagi perikanan akuakultur secara ilmiah.

Saat ini penelitian tentang tingkat metabolisme ikan terfokus pada pengukuran ritme harian dalam aktivitas pemberian pakan. Akan tetapi, masih sedikit sekali informasi yang membahas mengenai ritme harian konsumsi oksigennya (Jobling, 1982; Guinea & Fernandez, 1991; Sims, Davies, & Bone., 1993).

Ikan mas *Cyprinus carpio* adalah salah satu ikan komersial yang populer di dunia. Beberapa studi tentang konsumsi oksigen ikan mas telah dilakukan pada berbagai macam ukuran (Ultsch, Ott & Heisler, 1980; Hughes, Albers, Muster & Gotz, 1983; Goenarso, Suropto & Susanthi, 2009; Sulmartini, Chotimah, Tjahjaningsih, Widiyatno & Triastuti, 2009; Yang & Hu, 2014). Penelitian sebelumnya, mengukur tingkat konsumsi oksigen selama periode 12 jam atau kurang. Selain itu, pengaruh fotoperiode terhadap konsumsi oksigen pada ikan mas belum banyak dipelajari. Seperti yang diketahui, umumnya ikan mas hidup pada kondisi fotoperiode yang alami, dan

dapat dikategorikan sebagai tipe diurnal yang aktif pada siang hari, sehingga konsumsi oksigennya lebih besar pada siang hari dibandingkan malam hari (Hughes *et al.*, 1983). Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, perbedaan atau manipulasi fotoperiode memiliki pengaruh terhadap pola konsumsi oksigen pada ikan (Castanheira, Martins, Engrola & Conceição, 2011; Chang, Jeong, Min, Neill & Fontaine, 2005; Imsland *et al.*, 1995), yang dapat berdampak terhadap aktivitas, pertumbuhan, dan juga reproduksi ikan (Imsland, Folkvord & Stefansson, 1995; Liu *et al.*, 2015; Tanaka, Mugiya & Yamada., 1981). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pola konsumsi oksigen harian induk ikan mas terhadap manipulasi lingkungan, berupa perubahan fotoperiode menjadi 24 jam terang : 0 jam gelap.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Ikan uji yang digunakan dalam penelitian yaitu induk ikan mas *C. carpio* dari jenis *Israeli carp* yang merupakan salah satu jenis ikan mas unggul yang tersedia di Korea Selatan. Ikan uji ini merupakan koleksi dari laboratorium tersebut yang dipelihara pada sistem resirkulasi *indoor*. Ikan uji memiliki kisaran panjang total  $29,2 \pm 0,4$  cm dan bobot total  $1295,8 \pm 56,1$  g. Peralatan yang digunakan yaitu respirometer ukuran 20 x 30 x 20 cm, lampu fluorescent, termometer, dan peralatan gelas lainnya.

### Metode

Penelitian ini dilakukan di *Fish Reproductive and Physiology Laboratory*, Pukyong National University, Busan, Korea Selatan. Sebelum percobaan dimulai, ikan dipelihara dengan pemberian pakan komersial sebanyak 2% dari bobot tubuhnya, dengan frekuensi pemberian pakan sebanyak dua kali sehari. Ikan uji dipuaskan selama 24 jam, menjelang percobaan pengukuran konsumsi oksigen untuk menghindari pengaruh pakan terhadap fluktuasi metabolisme ikan.

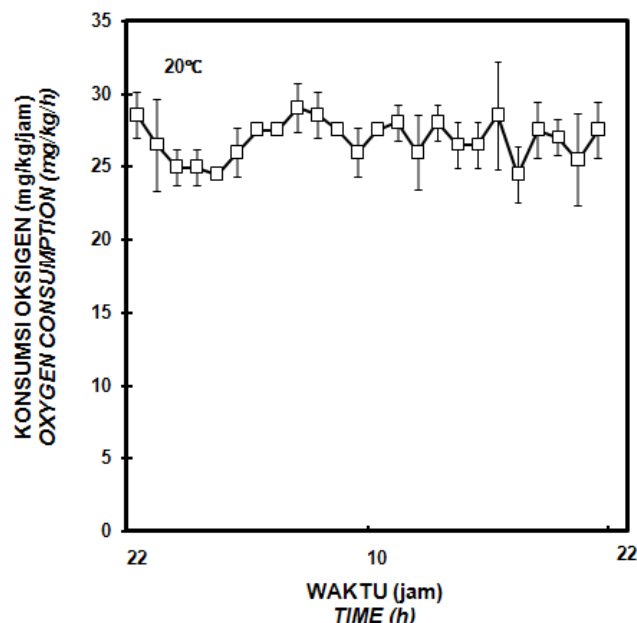
Ikan diletakkan di dalam respirometer berukuran 20 x 30 x 20 cm selama 3 jam sebelum percobaan untuk

memperoleh kestabilan aktivitas ikan saat pengujian. Respirometer untuk pengukuran konsumsi oksigen terletak di dalam sistem resirkulasi tertutup. Pengukuran konsumsi oksigen yang dilakukan pada penelitian ini diadopsi dari Chang *et al.* (2005). Sementara itu, perhitungan frekuensi bernapas dilakukan berdasarkan metode pada penelitian Wares & Igram (1979). Penelitian dilakukan dengan tiga ulangan dengan masing-masing jumlah induk ikan sebanyak satu ekor yang diletakkan dalam respirometer untuk pengujian. Suhu air dan sistem resirkulasi tertutup diatur pada suhu  $20,2 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ . Fotoperiode diatur pada kondisi 24 jam terang: 0 jam gelap dengan menggunakan lampu fluorescent yang dinyalakan secara kontinyu.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Metabolisme adalah proses fisiologis yang mencerminkan pengeluaran energi dari organisme hidup. Tingkat metabolisme ikan biasanya secara tidak langsung diukur melalui konsumsi oksigen. Pada induk ikan mas, konsumsi oksigen yang diukur setiap jam menunjukkan adanya fluktuasi. Nilai rata-rata konsumsi oksigen terendah terjadi pada jam 02.00 dan 17.00, yaitu  $24,5 \pm 1,9 \text{ mg O}_2/\text{kg}/\text{jam}$ . Sedangkan

nilai konsumsi oksigen tertinggi tercatat pada jam 06.00, yaitu  $29,1 \pm 1,7 \text{ mg O}_2/\text{kg}/\text{jam}$  (Gambar 1). Dalam penelitian ini, rata-rata konsumsi oksigen selama 24 jam yaitu  $26,9 \pm 1,3 \text{ mg O}_2/\text{kg}/\text{jam}$ . Beamish & Mookherjee (1964) melaporkan bahwa konsumsi oksigen ikan mencerminkan aktivitas ikan itu sendiri. Jika dihubungkan dengan penelitian ini, maka hasil pengamatan konsumsi oksigen pada induk ikan mas menggambarkan bahwa tidak terdapat kecenderungan penurunan aktivitas saat malam hari dengan adanya perlakuan penyinaran secara kontinyu selama 24 jam. Hasil pengamatan, rata-rata konsumsi oksigen dengan asumsi jumlah waktu siang dan malam hari yang alami menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan nyata pada konsumsi oksigen induk ikan mas antara siang dan malam akibat paparan penyinaran yang kontinyu selama 24 jam, yaitu sebesar  $27,2 \pm 1,2 \text{ mg O}_2/\text{kg}/\text{jam}$  pada siang hari dan  $26,3 \pm 1,4 \text{ mg O}_2/\text{kg}/\text{jam}$  pada malam hari. Nilai rata-rata dari konsumsi oksigen tersebut menunjukkan bahwa dengan adanya pengaturan fotoperiode 24 jam periode terang : 0 periode gelap, tidak terjadi peningkatan konsumsi oksigen yang signifikan pada siang hari dibandingkan dengan malam hari (Tabel 1).



Gambar 1. Ritme Harian Konsumsi Oksigen Induk Ikan Mas *Cyprinus carpio* Selama 24 Jam pada Suhu Pemeliharaan 20°C

Tabel 1. Rata-rata Konsumsi Oksigen (mg O<sub>2</sub>/kg/jam) dari Induk Ikan Mas *Cyprinus carpio* Saat Siang dan Malam Hari

Suhu (°C) <i>Temperature</i> (°C)	Waktu <i>Time</i>	Konsumsi oksigen/kg (mg O <sub>2</sub> /kg/jam) <i>Oxygen consumption/kg</i> (mg O <sub>2</sub> /kg/h)	Konsumsi oksigen/ekor (mg O <sub>2</sub> /kg/ekor) <i>Oxygen consumption/fish</i> (mg O <sub>2</sub> /kg/fish)
20	Siang	27,2 ± 1,2 <sup>a</sup>	35,3 ± 2,0 <sup>a</sup>
	Malam	26,3 ± 1,4 <sup>a</sup>	34,1 ± 1,8 <sup>a</sup>

Keterangan: Huruf *superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan antara siang dan malam (P < 0,05, one-way ANOVA).

Tabel 2. Rata-rata Frekuensi Bernapas dan Konsumsi Oksigen dalam Sekali Bernapas dari Induk Ikan Mas *Cyprinus carpio* Saat Siang dan Malam Hari

Suhu (°C) <i>Temperature</i> (°C)	Waktu <i>Time</i>	Frekuensi bernapas (kali) <i>Breath frequency</i> (times)	Konsumsi oksigen dalam sekali bernapas (mg O <sub>2</sub> /kg) <i>Oxygen consumption per breath</i> (mg O <sub>2</sub> /kg)
20	Siang	90,3 ± 3,1 <sup>a</sup>	0,00503 ± 0,0002 <sup>b</sup>
	Malam	85,7 ± 2,1 <sup>a</sup>	0,00512 ± 0,0001 <sup>a</sup>

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan antara siang dan malam (P < 0,05, one-way ANOVA).

Dalam penelitian ini, diketahui konsumsi oksigen harian dari induk ikan mas berada pada kisaran 24,5 - 29,1 mg O<sub>2</sub>/kg/jam pada suhu 20°C. Metabolisme induk ikan mas pada siang hari dibanding malam hari tidak berbeda nyata pada penelitian ini. Pada umumnya, spesies ikan termasuk ikan mas memiliki perbedaan tingkat metabolisme antara siang dan malam hari tergantung dari spesies dan waktu aktif ikan tersebut. Beberapa spesies yang telah diteliti tingkat metabolismenya lebih tinggi saat siang hari karena merupakan tipe diurnal (Lim, Jeong, Han, Lee & Chang., 2004; Biswas, Kazushige & Takii, 2010; Oh, Park & Kim., 2010). Sementara itu, ikan tipe nokturnal lebih aktif pada malam hari, sehingga tingkat metabolismenya lebih tinggi saat malam hari (Byun *et al.*, 2008; Liu, Sakurai, Munehara & Shimazaki, 1997; Sims *et al.*, 1993).

Berdasarkan hasil studi ini, fotoperiode memiliki dampak pada ritme konsumsi oksigen dari induk ikan mas. Hal itu juga terkait dengan tingkah laku dan aktivitas ikan mas, seperti yang terlihat pada hasil yang menunjukkan metabolisme yang

cenderung stabil tanpa adanya perbedaan signifikan pada siang maupun malam hari. Menurut Liu *et al.* (1997), tingkat aktivitas yang lebih tinggi dalam kondisi terang ataupun gelap merupakan konsekuensi dari pengaturan jam internal (*indigenous cycle*) yang dikendalikan secara eksternal. Pengaruh dari manipulasi fotoperiode terhadap aktivitas dan konsumsi oksigen ini juga dilaporkan oleh hasil penelitian sebelumnya pada beberapa jenis ikan (Castanheira *et al.*, 2011; Chang *et al.*, 2005; Imsland *et al.*, 1995; Jeong, Kim, Min & Chang, 2007) yang juga menyatakan bahwa perubahan fotoperiode berpengaruh terhadap konsumsi oksigen pada ikan.

Sama halnya dengan pengamatan konsumsi oksigen, pengamatan frekuensi pernapasan juga menunjukkan dampak yang serupa pada ritme konsumsi oksigen dari induk ikan mas akibat penyinaran kontinyu selama 24 jam (Tabel 2). Frekuensi bernapas induk ikan mas tidak berbeda nyata antara siang dan malam (P < 0,05). Sementara itu, nilai rata-rata konsumsi oksigen dalam sekali bernapas pada induk ikan mas saat

malam hari lebih tinggi dibandingkan saat siang hari ( $P > 0,05$ ).

Berdasarkan hasil pengukuran, nilai frekuensi bernapas dari induk ikan mas pada suhu pemeliharaan 20°C tidak berbeda nyata saat siang dan malam hari. Perubahan fotoperiode diduga merupakan faktor eksternal yang mempengaruhi hasil tersebut, karena umumnya ikan mas lebih aktif saat siang hari, sehingga dapat diasumsikan konsumsi oksigen dan frekuensi bernapasnya pada kondisi normal akan lebih tinggi pada siang hari. Pola yang ditemukan pada pengamatan ini juga serupa dengan penelitian sebelumnya pada spesies lainnya yang diberi perlakuan penyinaran 24 jam terang : 0 jam gelap (Imsland *et al.*, 1995; Chang *et al.*, 2005).

Beberapa penelitian pada sejumlah spesies ikan telah menunjukkan adanya ketergantungan terhadap siklus pencahayaan dalam kehidupannya (Boeuf & Le Bail, 1999). Adanya manipulasi fotoperiode dapat berpengaruh positif terhadap pertumbuhan (Thorarensen & Clarke, 1989; Cerqueira, Chatain, Lavens, Jaspers & Ollevier, 1991; Kashyap, Chandra, Pathak, Awasthi & Serajuddin, 2015) dan reproduksi (Hansen, Karlsen, Taranger, Hemre, Holm & Kjesbu, 2001; Kissil, Lupatsch, Elizur & Zohar, 2001; Fiszbein, Canepa, Vazquez, Maggese & Pandolfi, 2010). Namun, pendekatan ini mungkin tidak berlaku umum untuk semua spesies. Beberapa jenis ikan tidak memiliki respon positif terhadap perubahan tersebut, sedangkan spesies lain membutuhkan waktu yang lama sebelum mengekspresikan pertumbuhan yang lebih baik (Boeuf & Le Bail, 1999; Almazan-Rueda, Helmond, Verreth & Schrama., 2005).

### KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, induk ikan mas memiliki kisaran konsumsi oksigen sebesar 24,5 - 29,1 mg O<sub>2</sub>/kg/jam di 20°C dengan perlakuan fotoperiode 24 jam terang : 0 jam gelap. Hal tersebut dapat dilihat dari tidak ditemukannya perbedaan nyata antara konsumsi oksigen induk ikan mas saat siang dan malam hari.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kitae Kim atas kontribusinya selama penelitian berlangsung, serta kepada KOICA dan Pukyong National University atas fasilitas yang diberikan selama penelitian.

### DAFTAR PUSTAKA

- Almazan-Rueda, P., Helmond, A.T.M.V, Verreth, J.A.J. & Schrama, J.W. (2005). Photoperiod affects growth, behaviour and stress variables in *Clarias gariepinus*. *Journal of Fish Biology*, 67, 1029-1039.
- Beamish, F.W.H. & Mookherjee, P.S. (1964). Respiration of fishes with special emphasis on standard oxygen consumption. II. Influence of weight and temperature on respiration of goldfish, *Carassius auratus* L. *Canadian Journal of Zoology*, 42, 161-175.
- Biswas, A., Kazushige, I. & Takii, K. (2010). Feeding interval and photoperiod influence the growth performance of striped knifejaw, *Oplegnathus fasciatus*. *Aquaculture Research*, 41, 517-523.
- Boeuf, G. & Le Bail, P. Y. (1999). Does light have an influence on fish growth?. *Aquaculture*, 177, 129-152.
- Byun, S.G., Jeong, M.H., Lee, J.H., Lee, B.I., Ku, H.D., Park, S.U., Kim, Y.C. & Chang, Y.J. (2008). Diel rhythm of oxygen consumption of the starry flounder *Platichthys stellatus* by water temperature. *Journal of Korean Fisheries Society*, 41, 113-118.
- Castanheira, M.F., Martins, C.I.M., Engrola, S. & Conceição, L.E.C. (2011). Daily oxygen consumption rhythms of Senegalese sole *Solea senegalensis* (Kaup, 1858) juveniles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 407, 1-5.
- Cerqueira, V.R, Chatain, B., Lavens, P., Jaspers, E. & Ollevier, F. (1991).

- Photoperiodic effects on the growth and feeding rhythm of European seabass, *Dicentrarchus labrax*, larvae in intensive rearing. *Larvi'91, Special Publication European Aquaculture Society*, 15, 304-306.
- Chabot, D., Steffensen, J.F. & Farrell, A.P. (2016). The determination of standard metabolic rate in fishes. *Journal of Fish Biology*, 88, 81-121.
- Chang, Y.J., Jeong, M.H., Min, B.H., Neill, W.H. & Fontaine, L.P. (2005). Effect of photoperiod, temperature, and fish size on oxygen consumption in the black porgy *Acanthopagrus schlegelii*. *Journal of Fish Science and Technology*, 8, 142-150.
- Fiszbein, A., Canepa, M., Vazquez, G.R., Maggese, C. & Pandolfi, M. (2010). Photoperiodic modulation of reproductive physiology and behaviour in the cichlid fish *Cichlasoma dimerus*. *Physiology & Behavior*, 99, 425-432.
- Goenarso, D., Suropto & Susanthi, K.I. (2009). Konsumsi oksigen, kadar Hb darah, dan pertumbuhan ikan mas *Cyprinus carpio*, diberi pakan campuran ampas kelapa. *Jurnal Matematika dan Sains*, 8 No.(2), 51-56.
- Guinea, J. & Fernandez, F. (1991). The effect of SDA, temperature and daily rhythms on the energy metabolism of the mullet. *Aquaculture*, 97, 353-364.
- Hansen, T., Karlsen, O., Taranger, G.L., Hemre, G.I., Holm, J.C. & Kjesbu, O.S. (2001). Growth, gonadal development and spawning time of Atlantic cod (*Gadus morhua*) reared under different photoperiods. *Aquaculture*, 203, 51-67.
- Hughes, G.M., Albers, C., Muster, D. & Gotz, K.H. (1983). Respiration of the carp, *Cyprinus carpio* L., at 10 and 20°C and the effects of hypoxia. *Journal of Fish Biology*, 22, 613-628.
- Imsland, A.K., Folkvord, A. & Stefansson, S.O. (1995). Growth, oxygen consumption and activity of juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.) reared under different temperatures and photoperiods. *Netherlands Journal of Sea Research*, 34, 149-159.
- Jeong, M.H., Kim, Y.S., Min, B.H. & Chang, Y.J. (2007). Effect of fish number in respiratory chamber on routine oxygen consumption of black porgy *Acanthopagrus schlegelii* reared in seawater or freshwater. *Journal of Aquaculture*, 20, 121-126.
- Jobling, M. (1982). A study of some factors affecting rates of oxygen consumption of plaice, *Pleuronectes platessa* L. *Journal of Fish Biology*, 20, 501-516.
- Kashyap, A., Chandra Pathak, B., Awasthi, M. & Serajuddin, M. (2015). Effect of different photoperiods on the growth and survival of juvenile of Indian major carp, *Catla catla*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 14 No.(4), 946-955.
- Kissil, G.W., Lupatsch, I., Elizur, A. & Zohar, Y. (2001). Long photoperiod delayed spawning and increased somatic growth in gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 200, 363-379.
- Lim, H.K., Jeong, M.H., Han, H.K., Lee, J.H. & Chang, Y.J. (2004). Oxygen consumption of hybrid striped bass (*Morone chrysops* ♀ × *M. saxatilis* ♂) exposed to different temperature, salinity and photoperiod. *Journal of Aquaculture*, 17, 258-261.
- Liu, H., Sakurai, Y., Munehara, H. & Shimazaki, K. (1997). Diel rhythms of oxygen consumption and activity level of juvenile flounder *Paralichthys olivaceus*. *Fisheries Science*, 63 No.(5), 655-658.
- Liu, Y. Li, X., Xu, G.F., Bai, S.Y., Zhang, Y.Q., Gu, W. & Mou, Z.B. (2015). Effect of photoperiod manipulation on the growth performance of juvenile lenok, *Brachymystax lenok* (Pallas, 1773). *Journal of Applied Ichthyology*, 31, 120-124.
- Martínez-Alvarez, R.M., Morales, A.E. & Sanz, A. (2005). Antioxidant defenses in fish: Biotic and abiotic factors.

- Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 15, 75-88.
- Neelima, P., Rao, N.G., Rao, G.S. & Rao, J.C.S. (2016). A study on oxygen consumption in a freshwater fish *Cyprinus carpio* exposed to lethal and sublethal concentrations of cypermethrin (25%Ec). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 5 No.(4), 338-348.
- Oh, S.Y., Park, H.S. & Kim, C.K. (2010). Effect of water temperature and photoperiod on the oxygen consumption rate of juvenile Pacific cod, *Gadus macrocephalus*. *Ocean and Polar Research*, 32, 229-236.
- Parker, N.C. (1984). Chronobiologic approach to aquaculture. *Transactions of the American Fisheries Society*, 113, 545-552.
- Prakoso, V.A., Ryu, J.H., Min, B.H., Gustiano, R. & Chang, Y.J. (2016). Oxygen consumption of rockbream *Oplegnathus fasciatus* in different salinity levels and temperature degrees. *Berita Biologi*, 15 No.(2), 167-173.
- Rosewarne, P. J., Wilson, J.M. & Svendsen, J.C. (2016). Measuring maximum and standard metabolic rates using intermittent-flow respirometry: a student laboratory investigation of aerobic metabolic scope and environmental hypoxia in aquatic breathers. *Journal of Fish Biology*, 88, 265–283.
- Sims, D.W., Davies, S.J. & Bone, Q. (1993). On the diel rhythms in metabolism and activity of post-hatching lesser spotted dogfish, *Scylliorhinus*. *Journal of Fish Biology*, 43, 749-754.
- Sulmartini, L., Chotimah, D.N., Tjahjaningsih, W., Widiyatno, T.V. & Triastuti, J. (2009). Respon daya cerna dan respirasi benih ikan mas (*Cyprinus carpio*) pasca transportasi dengan menggunakan daun bandotan (*Ageratum conyzoides*) sebagai bahan antimetabolik. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 1 No.(1), 79-86.
- Tanaka, K., Mugiya, Y. & Yamada, J. (1981). Effects of photoperiod and feeding on daily growth patterns in otoliths of juvenile *Tilapia nilotica*. *Fishery Bulletin*, 79 No.(3), 459-466.
- Thorarensen, H. & Clarke, W.C. (1989). Smoltification induced by a 'skeleton' photoperiod in underyearling coho salmon *Oncorhynchus kisutch*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 6, 11-18.
- Tirsgaard, B., Svendsen, J. C. & Steffensen, J. F. (2015). Effects of temperature on specific dynamic action in Atlantic cod *Gadus morhua*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 41, 41-50.
- Turker, H. (2011). The effect of water temperature on standard and routine metabolic rate in two different sizes of Nile tilapia. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, 17, 575-580.
- Ultsch, G.R., Ott, M.E. & Heisler, N. (1980). Standard metabolic rate, critical oxygen tension, and aerobic scope for spontaneous activity of trout (*Salmo gairdneri*) and carp (*Cyprinus carpio*) in acidified water. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 67, 329-335.
- Wares, W.D. & Igram, R. (1979). Oxygen consumption in the fathead minnow (*Pimephales promelas* Rafinesque), effects of weight, temperature, group size, oxygen level, and opercular movement rate as a function of temperature. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 62, 351-356.
- White, C.R., Schimpf, N.G. & Cassey, P. (2013). The repeatability of metabolic rate declines with time. *Journal of Experimental Biology*, 216, 1763-1765.
- Yang, J.L. & Hu, T.J. (2014). Oxygen consumption and histochemical studies of common carp (*Cyprinus carpio*) exposed to various levels of gallium. *Environmental Science An Indian Journal*, 9 No.(3), 113-117.

# ISOLASI DAN KARAKTERISASI KOLAGEN DARI KULIT IKAN PATIN (*Pangasius sp.*)

Pipih Suptijah<sup>1)</sup>, Dini Indriani<sup>1)\*</sup>, dan Supriyono Eko Wardoyo<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis, Bogor 16680 Jawa Barat

<sup>2)</sup>Dosen Program Studi Kimia FMIPA Universitas Nusa Bangsa  
Jl. KH. Soleh Iskandar KM 4 Cimanggu Tanah Sareal, Bogor 16166  
\*email : dini\_indriani88@yahoo.co.id

## ABSTRACT

### *Isolation and Characterization of Collagen from the Skin of Catfish (*Pangasius sp.*)*

*Skin of catfish is one of aquatic by-products which could be used as an alternative source of collagen. This research is aimed to isolate and characterize collagen from skin of catfish. Methods of isolation of collagen included three stages, the first was deproteinization using NaOH solution with concentration of 0.05 M; 0.10 M; 0.15 M; 0.20 M for 12 hours, the second was soaking in CH<sub>3</sub>COOH solution with concentration of 0.05 M; 0.10 M; 0.15 M; and 0.20 M for 2 hours, and the third was extraction in water at a temperature of 40 °C for 2 hours; characterization of collagen was included chemical and physical properties. The results showed that the best extraction method of collagen from skin of catfish was soaking the skin in 0.05 M NaOH solution for 12 hours and soaking the skin in 0.05 M acetic acid for 2 hours. Extraction yields of collagen was 12.15%. Chemical characteristics included proximate and amino acid composition. Proximate value of collagen consisted of moisture was 6.55%, ash 1.80%, protein 64.74% and fat 8.85%. The major amino acid composition of collagen were glycine, proline, alanine, arginine and glutamate. Physical characteristics of collagen resulted from FTIR analysis showed amide A, amide B, amide I, amide II and amide III, triple helical structure of the amide I and amide III indicates that the compound produced was collagen; color analysis was 66.39%; thermal analysis showed a melting temperature peak was 154.47 °C and pH value was 5.34.*

*Keywords: Catfish, isolation, characterization, collagen, skin*

## ABSTRAK

Kulit ikan patin merupakan salah satu limbah hasil perairan yang dapat digunakan sebagai sumber alternatif kolagen. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan karakterisasi kolagen yang diperoleh dari kulit ikan patin. Isolasi kolagen yang dilakukan meliputi tiga tahap, yaitu tahap pertama adalah proses deproteinisasi menggunakan larutan NaOH dengan konsentrasi, yaitu 0,05 M; 0,10 M; 0,15 M; 0,20 M dan lama waktu perendaman selama 12 jam; tahap kedua, yaitu perendaman dalam larutan CH<sub>3</sub>COOH dengan empat konsentrasi CH<sub>3</sub>COOH yaitu 0,05 M; 0,10 M; 0,15 M; dan 0,20 M dan lama waktu perendaman selama 2 jam; dan tahap ketiga, yaitu ekstraksi dengan air pada suhu 40 °C selama 2 jam; serta karakterisasi kolagen yang dilakukan, meliputi sifat kimia dan fisik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ekstraksi kolagen dari kulit ikan patin terbaik diperoleh melalui proses perendaman kulit dalam larutan NaOH 0,05 M selama 12 jam dan perendaman kulit dalam asam asetat 0,05 M selama 2 jam. Rendemen serbuk kolagen yang dihasilkan sebesar 12,15 %. Karakteristik kimia meliputi proksimat dan komposisi asam amino. Nilai proksimat kolagen terdiri dari kadar air 6,55 %, abu 1,80 %, protein 64,74 % dan lemak 8,85 %. Komposisi asam amino yang dominan pada kolagen adalah glisina, prolina, alanina, arginina dan glutamat. Karakteristik fisik kolagen yang dihasilkan adalah analisis FTIR menunjukkan adanya gugus amida A, amida B, amida I, amida II dan amida III, struktur *triple heliks* pada amida I dan amida III mengindikasikan bahwa senyawa yang dihasilkan adalah kolagen; analisis warna yaitu 66,39 %; analisis termal yang menunjukkan suhu puncak pelelehan adalah 154,47 °C dan nilai pH kolagen yaitu 5,34.

Kata kunci : Ikan patin, isolasi, karakterisasi, kolagen, kulit

## PENDAHULUAN

Kolagen memegang peranan cukup penting dalam industri makanan, kosmetik,

biomedis, dan farmasi (Chai *et al.*, 2010). Keistimewaan penggunaan kolagen berkaitan dengan karakteristik fisikokimia dari kolagen, diantaranya mudah diserap dalam tubuh, sifat antigenitas rendah,

afinitas dengan air tinggi, tidak beracun, *biocompatible* dan *biodegradable*, relatif stabil, dapat disiapkan dalam berbagai bentuk sesuai kebutuhan, dan mudah dilarutkan dalam air maupun asam (Lee, Singla & Lee, 2001).

Sumber kolagen yang paling banyak di pasaran umumnya berasal dari kulit dan tulang sapi ataupun babi yang keamanan dan kehalalannya perlu diwaspadai, sehingga diperlukan alternatif sumber kolagen yang aman dan halal. Salah satu biota perairan yang berpotensi sebagai sumber kolagen adalah ikan. Kulit ikan yang di *fillet* dari berbagai perusahaan industri atau pabrik *fillet* ikan dianggap sebagai produk limbah, sehingga pemanfaatan kulit ikan sebagai sumber kolagen alternatif tidak hanya dapat mengurangi jumlah limbah industri pengolahan, tetapi sekaligus juga meningkatkan nilai tambah limbah tersebut. Friess (1998) menyatakan bahwa lebih dari 50 % protein ekstra-seluler pada kulit merupakan kolagen.

Salah satu bahan kulit ikan yang berpotensi sebagai sumber kolagen adalah kulit ikan patin. Ikan patin telah dimanfaatkan dalam bentuk produk pangan, namun kulit dari ikan patin tersebut belum dimanfaatkan secara optimal. Dari data statistik Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) menunjukkan bahwa produksi nasional budidaya ikan patin meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2006, produksi ikan patin mencapai 31.490 ton/tahun dan pada tahun 2012 mengalami peningkatan menjadi 651.000 ton/tahun. KKP terus memacu peningkatan produksi ikan patin dari tahun ke tahun dengan target produksi nasional pada tahun 2013 sebesar 1.107.000 ton (Sistem Informasi Diseminasi Data Statistik Kelautan dan Perikanan [SIDATIK], 2013). Hal ini menunjukkan potensi bagi pemanfaatan kulit ikan patin (*Pangasius* sp.) sebagai sumber kolagen. Penelitian mengenai optimasi metode ekstraksi kolagen dilakukan karena belum ada metode yang baku secara resmi, dan proses pembuatan kolagen, serta karakterisasi fisikokimianya dari kulit ikan patin perlu dilakukan untuk aplikasi sebagai bahan baku kosmetik.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah kulit ikan patin (*Pangasius* sp.). Kulit ikan patin diperoleh dari limbah Laboratorium Produksi Teknologi Hasil Perairan (THP) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Bahan-bahan yang digunakan untuk ekstraksi kolagen terdiri dari natrium hidroksida (NaOH), asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), akuades, Natrium Klorida (NaCl) dan pH indikator.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah untuk ekstraksi kolagen, diantaranya peralatan gelas merek Pyrex Iwaki, pisau, timbangan digital analitik merek AND, kain kasa, Spektrofotometer UV-VIS merek RS UV-2500 Labomed USA, *Waterbath Incubator Shaker* BT 25 merek Yamato dan *freeze dryer* merek EYELA FDU-1200. Sementara alat-alat yang digunakan untuk analisis adalah alat untuk analisis proksimat menggunakan Oven merek Yamato DV 41, Tanur merek Yamato FM 38, *Soxhlet* merek Yamato Scientific Co.,LTD, Destruktor protein merek Tecator dan Destilator protein merek Labentech; alat untuk analisis logam berat menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) AA-7000 merek Shimadzu, *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) merek Waters corporation USA, pH meter merek Eutech Instruments, *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) merek Shimadzu, *Chromameter* CR-310 merek Minolta dan Spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) merek BRUKER TENSOR 37.

### Metode

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahap, yaitu 1) preparasi dan karakterisasi bahan baku kulit ikan patin; 2) optimasi ekstraksi kolagen; dan 3) karakterisasi kolagen, meliputi nilai rendemen, komposisi proksimat, asam amino, gugus fungsi dengan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), analisis warna, analisis termal dan pH.

### Preparasi dan Karakterisasi Bahan Baku Kulit Ikan patin

Kulit ikan patin dibersihkan dan dipisahkan dari daging yang masih tersisa menempel pada kulit. Sampel kulit ikan patin tersebut dipotong-potong kemudian disimpan dalam *freezer* lemari pendingin ( $-15^{\circ}\text{C}$ ) sampai sampel tersebut akan digunakan. Kulit ikan patin yang akan digunakan dikarakterisasi terlebih dahulu dengan melakukan analisis komposisi kimia kulit (SNI 01-2891-1992) yang meliputi kadar air, abu, protein, lemak dan logam berat Hg (SNI 01-2354.6-2006), Pb (SNI 01-2354.7-2006), serta As (SNI 01-4866-1998).

### Optimasi Ekstraksi Kolagen (Modifikasi dari Singh, Benjakul, Maqsood & Kishimura, 2011)

Ekstraksi kolagen dilakukan dengan tiga tahap, yaitu deproteinisasi menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH), perendaman dalam larutan asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), dan ekstraksi dengan air. Tahap pertama adalah proses deproteinisasi, yaitu perendaman kulit dalam larutan NaOH dengan tujuan untuk menghilangkan protein non kolagen. Rasio antara kulit dan larutan NaOH adalah 1 : 10 (b/v). Pada tahap ini digunakan empat variasi konsentrasi NaOH yaitu 0,05 M; 0,10 M; 0,15 M; 0,20 M dengan lama waktu perendaman selama 12 jam. Larutan NaOH sisa hasil perendaman kulit yang dihasilkan diuji kandungan protein secara kuantitatif dengan uji biuret (Apriyantono, Fardiaz, Puspitasari, Yasni & Budiyanto., 1989) dan *Bovine Serum Albumin* (BSA) sebagai standar serta untuk menentukan konsentrasi NaOH dan lama waktu perendaman terbaik.

Kulit hasil proses deproteinisasi dengan perendaman konsentrasi NaOH terbaik dicuci dengan akuades sampai mencapai pH netral sebelum dilanjutkan pada tahap kedua yaitu hidrolisis dengan perendaman kulit dalam larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Pada tahap ini digunakan empat variasi konsentrasi  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , yaitu 0,05 M; 0,10 M; 0,15 M; dan 0,20 M dengan lama waktu perendaman selama 2 jam. Rasio antara kulit dengan larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  adalah 1:10 (b/v). Parameter uji yang digunakan pada tahap ini adalah pengukuran Derajat Pengembangan

(DP) dari kulit dan uji kelarutan kolagen dalam larutan asam asetat ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) dengan menggunakan natrium klorida (NaCl) 5 M.

Kulit hasil perendaman larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dengan perlakuan terbaik dicuci dengan akuades sampai mencapai pH netral sebelum dilanjutkan pada tahap ketiga yaitu ekstraksi dengan air pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam dengan rasio antara kulit dan air adalah 1:1 (b/v). Hasil ekstraksi berupa kolagen larut air, selanjutnya dikeringkan dengan menggunakan *freeze dryer* untuk memperoleh kolagen dalam bentuk serbuk.

### Karakterisasi Kolagen

Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan karakteristik kolagen yang dihasilkan dari perlakuan terbaik pada penelitian tahap ketiga yang mencakup karakteristik kimia maupun fisik. Karakteristik kimia meliputi analisis proksimat (SNI 01-2891-1992) dan jenis asam amino (AOAC, 1995), sedangkan karakteristik fisik yang diukur antara lain gugus fungsi dengan menggunakan spektrofotometer FTIR (Muyonga, Cole, & Duodu, 2004b), analisis warna (*Chromameter* Minolta) (Gaurav, 2003), analisis termal (Martianingsih dan Atmaja, 2009), dan pH (AOAC, 2005).

### Rancangan Percobaan dan Analisis Data (Steel dan Torrie, 1993)

Rancangan yang digunakan untuk tahap perendaman dalam larutan NaOH adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan dua faktor yaitu konsentrasi larutan NaOH sebanyak 4 variasi (0,05; 0,10; 0,15; dan 0,20 M) dan faktor lama waktu perendaman dengan 6 variasi (2; 4; 6; 8; 10; dan 12 jam). Perlakuan merupakan kombinasi antara konsentrasi NaOH dengan waktu perendaman. Rancangan yang digunakan untuk tahap perendaman dalam larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan merupakan kombinasi antara konsentrasi  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dengan waktu perendaman. Konsentrasi  $\text{CH}_3\text{COOH}$  sebanyak 4 variasi (0,05; 0,10; 0,15; dan 0,20 M) dan faktor lama waktu perendaman selama 2 jam. Semua perlakuan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Data

yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam (ANOVA), dan apabila ada beda nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 95%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Preparasi dan Karakteristik Bahan Baku Kulit Ikan patin

Kulit ikan patin yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari limbah Laboratorium Produksi Teknologi Hasil Perairan (THP) Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB, dengan bobot ikan rata-rata 500 – 600 gram/ekor. Sampel kulit ikan patin yang diperoleh kemudian dibersihkan dan dipisahkan dari daging yang masih tersisa menempel pada kulit. Sampel kulit ikan patin tersebut dipotong-potong, dikemas dalam plastik kemudian disimpan dalam *freezer* sampai sampel tersebut akan digunakan pada tahap selanjutnya. Karakteristik bahan baku merupakan sifat penting untuk mengetahui potensi yang terdapat pada bahan tersebut.

Karakteristik bahan baku dapat diketahui dengan melakukan analisis komposisi kimia. Analisis komposisi kimia kulit ikan patin yang dilakukan pada penelitian ini, meliputi kadar air, kadar abu,

kadar lemak, kadar protein dan logam berat (Hg, Pb dan As). Analisis komposisi kimia kulit ini dilakukan dengan tujuan untuk menilai kelayakan awal dari kulit ikan patin sebagai bahan baku pembuatan kolagen. Hasil analisis komposisi kimia proksimat kulit ikan patin dan berbagai *catfish* lain dapat dilihat pada Tabel 1.

Kadar air yang terkandung dalam kulit ikan patin sebesar 65,59%. Kadar air ini paling tinggi bila dibandingkan dengan jenis *catfish* lainnya (Tabel 1), namun nilai kadar air ini masih berada dalam kisaran kadar air kulit ikan pada umumnya, sehingga dapat dikatakan kulit ikan patin masih dalam kondisi cukup segar.

Kadar abu kulit ikan patin yang dihasilkan sebesar 0,19% hampir sama dengan kadar abu *Pangasianodon gigas* sebesar 0,25 % dan *P. hypophthalmus* sebesar 0,23%, namun sedikit lebih rendah dibandingkan dengan *Pangasius sutchi* sebesar 0,73% (Thitipramote and Rawdkuen, 2011; See, Hong, Wan & Babji, 2010). Kadar abu yang rendah kurang dari 0,5% merupakan bahan baku yang memiliki kualitas yang baik untuk pembuatan kolagen dan gelatin, karena dengan proses demineralisasi dapat mengurangi kadar abu yang dihasilkan (See *et al.*, 2010).

Tabel 1. Komposisi Kimia Proksimat Kulit Ikan Patin (*Pangasius* sp.) dan Berbagai *Catfish* Lainnya

No	Analisis	Nilai (%) <sup>1</sup> Hasil penelitian	Nilai (%) <sup>2</sup> Referensi	Nilai (%) <sup>3</sup> Referensi	Nilai (%) <sup>4</sup> Referensi
1	Air	65,59	39,24	64,86	51,85
2	Abu	0,19	0,73	0,25	0,23
3	Lemak	2,69	10,65	2,69	20,24
4	Protein	30,28	18,96	34,03	27,26

Keterangan : <sup>1</sup>Data Pribadi (*Pangasius* sp.); <sup>2</sup>See *et al.* (2010) (*P. sutchi*); <sup>3</sup>Thitipramote & Rawdkuen (2011) (*P. gigas*); <sup>4</sup>Thitipramote & Rawdkuen (2011) (*P. hypophthalmus*)

Tabel 2. Komposisi Kimia Logam Berat Kulit Ikan patin (*Pangasius* sp.)

No	Parameter uji	Satuan	Nilai	Keterangan	Syarat SNI 7387-2009
1	Merkuri (Hg)	µg/kg	-11,375	Ttd	0,5 mg/kg
2	Timbal (Pb)	mg/kg	-0,422	Ttd	0,3 mg/kg
3	Arsen (As)	µg/kg	-11,714	Ttd	0,1 mg/kg

Keterangan :

ttd : tidak terdeteksi

Limit Deteksi Hg < 0,002 mg/kg; Pb < 0,005 mg/kg; dan As < 0,002 mg/kg

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kulit ikan patin memiliki kadar lemak sebesar 2,69%. Kadar lemak ini menunjukkan hasil yang sama dengan ikan *P. gigas*, yaitu sebesar 2,69%. Kadar lemak ini paling rendah bila dibandingkan dengan jenis *catfish* lain, namun jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kulit ikan cucut (0,16%) (Mahardika, 2013). Kandungan lemak pada kulit ikan patin yang cukup tinggi ini mengindikasikan perlunya optimasi proses *pretreatment* kulit untuk menghilangkan lemak dalam kulit ikan, sehingga dapat meningkatkan kualitas kolagen yang dihasilkan. Shon, Ji-Hyun, Hwang & Jong-Bang (2011) menyatakan bahwa keberadaan lemak dan mineral-mineral lainnya akan mengganggu efektivitas kolagen dalam aplikasinya pada berbagai produk.

Kandungan protein kulit ikan patin yang dihasilkan adalah sebesar 30,29%. Nilai kadar protein ini sedikit lebih rendah dibandingkan dengan *P. gigas* (34,04%) dan lebih tinggi bila dibandingkan dengan *P. sutchi* (18,96 %) dan *P. hypophthalmus* (27,26%) (See *et al.*, 2010; Thitipramote and Rawdkuen, 2011). Kandungan protein kulit ikan patin yang cukup tinggi ini memungkinkan untuk digunakan sebagai bahan baku kolagen. Hasil komposisi kimia yang ditunjukkan pada Tabel 3 berbeda-beda antara jenis *catfish*. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan spesies, umur, habitat, jenis pakan dan preparasi bahan (Songchotikunpan, Tattiyakul & Supaphol, 2008).

Analisis kandungan logam berat juga merupakan analisis komposisi kimia yang penting. Analisis logam berat pada kulit ikan patin dilakukan agar produk kolagen yang dihasilkan terjamin keamanan dari cemaran logam. Keberadaan logam berat, misalnya merkuri (Hg), timbal (Pb) dan arsen (As) dalam bahan pangan dapat membahayakan kesehatan jika jumlahnya melebihi ambang batas yang ditentukan. Kandungan logam berat untuk ikan dan hasil olahannya yang ditetapkan oleh SNI 7387-2009 adalah 0,3 mg/kg (Pb); 0,5 mg/kg (Hg); dan 0,1 mg/kg (As). Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, kandungan logam berat Hg, Pb dan As pada kulit ikan patin dapat dilihat

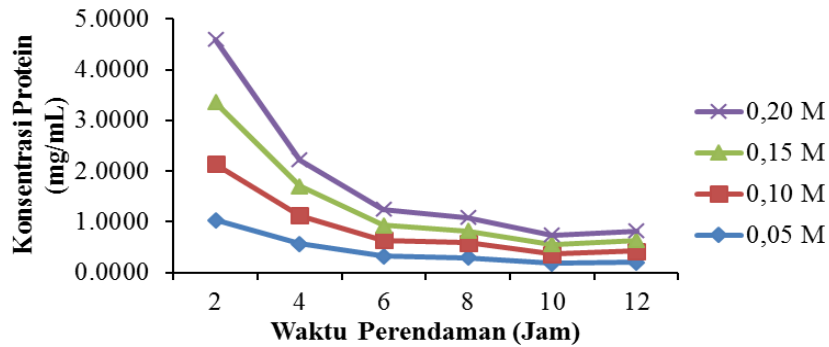
pada Tabel 2 dan hasil tersebut menunjukkan bahwa logam berat Hg, Pb dan As pada kulit ikan patin tidak terdeteksi, artinya kulit ikan patin tersebut sangat sedikit sekali mengandung logam berat Hg, Pb maupun As. Dengan kata lain, kandungan logam-logam tersebut berada di bawah nilai ambang batas dan di bawah limit deteksi alat, sehingga kulit ikan patin aman untuk digunakan sebagai sumber bahan baku kolagen.

### Optimasi Ekstraksi Kolagen

Pembuatan kolagen dari kulit ikan patin terbagi dalam dua tahap, yaitu *pretreatment* (perendaman kulit dalam larutan NaOH yang dilanjutkan dengan perendaman kulit dalam asam asetat) dan ekstraksi dengan air. Optimasi pada tahap perendaman kulit dalam larutan NaOH adalah untuk mendapatkan perlakuan kombinasi konsentrasi NaOH, dan waktu perendaman terbaik dalam menghilangkan protein non kolagen pada kulit ikan. Optimasi pada tahap perendaman asam asetat adalah untuk mendapatkan konsentrasi terbaik terhadap DP kulit dengan tingkat kehilangan kolagen yang rendah.

### Perendaman Kulit dalam Larutan NaOH

Isolasi kolagen atau pembuatan kolagen diawali dengan perlakuan deproteinisasi, yaitu penghilangan protein non kolagen menggunakan larutan alkali. Zhou dan Regenstein (2005) menyatakan contoh dari larutan alkali yang dapat digunakan untuk menghilangkan protein non kolagen, yaitu NaOH dan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Perendaman dalam alkali juga dapat menghilangkan keberadaan lemak pada bahan. Larutan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu NaOH dengan empat variasi konsentrasi berbeda 0,05; 0,10; 0,15; dan 0,20 M. Penggunaan larutan basa pada *pretreatment* kulit lebih efektif dalam proses pengeluaran protein non kolagen dan hanya menyebabkan tingkat kehilangan kolagen yang rendah dibandingkan dengan penggunaan larutan asam (Zhou dan Regenstein, 2005). Hasil pengamatan kandungan protein dari larutan NaOH sisa perendaman kulit (Gambar 1).



Gambar 1. Grafik Konsentrasi Protein dalam Larutan NaOH sisa Perendaman Kulit Ikan Patin dengan Kombinasi Perlakuan Konsentrasi NaOH dan Waktu Perendaman

Kandungan protein dari larutan NaOH sisa perendaman kulit untuk setiap perlakuan kombinasi konsentrasi NaOH dengan lama waktu perendaman 2 jam, menunjukkan kandungan protein yang tinggi dan nilai kandungan protein semakin menurun seiring penambahan waktu perendaman. Hal ini menunjukkan bahwa protein non kolagen yang terkandung dalam kulit ikan sudah banyak dilepaskan dengan pelarut basa pada 2 jam pertama perendaman, sehingga jumlah protein non kolagen dalam kulit semakin berkurang yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya nilai konsentrasi protein dalam larutan NaOH sisa perendaman kulit pada pengamatan berikutnya.

Perlakuan pada setiap konsentrasi dengan waktu perendaman 12 jam menunjukkan nilai konsentrasi protein yang cenderung meningkat kembali dari waktu perendaman sebelumnya. Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian kolagen dalam kulit mulai terlarut dalam larutan NaOH. Hal ini diduga terjadi karena kelebihan konsentrasi  $\text{OH}^-$  yang mengakibatkan terputusnya sebagian ikatan kovalen dalam struktur kolagen. Hal ini selaras dengan pendapat Jaswir, Monsur & Salleh (2011) yang menyatakan bahwa NaOH memiliki peranan dalam pemisahan untaian dari batang-batang serat kolagen. Yoshimura, Terashima, Hozan & Shirai (2000) melaporkan bahwa basa menyerang terutama wilayah teleopeptida dari struktur kolagen selama proses *pretreatment*, sehingga dapat menyebabkan kelarutan kolagen.

Hasil analisis ragam (ANOVA) kandungan protein larutan NaOH sisa perendaman kulit menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH, waktu perendaman, dan kombinasi perlakuan konsentrasi NaOH dan waktu perendaman berpengaruh nyata terhadap kandungan protein pada larutan NaOH sisa perendaman kulit. Hasil uji lanjut DMRT 5% menunjukkan bahwa perlakuan terbaik untuk menghilangkan protein non kolagen pada kulit ikan patin adalah perendaman kulit dalam larutan NaOH 0,05 M selama 10 jam. Hasil ini selaras dengan penelitian yang dilakukan Zhou dan Regenstein (2005) yang menunjukkan bahwa protein non kolagen dapat dihilangkan dengan perendaman dalam larutan NaOH dengan konsentrasi 0,01 mol/L dan 0,1 mol/L. Peningkatan konsentrasi  $\text{OH}^-$  di atas 0,1 mol/L tidak memberikan pengaruh terhadap penghilangan protein non kolagen.

#### Perendaman Kulit dalam Larutan Asam Asetat

Pada tahap kedua dilakukan perendaman kulit dalam larutan asam asetat. Kulit hasil perendaman larutan NaOH dengan perlakuan terbaik pada tahap sebelumnya yaitu konsentrasi 0,05 M NaOH selama 10 jam, kemudian dilanjutkan pada tahap ini dengan melakukan perendaman dalam larutan asam asetat. Kulit yang digunakan dicuci dengan akuades sampai mendekati pH netral. Pencucian bertujuan untuk mengurangi sisa basa yang masih menempel pada kulit, sehingga tidak mempengaruhi terhadap pH larutan asam

asetat yang akan digunakan pada tahap selanjutnya.

*Pre-treatment* asam diperlukan untuk mengubah struktur serat kolagen, sehingga akan mempermudah proses ekstraksi pada tahap selanjutnya. Perendaman dalam asam menyebabkan terjadinya pengembangan kulit (*swelling*) yang diakibatkan masuknya air ke dalam serat kolagen. Masuknya air ke dalam serat kolagen disebabkan terjadinya gaya elektrostatis antara gugus polar pada serat kolagen dengan  $H^+$  dari asam, atau terbentuknya ikatan hidrogen antara gugus non polar pada serat kolagen dengan  $H^+$  dari asam (Jaswir *et al.*, 2011). Pembengkakan ini penting karena dapat mendukung rusaknya struktur serat kolagen, melalui terganggunya ikatan non kovalen dan pada akhirnya mempermudah ekstraksi dan meningkatkan kelarutan kolagen.

Hasil pengamatan terhadap Derajat Pengembangan (DP) kulit hasil perendaman dalam larutan asam asetat pada konsentrasi yang berbeda dan waktu perendaman selama 2 jam dapat dilihat pada Gambar 2. Derajat pengembangan kulit mengalami peningkatan dengan semakin tingginya konsentrasi asam asetat. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam asetat yang digunakan, mengakibatkan semakin banyak jumlah air yang dapat diserap oleh kulit sehingga serat kolagen menjadi lebih mudah untuk dipisahkan dan akan memudahkan proses ekstraksi kolagen pada tahap selanjutnya.

Hasil analisis ragam (ANOVA) derajat pengembangan kulit menunjukkan bahwa konsentrasi asam asetat berpengaruh nyata terhadap DP kulit. Hasil uji DMRT

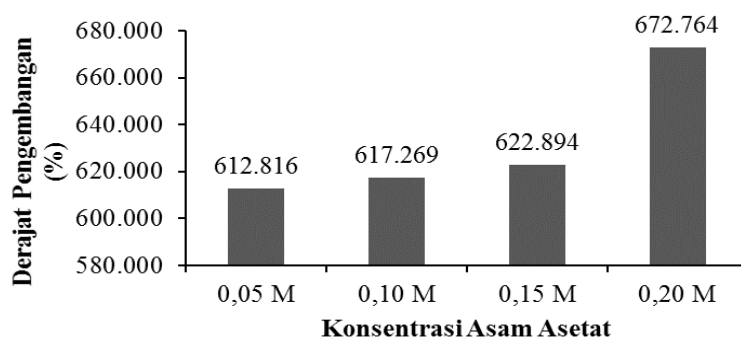
5% menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi asam terbaik untuk menghasilkan derajat pengembangan kulit yang tinggi adalah 0,20 M.

Hasil uji kelarutan kolagen menggunakan larutan NaCl 5 M menunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan konsentrasi asam asetat 0,20 M mengalami tingkat kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan konsentrasi asam asetat 0,05 M dan 0,10 M; namun sedikit lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi NaCl 0,15 M (Tabel 3). Hal ini mengindikasikan dengan perlakuan konsentrasi asam asetat 0,20 M sebagian kolagen pada kulit sudah banyak terekstrak dalam asam, sehingga dikhawatirkan akan menurunkan rendemen kolagen yang dihasilkan.

DP kulit pada konsentrasi asam asetat 0,05 M dan 0,10 M menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan konsentrasi 0,20 M. Tingkat kelarutan kolagen pada asam asetat 0,20 M lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi asam asetat 0,05 M dan 0,10 M. Berdasarkan hal tersebut, maka untuk tahap ini dipilih perlakuan terbaik perendaman kulit dalam asam asetat 0,05 M dan lama waktu perendaman 2 jam dengan derajat pengembangan kulit mencapai 612,816 %.

#### Ekstraksi dengan Air

Kulit hasil perendaman dalam larutan asam asetat dengan perlakuan terbaik, yaitu 0,05 M selama 2 jam, dilanjutkan pada tahap ketiga, yaitu ekstraksi dengan air. Kulit dicuci dengan akuades sampai pH mendekati netral.



Gambar 2. Grafik DP kulit Ikan patin dengan Perlakuan Konsentrasi dan Lama Waktu Perendaman Asam Asetat

Tabel 3. Kelarutan Kolagen dalam Larutan Asam Asetat selama 2 Jam

No	Konsentrasi asam asetat (M)	Kelarutan Kolagen (g)
1	0,05	0,053
2	0,10	0,065
3	0,15	0,081
4	0,20	0,072

Tabel 4. Rendemen Kolagen Kulit Ikan patin dan beberapa Kulit Ikan lainnya

No	Sumber Kolagen	Rendemen % (bb)
1	Kulit Ikan patin ( <i>Pangasius</i> sp.)	12,15
2	ASC Kulit Ikan patin Siam <sup>1</sup>	5,10
3	PSC Kulit Ikan patin Siam <sup>1</sup>	7,70
4	Kulit Ikan Cobia ( <i>Rachycentron canadum</i> ) <sup>2</sup>	10,51

Keterangan : <sup>1</sup>(Singh *et al.*, 2011); <sup>2</sup>(Ariesta, 2014)

Ekstraksi kulit dilakukan dengan air yaitu akuabides, dengan perbandingan kulit dan air yaitu 1:1 dengan menggunakan suhu 40 °C selama 2 jam. Proses pemanasan kulit dalam air hangat menyebabkan berlanjutnya kerusakan ikatan hidrogen dan kovalen yang sebelumnya sudah berlangsung selama proses perendaman asam asetat. Gómez-Guillén *et al.* (2011) menyatakan bahwa proses kerusakan ikatan hidrogen dan kovalen akibat pemanasan kolagen menyebabkan terganggunya kestabilan struktur *triple heliks* kolagen, sehingga terjadi perubahan bentuk menjadi gulungan dan akhirnya kolagen terdegradasi menjadi gelatin yang larut air. Pemilihan suhu 40 °C dilakukan dengan tujuan untuk menghindari terjadinya degradasi kolagen menjadi gelatin selama ekstraksi berlangsung. Hal ini didasarkan pada pendapat Karim dan Bhat (2009) yang menyatakan bahwa suhu 40 °C merupakan suhu transisi perubahan *heliks*

menjadi bentuk gulungan yang mengarah pada pembentukan gelatin yang larut. Hal ini juga diperkuat oleh hasil penelitian Kolodziejska *et al.* 2008 yang menunjukkan bahwa degradasi kolagen menjadi gelatin terjadi di atas suhu 45 °C. Hasil ekstraksi kulit dengan air berupa kolagen larut air, kemudian dikeringkan dengan *Freeze dryer* sehingga diperoleh kolagen dalam bentuk serbuk.

### Karakterisasi Kolagen

Karakteristik kolagen merupakan sifat penting untuk mengetahui potensi yang terdapat pada kolagen tersebut. Kolagen yang dihasilkan dari perlakuan terbaik pada penelitian tahap sebelumnya dikarakterisasi baik sifat kimia maupun fisik. Karakterisasi kolagen yang dilakukan meliputi nilai rendemen, proksimat, jenis asam amino, gugus fungsi dengan FTIR, analisis warna, analisis termal dan pH.

Tabel 5. Komposisi Kimia Kolagen Kulit Ikan patin dan beberapa Kulit Ikan lain

No	Analisis	Nilai (%) <sup>1</sup> Hasil penelitian	Nilai (%) <sup>2</sup> Referensi	Syarat mutu kolagen SNI 8076:2014
1	Air	6,55	7,01	≤ 12
2	Abu	1,80	3,38	≤ 1,0
3	Protein	64,74	86,40	≥ 75
4	Lemak	8,85	0,35	-

Keterangan : <sup>1</sup>Data Pribadi (*Pangasius* sp.); <sup>2</sup>Shon *et al.* (2011) kulit ikan skate (*Raja kenojei*)

### Rendemen Kolagen

Rendemen merupakan persentase kolagen yang dihasilkan dengan bahan baku awal. Rendemen menunjukkan bagian bahan baku yang dapat dimanfaatkan dan menjadi suatu parameter yang penting untuk mengetahui nilai ekonomis, serta keefektifan suatu bahan atau produk. Hasil penelitian menunjukkan kolagen kulit ikan patin memiliki rendemen yang lebih tinggi dari *Acid Soluble Collagen* (ASC), *Pepsin Soluble Collagen* (PSC) ikan patin siam (Singh *et al.* 2011), dan kulit ikan cobia (*Rachycentron canadum*) (Tabel 4). Potaros, Raksakulthai, Runglerdkreangkrai & Worawattanamateekul (2009) menyatakan bahwa perbedaan nilai rendemen pada kolagen yang dihasilkan dapat disebabkan oleh perbedaan metode ekstraksi, konsentrasi larutan untuk menghilangkan protein non kolagen, jenis bahan, suhu dan lama waktu produksi.

### Komposisi Proksimat

Komposisi kimia kolagen merupakan parameter keefektifan proses deproteinisasi, *defatting*, demineralisasi, dan ekstraksi pada pembuatan kolagen. Perendaman dalam larutan alkali dan asam bertujuan menghilangkan protein non kolagen, serta komponen lain yaitu lemak dan mineral. Proses ini dilakukan agar diperoleh kandungan protein kolagen yang tinggi. Komposisi kimia kolagen kulit ikan patin dan beberapa kolagen kulit ikan lain disajikan pada Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa komponen utama kolagen adalah protein dan komponen lainnya berupa air, abu dan lemak dalam jumlah yang sedikit. Kandungan air kolagen kulit ikan patin yang dihasilkan, yaitu 6,55 % lebih rendah dibandingkan dengan kandungan air kolagen dari kulit ikan skate (*R. kenojei*) yaitu 7,01 % dan memenuhi syarat mutu kolagen (SNI 8076:2014) yaitu  $\leq 12$ . Kandungan protein kolagen kulit ikan patin lebih rendah dibandingkan dengan protein kolagen dari kulit ikan skate (*R. kenojei*) dan syarat mutu kolagen (SNI 8076:2014). Jamilah, Hartina, Hashim & Sazil (2013) menyatakan perbedaan kadar protein dapat disebabkan oleh perbedaan metode ekstraksi yang

digunakan. Perbedaan yang kurang memenuhi standar mutu kolagen ini pun dapat disebabkan oleh proses *pretreatment* yg masih kurang efektif. Kadar abu pada kolagen kulit ikan patin lebih rendah dibandingkan dengan kadar abu pada kolagen dari kulit ikan skate (*R. kenojei*) namun sedikit lebih tinggi dari syarat mutu kolagen (SNI 8076:2014). Kandungan lemak pada kolagen kulit ikan patin lebih tinggi dibandingkan dengan lemak dari kolagen kulit ikan skate (*R. kenojei*).

Kolagen kulit ikan patin memiliki kandungan lemak yang tinggi dan abu yang sedikit melebihi dari syarat mutu kolagen. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan komposisi kimia yang terkandung dalam bahan baku kulit dan teknik ekstraksi yang digunakan. Shon *et al.* (2011) menyatakan bahwa kulit yang memiliki kandungan lemak dan abu yang tinggi memerlukan teknik pemurnian yang berbeda untuk menghasilkan produk kolagen dengan kemurnian yang tinggi. Tingginya nilai kandungan lemak dan abu pada kolagen dari kulit ikan patin yang dihasilkan, dapat disebabkan pada proses *pretreatment* kulit dengan perendaman dalam larutan basa kurang efektif untuk mereduksi lemak dan mineral-mineral dalam kulit ikan patin.

### Asam Amino

Asam amino merupakan struktur pembentuk protein. Asam amino esensial adalah asam amino yang tidak dapat disintesis oleh tubuh tetapi sangat diperlukan oleh tubuh. Asam amino esensial dalam kolagen diantaranya isoleusin, leusin, lisin, metionin, fenilalanin, treonin, valin dan arginin (Haris, 2008). Kolagen merupakan komponen struktural utama dari jaringan ikat yang meliputi hampir 30 % dari total protein tubuh. Molekul dasar kolagen terbentuk dari tiga rantai polipeptida yang saling berpilin membentuk struktur *triple heliks* dengan susunan asam amino yang khas yaitu Gly-X-Y, pada posisi X adalah prolin dan posisi Y adalah hidroksiprolin (Friess, 1998).

Komposisi asam amino penyusun kolagen dapat dilihat pada Tabel 8. Kolagen kulit ikan patin memiliki komposisi asam amino yang paling dominan adalah glisin

dan prolin yaitu berturut-turut dengan nilai 19,45 % dan 11,78 %. Hasil penelitian ini selaras dengan kandungan asam amino kolagen dari kulit ikan *striped catfish* (*P. hypophthalmus*) yang paling dominan, yaitu glisin 30,9 % dan prolin 12,0 % (ASC); serta glisin 31,7 % dan prolin 12,6 % (PSC) (Singh *et al.* 2011). Nalinanon, Benjakul, Kishimura & Osako (2011) mengatakan kolagen tipe I mengandung asam amino glisin, alanin, dan prolin dalam jumlah yang tinggi, sedangkan asam amino tirosin dan histidin hanya terdapat dalam jumlah yang sedikit serta tidak mengandung sistin. Keberadaan sistin pada kolagen yang dihasilkan menunjukkan deproteinisasi belum berjalan optimal sehingga memungkinkan adanya keberadaan asam amino sistin. Penelitian ini dapat menggambarkan bahwa ekstrak protein yang dihasilkan dari kulit ikan patin sudah termasuk dalam kolagen karena memiliki komposisi asam amino glisin, alanin dan prolin dalam jumlah yang tinggi.

Tabel 6. Komposisi Asam Amino Kolagen dari Kulit Ikan patin

No	Asam Amino	Hasil (%)
1	Histidin	1,45
2	Serin	6,40
3	Arginin	10,12
4	Glisin	19,45
5	Aspartat	5,31
6	Glutamat	12,17
7	Threonin	2,86
8	Alanin	11,78
9	Prolin	9,95
10	Sistin	3,07
11	Lisin	2,77
12	Tirosin	1,84
13	Metionin	0,59
14	Valin	4,72
15	Isoleusin	1,52
16	Leusin	4,15
17	Fenilalanin	1,85

#### Analisis Gugus Fungsi dengan *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

Analisis FTIR yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan memastikan senyawa yang dihasilkan merupakan kolagen berdasarkan gugus-gugus fungsi

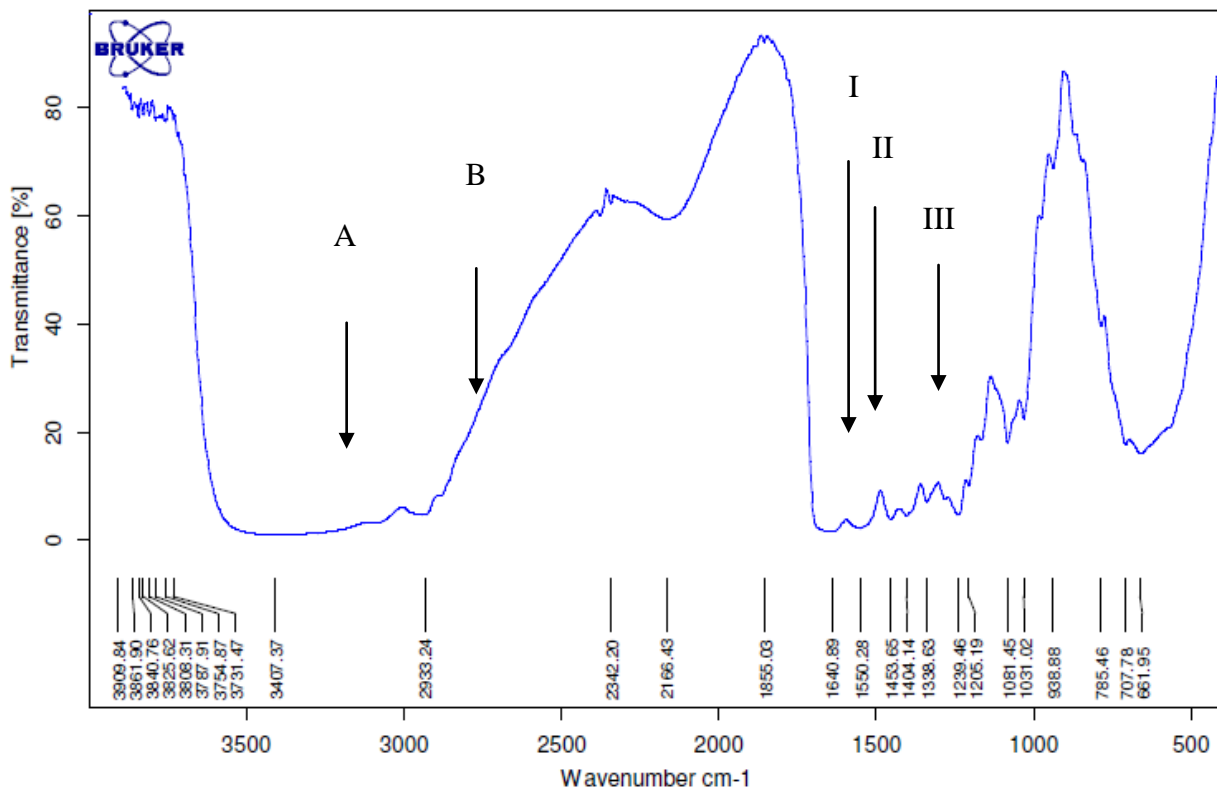
penyusunnya. Hasil spektrum *infrared* kolagen disajikan pada Gambar 3, sedangkan karakteristik gugus fungsi kolagen hasil analisis FTIR disajikan pada Tabel 7. Berdasarkan spektrum FTIR kolagen dari kulit ikan patin menunjukkan puncak-puncak serapan pada wilayah serapan amida yang meliputi amida A, amida B, amida I, amida II dan amida III. Puncak serapan amida A yang dimiliki kolagen dari kulit ikan patin terdeteksi pada bilangan gelombang  $3407,37 \text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan vibrasi *stretching* NH. Nagarajan, Benjakul, Prodpran, Songtipya, & Kishimura (2012) menyatakan bahwa bilangan gelombang normal yang dimiliki amida A, yaitu  $3400 \text{ cm}^{-1}$ –  $3440 \text{ cm}^{-1}$ . Ketika gugus N-H pada peptida dipengaruhi oleh ikatan hidrogen, posisinya akan bergeser ke frekuensi yang lebih rendah. Spektrum FTIR kolagen juga menunjukkan adanya puncak serapan pada bilangan gelombang  $2933,24 \text{ cm}^{-1}$  yang mengindikasikan adanya gugus khas kolagen, yaitu amida B. Coates (2000) menyatakan gugus amida B dengan wilayah serapan pada bilangan gelombang  $2915 \text{ cm}^{-1}$  –  $2935 \text{ cm}^{-1}$  atau  $2845 \text{ cm}^{-1}$  –  $2865 \text{ cm}^{-1}$ . Kong & Yu (2007) menyatakan bilangan gelombang yang mengindikasikan serapan amida B terbentuk dari asimetrikal *stretching* CH<sub>2</sub>.

Bilangan gelombang amida I yang terdeteksi pada kolagen dari kulit ikan patin, yaitu  $1640,89 \text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya vibrasi peregangan gugus C=O. Amida I merupakan gugus fungsi khas yang menyusun kolagen. Kong & Yu (2007) menyatakan bahwa amida I terdeteksi pada kisaran bilangan gelombang  $1600 \text{ cm}^{-1}$  –  $1690 \text{ cm}^{-1}$ . Nilai ini serupa dengan hasil yang diperoleh oleh Singh *et al.* (2011), ASC kulit ikan *stripped catfish* memiliki gugus amida I pada bilangan gelombang  $1651 \text{ cm}^{-1}$ , dan bilangan gelombang pada PSC kulit ikan *stripped catfish* lebih rendah yaitu,  $1649 \text{ cm}^{-1}$ . Muyonga *et al.* (2004b) menyatakan bahwa amida I terdiri dari empat komponen struktur sekunder protein, yaitu  $\alpha$ -heliks,  $\beta$ -sheet,  $\beta$ -turn, dan *random coil*. Kong & Yu (2007) mengungkapkan bahwa setiap kom-ponen dari struktur sekunder protein memiliki wilayah serapan

yang berbeda. Komponen  $\alpha$ -heliks ditunjukkan pada wilayah serapan bilangan gelombang 1654 dan 1658  $\text{cm}^{-1}$ ;  $\beta$ -sheet pada 1624 dan 1642  $\text{cm}^{-1}$ ;  $\beta$ -turn pada 1666, 1672, 1680, 1688  $\text{cm}^{-1}$ ; dan *random coil* pada  $1648 \pm 2$   $\text{cm}^{-1}$ . Berdasarkan hasil bilangan gelombang amida I pada kolagen kulit ikan patin menunjukkan bahwa kolagen yang dihasilkan memiliki struktur  $\beta$ -sheet. Hal ini mengindikasikan bahwa senyawa molekul yang dihasilkan dari proses ekstraksi dengan air pada suhu 40  $^{\circ}\text{C}$  merupakan kolagen dan belum terdegradasi menjadi bentuk gelatin. Gomez-Guillén *et al.* (2011) menyatakan bahwa denaturasi kolagen akibat proses pemanasan, menyebabkan rantai *triple heliks* kolagen secara sempurna bertransformasi menjadi rantai tunggal  $\alpha$ -heliks (gelatin).

Amida II yang merupakan gugus fungsi khas kolagen yang terdeteksi pada bilangan gelombang 1550,28  $\text{cm}^{-1}$ . Kong & Yu (2007) menyatakan wilayah serapan

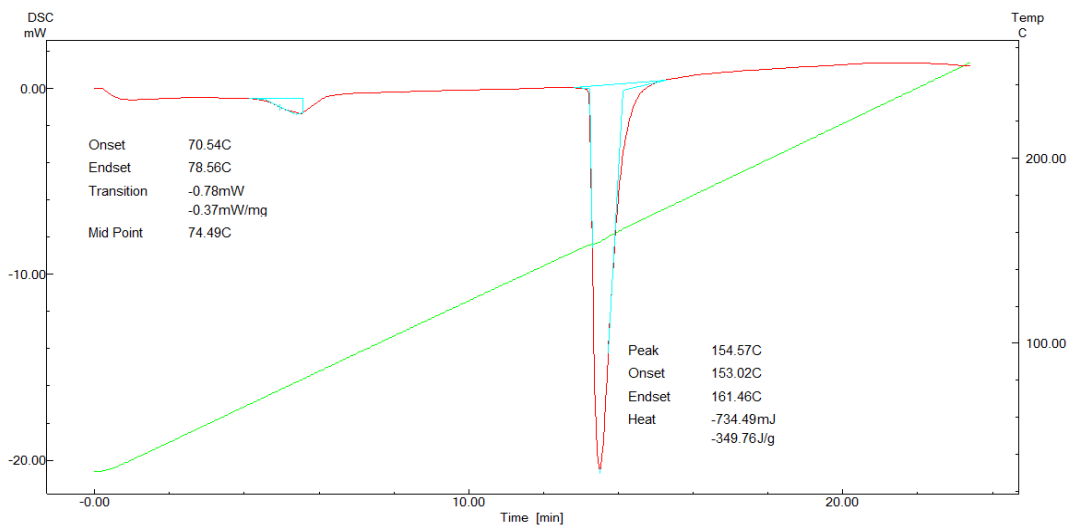
amida II, yaitu pada kisaran 1480  $\text{cm}^{-1}$  – 1575  $\text{cm}^{-1}$ . Adanya gugus Amida II menunjukkan adanya gugus CN *stretching* dan NH *bending*. Kong & Yu (2007) menyatakan Amida III memiliki wilayah serapan 1229  $\text{cm}^{-1}$ – 1301  $\text{cm}^{-1}$ . Wilayah serapan kolagen pada bilangan gelombang 1239,46  $\text{cm}^{-1}$  mengindikasikan adanya gugus fungsi amida III yang menunjukkan CH *stretching* dan NH *bending*. Nilai ini serupa dengan hasil yang diperoleh oleh Singh *et al.* (2011), ASC kulit ikan *stripped catfish* memiliki gugus amida III dengan bilangan gelombang 1242  $\text{cm}^{-1}$  dan nilai bilangan gelombang pada PSC kulit ikan *stripped catfish* lebih tinggi, yaitu 1244  $\text{cm}^{-1}$ . Muyonga *et al.* (2004b) menyatakan bahwa intensitas amida III berkaitan dengan adanya struktur *triple heliks*. Hal ini berarti bahwa ekstraksi kolagen kulit ikan patin dengan air pada suhu 40  $^{\circ}\text{C}$  belum mengubah kolagen menjadi gelatin yang ditandai dengan masih adanya struktur *triple heliks*.



Gambar 3. Spektrum *Infrared* Kolagen

Tabel 7. Karakteristik Gugus Fungsi Kolagen Hasil Analisis FTIR

No	Amida	Bilangan gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Wilayah serapan (cm <sup>-1</sup> )	Keterangan	Referensi
1	Amida A	3407,37	3300-3500	Vibrasi <i>stretching</i> NH	Muyonga, Cole, & Duodu, (2004a)
2	Amida B	2933,24	2915-2935	Asimetrimetrikal <i>stretching</i> CH <sub>2</sub>	Coates (2000)
3	Amida I	1640,89	1600-1690	Vibrasi <i>stretching</i> C=O	Kong dan Yu (2007)
4	Amida II	1550,28	1480-1575	CH <i>stretching</i> , NH <i>bending</i>	Kong dan Yu (2007)
5	Amida III	1239,46	1229-1301	CH <i>stretching</i> , NH <i>bending</i>	Kong dan Yu (2007)



Gambar 4. Kurva Hasil Analisis Termal Kolagen dari Kulit Ikan patin

**Analisis Termal**

Analisis termal digunakan untuk memahami sifat termodinamis material, sehingga dapat diketahui sifat material di bawah pengaruh pemanasan atau pendinginan, di bawah atmosfer reduksi atau oksidasi dan di bawah tekanan gas. Analisis termal dengan metode *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) dilakukan dengan mengukur perbedaan aliran panas pada sampel dan standar. Teknik ini biasa digunakan untuk mengukur fase-fase transisi, yaitu transisi gelas (T<sub>g</sub>), titik leleh (T<sub>m</sub>) dan suhu dekomposisi (T<sub>d</sub>) pada polimer.

Kurva hasil analisis termal dari kolagen kulit ikan patin dapat dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan kurva tersebut, kolagen memiliki transisi gelas pada suhu 74,49 °C dan suhu puncak pelelehan terjadi

pada 154,47 °C, sedangkan suhu awal dan akhir pelelehan adalah pada suhu 153,00 °C dan 161,46 °C. Hasil penelitian analisis termal ini sedikit lebih rendah, yaitu 154,47 °C dibandingkan dengan hasil penelitian Nur'aenah (2013) yang menunjukkan suhu puncak pelelehan kolagen kulit ikan pari terjadi pada suhu 165,88 °C. Perbedaan stabilitas termal dari kolagen ini dapat disebabkan oleh beberapa hal, yaitu komposisi dan susunan asam imino sebagai pembentuk struktur tersier kolagen (Ahmad dan Benjakul, 2010), musim penangkapan dan tingginya komposisi ikatan 1α pada struktur kolagen (Duan *et al.*, 2012), asal bahan baku (Karim dan Bhat, 2009), serta keberadaan garam-garam mineral (Komsa-Penkova, Koynova, Kostov & Tenchov, 1996).

## pH

Hasil pengukuran pH kolagen kulit ikan patin bersifat asam, yaitu 5,34 pada suhu ruang. Hasil tersebut lebih rendah dibandingkan dengan syarat mutu kolagen SNI 8076:2014 yaitu 6,5 – 8, namun sedikit lebih tinggi dari pH kolagen beberapa merk kolagen untuk kosmetik yang dilaporkan Peng, Glattauer, Werkmeister & Ramshaw (2004) yaitu berkisar antara 3,8 – 4,7, dan hampir mendekati bila dibandingkan dengan pH kolagen dari sisik ikan yaitu berkisar antar 5,5 – 6,6 (Hartati dan Kurniasari, 2010).

Selain itu, perbedaan nilai pH kolagen tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan jenis dan konsentrasi larutan yang digunakan, baik asam atau basa dan proses penetralan. Kombinasi proses asam dan basa cenderung menghasilkan pH mendekati netral (Zhou dan Regenstein, 2005). Proses penetralan yang dilakukan akan berpengaruh pada pH akhir kolagen, karena selain dapat mengurangi sisa-sisa larutan asam atau basa akibat perendaman, juga kemungkinan dapat ditimbulkan dari air yang digunakan untuk menetralkan kolagen tersebut. Air yang digunakan bersifat kurang mendekati netral, sehingga mengakibatkan nilai pH akhir kolagen yang dihasilkan kurang mendekati pH netral.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Perlakuan terbaik pada proses *pretreatment* dalam larutan NaOH adalah konsentrasi terkecil 0,05 M dengan rasio 1:10 (b/v) selama 10 jam.
2. Perlakuan terbaik pada proses hidrolisis dalam larutan asam asetat adalah konsentrasi terkecil 0,05 M dengan rasio 1:10 (b/v) selama 2 jam, dan ekstraksi dengan air pada suhu 40 °C dengan rasio 1:1 (b/v) selama 2 jam. Rendemen kolagen yang dihasilkan dari perlakuan terbaik tersebut adalah 12,15 %.
3. Karakteristik kimia kolagen dari kulit ikan patin meliputi analisis proksimat dan komposisi asam amino. Proksimat kolagen mengandung air 6,55%, abu 1,80%, protein 64,74% dan lemak 8,85%;

dan komposisi asam amino yang dominan terdapat pada kolagen adalah glisin, prolin, alanin, arginin dan glutamat. Karakteristik fisik kolagen yang dihasilkan adalah analisis FTIR menunjukkan adanya gugus amida A, amida B, amida I, amida II dan amida III, struktur *triple heliks* pada amida I dan amida III mengindikasikan bahwa senyawa yang dihasilkan adalah kolagen; analisis warna yang menunjukkan derajat putih kolagen kulit ikan patin adalah 66,39 %; analisis termal yang menunjukkan suhu puncak pelelehan adalah 154,47 °C dan nilai pH kolagen yaitu 5,34.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M., & Benjakul, S. (2010). Extraction and characterisation of pepsinsolubilised collagen from the skin of unicorn leatherjacket (*Aluterus monoceros*). *Food Chem*, 120, 817-824.
- Association of Official Analytical Chemist. (1995). *Official methods of analysis*. Washington, DC: The Association of Official Analytical Chemist. Inc.
- Association of Official Analytical Chemist. (2005). *Official methods of analysis (18 Edn)*. Mayland. USA: Association of Official Analytical Chemist Inc.
- Apriyantono, A., Fardiaz, D., Puspitasari, N.L., Yasni, S., & Budiyanto, S. (1989). *Analisis pangan*. Bogor: IPB Press.
- Ariesta, C. (2014). *Ekstraksi dan karakterisasi kolagen dari kulit ikan cobia (Rachycentron canadum) (skripsi)*. Bogor: Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB.
- Chai, H.J., Li, J.H., Huang, H.N., Li, T.L., Chan, Y.L., Shiau, C.Y., & Wu1, C.J. (2010). Effects of sizes and conformations of fish-scale collagen

- peptides on facial skin qualities and transdermal penetration efficiency. *J Biomed Biotechnol*, 2010, 1-9. doi:10.1155/2010/757301.
- Coates, J. (2000). *Interpretation of infrared spectra, a practical approach*. Di dalam: Meyers RA, editor. *Encyclopedia of Analytical Chemistry*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- Duan, R., Zhang, J., Li, J., Zhong, X., Konno, K., & Wen, H. (2012). The effect of the subunit composition on the thermostability of collagens from the scales of freshwater fish. *Food Chem*, 135, 127-132.
- Friess, W. (1998). Collagen – biomaterial for drug delivery. *Eur J Pharm Biopharm*, 45, 113-136.
- Gaurav, S. (2003). *Digital color imaging handbook*. CRC Press. ISBN 084930900X.
- Gime´nez, B., Turnay, J., Lizarbe, M.A., Montero, P., & Go´mez-Guillen, M.C. (2005). Use of lactic acid for extraction of fish skin gelatin. *Food Hydrocolloid*, 19, 941-950
- G´omez-Guill´en, M.C., Turnay, J., Fern´andez-D´iaz, M.D., Ulmo, N., Lizarbe, M.A., & Montero, P. (2002). Structural and physical properties of gelatin extracted from different marine species: a comparative study. *Food Hydrocolloid*, 16, 25-34.
- Haris, M.A. (2008). *Pemanfaatan limbah tulang ikan nila (Oreochromis niloticus) sebagai gelatin dan pengaruh lama penyimpanan pada suhu ruang (skripsi)*. Bogor: Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB.
- Hartati I., & Kurniasari, L. (2010). Kajian produksi kolagen dari limbah sisik ikan secara ekstraksi enzimatis. *Momentum*, 6 (1), 33-35.
- Jamilah, B., Hartina, M.U., Hashim, D.M., & Sazili, A.Q. (2013). Properties of collagen from barramundi (*Lates calcarifer*) skin. *International Food Research Journal* 20 (2), 835-842.
- Jaswir, I., Monsur, H.A., & Salleh, H.M. (2011). Nano-structural analysis of fish collagen extracts for new process development. *Afr J Biotechnol*, 10 (81), 18847- 18854.
- Karim, A.A., & Bhat, R. (2009). Fish gelatin: properties, challenges, and prospects as an alternative to mammalian gelatins. *Food Hydrocolloid*, 23, 563-576.
- Komsa-Penkova, R., Koynova, R., Kostov, G., & Tenchov, B.G. (1996). Thermal stability of calf skin collagen type I in salt solutions. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1297, 171-181.
- Kong, J., & Yu, S. (2007). Fourier transform infrared spectroscopic analysis of protein secondary structures. *Acta bioch bioph sin*, 39 (8), 549-559.
- Lee, C.H., Singla, A., & Lee, Y. (2001). Biomedical applications of collagen. *Int J Pharm*, 221, 1-22.
- Mahardika, S. (2013). *Isolasi dan karakterisasi kolagen nanopartikel dari kulit ikan cucut bambu (Chiloscyllium punctatum) (skripsi)*. Bogor: Program Studi Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan, IPB.
- Martianingsih, N., & Atmaja, L. (2009). *Analisis sifat kimia, fisik, dan termal gelatin dari ekstraksi kulit Ikan pari (himantura gerrardi) melalui variasi jenis larutan asam*. Prosiding KIMIA FMIPA – ITS.
- Muyonga, J.H., Cole, C.G.B., & Duodu, K.G. (2004a). Characterisation of

- acids soluble collagen from skins of young and adult Nile perch (*Lates niloticus*). *Food Chemistry* 85(1), 81-89.
- Muyonga, J.H., Cole, C.G.B., & Duodu, K.G. (2004b). Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopic study of acid soluble collagen and gelatin from skins and bones of young and adult Nile perch (*Lates niloticus*). *Food Chem*, 86, 325-332.
- Nagarajan, M., Benjakul, S., Prodpran, T., Songtipya, P., & Kishimura, H. (2012). Characteristics and functional properties of gelatin from splendid squid (*Loligo formosana*) skin as affected by extraction temperatures. *Food Hydrocolloids*, 29, 389-397.
- Nalinanon, S., Benjakul, S., Kishimura, H., & Osako, K. (2011). Type I collagen from the skin of ornate threadfin bream (*Nemipterus hexodon*): Characteristics and effect of pepsin hydrolysis. *Food Chem*, 125, 500-507.
- Nur'aenah, N. (2013). *Ekstraksi dan karakterisasi kolagen dan nanopartikel kolagen dari kulit ikan pari (Pastinachus solocirostris) sebagai bahan baku kosmetik (tesis)*. Bogor: Sekolah Pascasarjana, IPB.
- Peng, Y., Glattauer, V., Werkmeister, J.A., & Ramshaw, J.A.M. (2004). Evaluation for collagen products for cosmetic application. *J Cosmestic Sci*, 55, 327-341.
- Potaros, T., Raksakulthai, N., Runglerdkreangkrai, J., & Worawattanamateekul, W. (2009). Characteristics of collagen from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) skin isolated by two different methods. *Kasetsart Journal*, 43, 584-593.
- See, S.F., Hong, P.K.L., Wan, A.W.M., & Babji, A.S. (2010). Physicochemical of gelatins extracted from skin of different freshwater fish species. *International Food Research Journal*, 17, 809-816.
- Shon, J., Ji-Hyun, E., Hwang, S.J., & Jong-Bang, E. (2011). Effect of processing conditions on functional properties of collagen powder from Skate (*Raja kenoeji*) skins. *Food Sci Biotechnol*, 20 (1), 99-106.
- Sistem Informasi Diseminasi Data Statistik Kelautan dan Perikanan. (2013). *KKP targetkan produksi patin 11 juta ton*. Diperoleh dari [www.antaraneews.com](http://www.antaraneews.com).
- Singh, P., Benjakul, S., Maqsood, S., & Kishimura, H. (2011). Isolation and characterisation of collagen extracted from the skin of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Food Chem*, 124, 97-105.
- Standar Nasional Indonesia 01-2891-1992. (1992). *Cara uji makanan dan minuman*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia 01-4866.-1998. (1998). *Cara uji cemaran arsen dalam makanan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia 01-2354.6-2006. (2006a). *Cara uji kimia Bagian 6: Penentuan kadar logam berat merkuri (Hg) pada produk perikanan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia 01-2354.7-2006. (2006b). *Cara uji kimia Bagian 7: Penentuan kadar logam berat timbal (Pb) pada produk perikanan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia 7387-2009. (2009). *Batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia 8076:2014. (2014). *Kolagen Kasar dari Sisik Ikan – Syarat Mutu dan Pengolahan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

- Songchotikunpan, P., Tattiyakul, J., & Supaphol, P. (2008). Extraction and electrospinning of gelatin from fish skin. *Int J Biol Macromol*, 42, 247-255.
- Steel, R.G.D., & Torrie, J.H. (1993). *Prinsip dan Prosedur Statistika, Suatu Pendekatan Biometrik*. Sumantri B, penerjemah. Terjemahan dari : *Principles and Procedures of Statistics*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Thitipramote, N., & Rawdkuen, S. (2011). Histological structure and chemical composition of the farmed giant catfish's skin. *J of Microsc soc Thai*, 4(2), 89-93.
- Yoshimura, K., Terashima, M., Hozan, D., & Shirai, K. (2000). Preparation and dynamic viscoelasticity characterization of alkali-solubilized collagen from shark skin. *J Agric Food Chem*, 48, 685-690.
- Zhou, P., & Regenstein, J.M. (2005). Effects of alkaline and acid pretreatments on alaska pollock skin gelatin extraction. *J Food Sci*, 70 (6), C392-C396.

## PARAMETER FISIKA DAN KIMIA AIR KOLAM IKAN NILA HITAM (*Oreochromis niloticus*)

Meilinda Pramleonita<sup>1)\*</sup>, Nia Yuliani<sup>2)</sup>, Ridha Arizal<sup>3)</sup>, dan Supriyono Eko Wardoyo<sup>3)</sup>  
<sup>1)</sup>Laboratorium BABE (Bioavailabilitas and Bioekivalen), Fakultas Farmasi, Universitas  
Indonesia Depok  
<sup>2)</sup>Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas Nusa Bangsa Bogor  
<sup>3)</sup>Program Studi Kimia, FMIPA, Universitas Nusa Bangsa Bogor  
\*e-mail:meilindapramleonita@gmail.com

### ABSTRACT

#### *Physical and Chemical Parameters of Water Pond for Black Nile Tilapia Fish (Oreochromis niloticus)*

Water is a natural resource that is essential for the survival of fish. Fish need good water conditions in order to be healthy and growing optimally. Tilapia is a freshwater fish that has a great tolerance towards the environment, therefore it is highly appreciated by fish farmers in Indonesia. Study of physical and chemical parameters of water were conducted due to lack of studies about water quality of tilapia fish pond. The measurements were based on a sampling of water, at the morning and afternoon. The study about the pond water quality was expected to assist fish farmers for getting information about the quality of water of tilapia fish pond in physical and chemical characteristics, so they can increase fish production. The water sampling method was Grab (momentarily) method. Physical parameters of water samples identified in the study were colour by visual method, temperature using a thermometer device, and brightness using the secchi disk. The chemical parameters were pH using a pH meter, dissolved oxygen (DO) level by Winkler method, total hardness by Titrimetric method and ammonia level by spectrophotometric method using UV-Visible. The results showed the water quality of tilapia fish pond in the area Laladon – Bogor was not yet qualified for a good fish pond water based on ISO 7550: 2009 Production of tilapia growing level in water pond, for parameter Ammonia levels should be <0.02 mg/L, and based on PPNo.8, on water Quality Standard by 2001.

*Keywords: Tilapia, pond water quality*

### ABSTRAK

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kelangsungan hidup ikan. Ikan membutuhkan air dengan kondisi yang baik agar dapat hidup sehat dan tumbuh secara optimal sehingga dapat meningkatkan kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikannya. Ikan nila merupakan ikan air tawar yang memiliki nilai toleransi yang besar terhadap lingkungannya sehingga sangat diminati oleh petani ikan di Indonesia. Studi parameter fisika dan kimia pada air kolam ikan nila dilakukan karena kurangnya peninjauan terhadap kualitas air kolam ikan nila. Peninjauan dilakukan berdasarkan waktu pengambilan sampel air, yaitu pada pagi dan siang hari. Peninjauan kualitas air kolam diharapkan dapat membantu para petani ikan mendapatkan informasi mengenai kelayakan kolam ikan nila secara fisika dan kimia sehingga dapat meningkatkan produksi ikan. Metode yang dilakukan untuk pengambilan sampel air adalah metode *Grab* (sesaat). Pengujian sampel air secara fisika dilakukan secara visual untuk parameter warna, suhu, dan metode *secchi disk* untuk parameter kecerahan. Pengujian parameter kimia dilakukan pengukuran pH, *dissolved oxygen* (DO) dengan metode Winkler, kesadahan total dengan metode titrimetrik dan kadar ammonia dengan alat spektrofotometer *UV-Visible*. Hasil penelitian menunjukkan kualitas air kolam ikan nila di daerah Laladon – Bogor belum memenuhi syarat untuk air kolam ikan yang baik berdasarkan SNI 7550:2009 tentang Produksi ikan nila tingkat pembesaran di kolam air tenang dengan kadar Ammonia <0,02 mg/L, dan berdasarkan Baku Mutu PPNo.82 tahun 2001.

Kata kunci : Ikan nila, Kualitas air kolam

### PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia dan makhluk lainnya, fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan

oleh senyawa apapun. Air banyak sekali dimanfaatkan oleh manusia untuk kelangsungan hidup seperti keperluan rumah tangga, industri, pertanian, perikanan, dan lain-lain. Peranan air sangat penting bagi makhluk hidup terutama ikan yang

berhabitat di dalam air. Sebagian besar ikan sangat peka terhadap perubahan lingkungan perairan, sehingga kualitas dari air yang digunakan sebagai habitatnya sangat penting. Kualitas air diartikan sebagai kesesuaian air untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan (Ahmad, 2004).

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) memiliki toleransi yang tinggi terhadap perubahan lingkungan hidupnya, sehingga bisa dipelihara di dataran rendah yang berair payau maupun dataran yang tinggi dengan suhu yang rendah, serta tahan terhadap kekurangan oksigen terlarut di air (Trewavas, 1986). Walaupun demikian, kualitas air kolam dari ikan nila tersebut harus diperhatikan karena berpengaruh untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhannya. Berdasarkan hal di atas, maka dilakukan studi parameter fisika dan kimia air kolam ikan nila di daerah Laladon Bogor.

Parameter Fisika dan Kimia sangat berpengaruh untuk kelangsungan hidup ikan, salah satu parameter yang dilihat secara fisika adalah warna, suhu, dan kecerahan. Parameter kimia yang dilihat antara lain pH, *dissolved oxygen*/oksigen terlarut (DO), kesadahan (*Hardness*), karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ), dan Ammonia untuk parameter kimia.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kualitas air kolam ikan nila yang ditinjau dari sifat fisika dan kimianya dengan waktu pengambilan sampel yang berbeda yaitu pada pagi dan siang hari.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah sampel air kolam ikan nila, larutan penyangga pH 4,0; 7,0; dan 10,0; larutan  $\text{AgNO}_3$  0,28 N, indikator  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ , indikator ErioBlack-T, larutan  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  0,01 M, larutan sodium karbonat 0,1 N, larutan buffer fosfat, larutan magnesium sulfat, larutan kalsium klorida, larutan feri klorida, larutan suspensi mikroba, larutan tiosulfat, larutan amilum, larutan  $\text{MnSO}_4$ , larutan alkali iodide azida, larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , serbuk

$\text{HgSO}_4$ , larutan kalium dikromat 0,25 N, pereaksi asam sulfat-perak sulfat, indikator ferroin dan larutan fero ammonium sulfat 0,1 N,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  0,05 N, fenol 10%, natrium nitroprussida, larutan alkalin sitrat, Natrium hipoklorit ( $\text{NaClO}$ ) 5%, larutan oksidator, Larutan baku ammonia 10 mg/L.

Peralatan yang digunakan antara lain Spektrofotometer *UV-Visible*, pH meter, termometer, *Secchi disk*, neraca analitik, botol Winkler 250ml, jerigen 5L, *ice box*, dan peralatan gelas lainnya.

### Metode

Tahapan penelitian meliputi pengambilan sampel di lapangan dengan Metode *Grab* (Sesaat) berdasarkan SNI 03-7016-2004, pengukuran *insitu* (di tempat) untuk parameter warna, kecerahan, suhu, dan pH, serta pengukuran *eksitu* (di laboratorium) untuk parameter DO,  $\text{CO}_2$ , kesadahan, dan Ammonia.

### 1. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel pada titik *inlet* dilakukan dengan menampung air yang keluar dari saluran air dengan menggunakan ember, kemudian dimasukkan ke dalam jerigen 5 liter. Penentuan titik sampel pada kolam pembesaran dan kolam pemeliharaan benih, dilakukan dengan pengambilan sampel pada tiga titik sampel yaitu pada tepi kiri, tepi kanan, dan tengah kolam. Pada masing – masing titik diambil air kolam sebanyak 1 liter dengan volume 500 mL di bagian bawah dan 500 mL di atas permukaan air kolam. Sampel diambil sebanyak 1 kali di masing - masing lokasi, diaduk dalam ember kemudian dimasukkan ke dalam jerigen 5 liter.

Pengambilan sampel pada titik *outlet* dilakukan pada satu titik, hal tersebut dilakukan karena kolam *outlet* berukuran kecil, sampel diambil sebanyak 5 liter dengan volume 2500 mL di bagian bawah dan 2500 mL di bagian permukaan. Sampel kemudian diberi kode mengenai lokasi dan waktu pengambilan sampel.

Pengambilan sampel dilakukan dengan perbedaan waktu yaitu, pagi pukul 06.00, dan siang pukul 14.00. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan dengan rentang waktu 1 minggu disetiap

pengambilan sampel. Untuk analisis parameter DO, kesadahan, CO<sub>2</sub>, BOD, dan ammonia, sampel dipisahkan dan diawetkan menggunakan asam sulfat hingga pH<2 dan dimasukkan kedalam *ice box*. Parameter yang dilakukan secara *in situ* (dilakukan di lapangan) adalah warna, suhu, pH, dan kecerahan.

## 2. Parameter Fisika :

- a. Warna: Parameter warna dilakukan dengan melihat dengan menggunakan mata telanjang warna pada air kolam tersebut.
- b. Suhu (SNI 06-6989.23-2005): Parameter suhu kolam dilakukan di lokasi dengan menggunakan termometer biasa.
- c. Kecerahan: Pengukuran parameter kecerahan dilakukan dengan menggunakan alat *Secchi Disk* (Yahuli, Pangemanan, dan Rompas, 2014)

## 3. Parameter Kimia :

- a. pH (SNI 06-6989.11-2004): Pengukuran pH dilakukan dengan alat pH meter.
- b. *Dissolved Oxygen* (DO) (secara yodometri SNI 06-6989.14-2004): Pengukuran dilakukan dengan metoda Winkler.
- c. Kesadahan total, (SNI 06-6989.12-2004): Parameter ini dilakukan dengan metoda titrimetrik
- d. Karbondioksida (CO<sub>2</sub>): Parameter ini dilakukan dengan menggunakan metode titrimetri (Wahyurini, 2012)

- e. Ammonia dengan menggunakan metode spektrofotometri, SNI 06-6989.30-2005.

Larutan blanko yang sering digunakan dalam spektrofotometri adalah semua pelarut yang digunakan untuk melarutkan sampel atau pereaksi (Rohman, 2009). Hukum Lambert-Beer (Beer's law) digunakan untuk melihat hubungan linearitas antara absorban dengan konsentrasi larutan analit (Dachriyanus, 2004).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Kualitas Air Kolam Ikan Nila Berdasarkan Sifat Fisika

#### 1. Warna

Pada pagi hari air kolam cenderung berwarna coklat, tetapi ketika siang hari warna air kolam mulai berubah menjadi coklat kehijauan (Tabel 1). Menurut Ariawan dan Poniran (2004), warna coklat muda pada air kolam pembesaran dan kolam pemeliharaan benih pada pagi hari minggu pertama dan minggu ketiga serta pada siang hari minggu kedua, menunjukkan bahwa kolam mempunyai kualitas baik sehingga harus dipertahankan. Sedangkan, pada pagi hari minggu kedua, warna air kolam pembesaran dan kolam pemeliharaan benih berwarna coklat tua. Hal tersebut disebabkan oleh turunnya hujan pada malam sebelum dilakukannya pengamatan, sehingga air kolam harus diencerkan.

Tabel 1. Data Warna dari dua lokasi objek penelitian pagi dan siang hari

Waktu (Minggu ke)	Warna			
	KP Pagi	KP Siang	KPB Pagi	KPB siang
1	Coklat muda	Coklat kehijauan	Coklat muda	Coklat kehijauan
2	Coklat tua	Coklat muda	Coklat tua	Coklat muda
3	Coklat muda	Coklat kehijauan	Coklat muda	Coklat kehijauan

Keterangan :

KP : Kolam Pembesaran

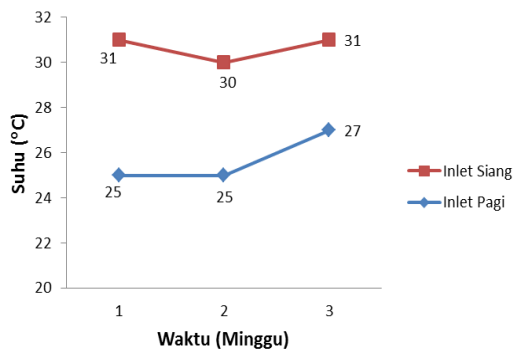
KPB : Kolam Pemeliharaan Benih

Warna air kolam pembenihan dan kolam pemeliharaan benih pada siang hari minggu pertama dan ketiga terjadi perubahan, air kolam menjadi berwarna coklat kehijauan. Hal ini disebabkan sebelum dilakukan pengamatan, ikan diberi pakan berupa sayur-sayuran, sehingga terjadi proses ekstrak bahan organik dalam air, dan menghasilkan warna kehijauan di dalam air. Oleh karena itu, air kolam harus diencerkan.

Menurut Ariawan dan Poniran (2004), terjadinya perubahan warna dalam air disebabkan keberadaan material lain seperti mineral, organisme yang hidup di dalam air, ekstrak senyawa-senyawa organik dan tumbuh-tumbuhan. Perubahan yang terjadi diakibatkan oleh lingkungan, cuaca, dan material lain yang berada di dalam air.

## 2. Suhu

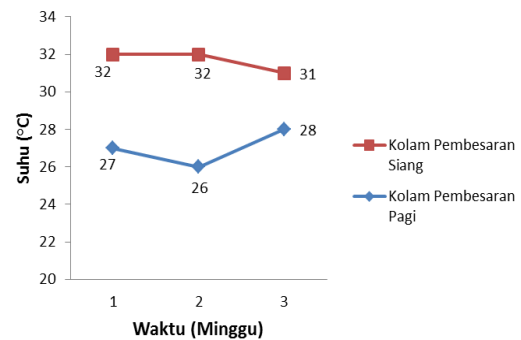
Nilai suhu di lokasi *outlet* pada siang hari di minggu pertama sebesar 33°C. Suhu tersebut melewati batas persyaratan SNI 7550:2009 yaitu 25–32 °C. Berdasarkan hasil pengamatan nilai suhu pada titik *inlet*, kolam pembesaran dan kolam pemeliharaan benih pada pagi dan siang menghasilkan perbedaan suhu, tetapi nilai suhu tersebut masih masuk ke dalam persyaratan SNI 7550 : 2009.



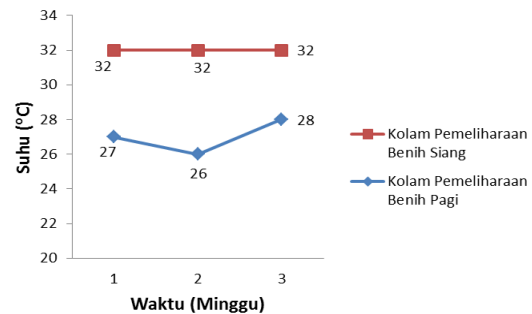
Gambar 1. Nilai Suhu *Inlet*

Suhu yang semakin tinggi dalam suatu perairan, maka kelarutan oksigen akan semakin rendah, dan daya racun semakin tinggi. Kenaikan suhu air kolam ikan nila pada siang hari dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, cuaca, dan angin. Intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam

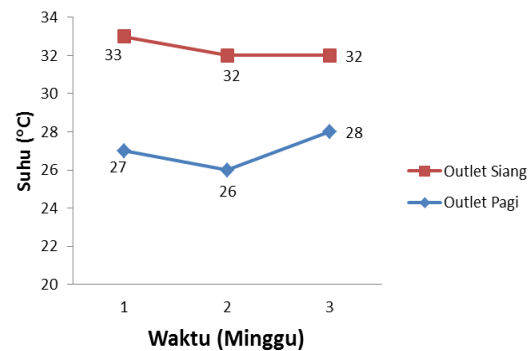
permukaan dapat menyebabkan terjadinya perubahan suhu pada pagi dan siang hari.



Gambar 2. Nilai Suhu Kolam Pembesaran



Gambar 3. Nilai Suhu Kolam Pemeliharaan Benih



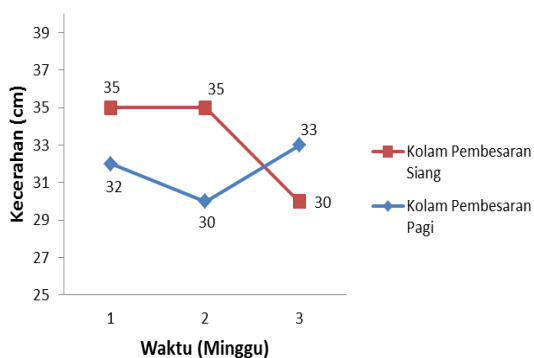
Gambar 4. Nilai Suhu Kolam *Outlet*

Fardiaz (1992) menyatakan bahwa kenaikan suhu akan mengakibatkan penurunan jumlah oksigen terlarut di dalam air, dan akan meningkatkan kecepatan reaksi kimia, dan dapat menyebabkan ikan dan biota air lainnya mengalami kematian apabila suhu melampaui batas suhu tertentu (32°C).

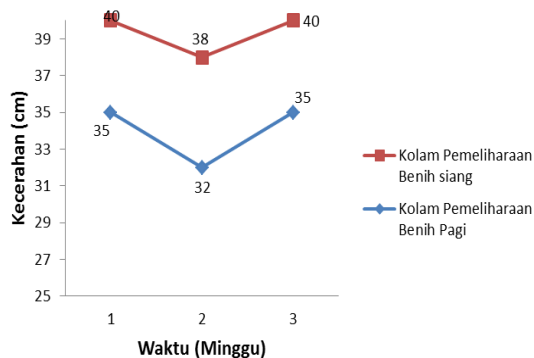
Ikan adalah binatang yang bersifat poikilothermik, suhu badannya sama atau  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  dari suhu air, sehingga metabolisme berkorelasi dengan suhu air. Itulah sebabnya suhu akan mengontrol laju metabolik dan tingkat kelarutan gas.

### 3. Kecerahan

Pengamatan terhadap parameter kecerahan hanya dilakukan pada lokasi kolam pembesaran dan kolam pemeliharaan benih. Kisaran nilai kecerahan yang diperoleh selama penelitian pada lokasi kolam pembesaran (Gambar 5), dan kolam pemeliharaan benih (Gambar 6) masih memenuhi persyaratan SNI 7550 : 2009, yaitu 30 – 40 cm.



Gambar 5. Nilai Kecerahan Kolam Pembesaran



Gambar 6. Grafik Nilai Kecerahan Kolam Pemeliharaan Benih

Kecerahan pada kolam pembesaran mengalami penurunan pada siang hari di minggu ketiga (Gambar 5), penurunan terjadi karena proses pembersihan lingkungan kolam, sehingga menyebabkan

sampah lainnya (rumput dan daun) masuk ke dalam kolam pembesaran.

Pada kolam pemeliharaan benih, kecerahan mengalami penurunan pada minggu kedua (Gambar 6). Penurunan tersebut dikarenakan turunnya hujan pada malam hari sebelum pengamatan, sehingga menyebabkan air kolam sedikit keruh. Kenaikan kecerahan pada siang hari dikarenakan naiknya posisi matahari, sehingga intensitas cahaya yang masuk ke dalam air kolam semakin meningkat. Nilai untuk pengamatan kecerahan masih dalam memenuhi persyaratan SNI 7550 : 2009, yaitu 30 – 40 cm.

Menurut Ariawan dan Poniran (2004), nilai kecerahan di atas 35 cm tergolong kurang baik, karena diasumsikan terjadinya pengurangan plankton dan fitoplankton, sehingga air akan semakin transparan dan dapat menaikkan suhu air. Kecerahan dipengaruhi oleh zat-zat terlarut dalam air. Makin besar kecerahan air, maka penetrasi cahaya juga makin tinggi, sehingga proses fotosintesis bisa berlangsung semakin dalam. Akan tetapi semakin besar nilai kecerahan pada suatu perairan, maka suhu air semakin besar.

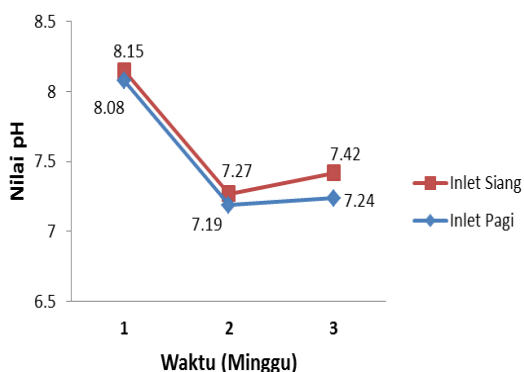
## B. Kualitas Air Kolam Ikan Nila Berdasarkan Sifat Kimia

### 1. pH (Derajat keasaman)

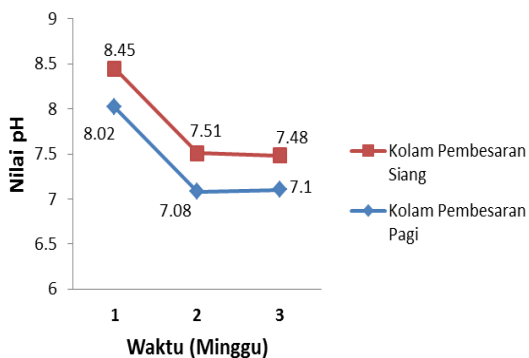
Berdasarkan hasil pengamatan nilai pH pada keempat lokasi (Gambar 7, 8, 9 & 10) pada pagi dan siang hari didapatkan nilai pH yang berbeda. Nilai pH terendah air kolam yaitu 6,95 pada pagi hari dan pH tertinggi yaitu 8,69 pada siang hari pada kolam pemeliharaan benih. Nilai tersebut tidak memenuhi persyaratan SNI 7550 : 2009, yaitu sebesar 6,5 – 8,5.

Kenaikan pH terjadi pada siang hari menunjukkan terjadinya proses kimia dan biologi berupa proses fotosintesis dari fitoplankton, mikroalga, dan tanaman air lainnya yang menghasilkan  $\text{O}_2$ , sehingga nilai pH air kolam tersebut naik. Sedangkan, pada waktu malam hari sampai menjelang pagi hari, semua biota di dalam air

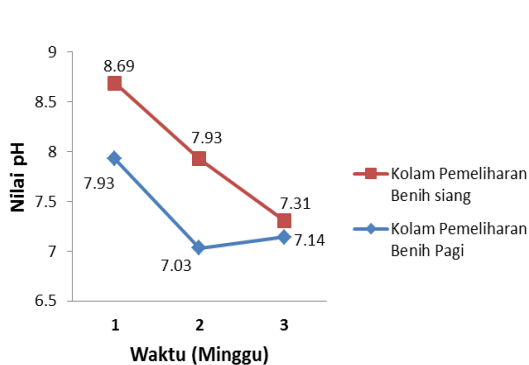
termasuk ikan yang sedang dibudidayakan mengalami respirasi, sehingga menghasilkan senyawa CO<sub>2</sub> yang menyebabkan pH air kolam tersebut turun. Selain itu, pada siang hari banyaknya daun, sampah, dan kotoran binatang masuk ke dalam kolam pemeliharaan benih menyebabkan nilai pH naik. Dampak perubahan pH secara ekstrem dan melebihi standar acuan, dapat menyebabkan terganggunya metabolisme, pertumbuhan menurun, dan ikan mudah terserang penyakit dan stress (Hikmat, 2002).



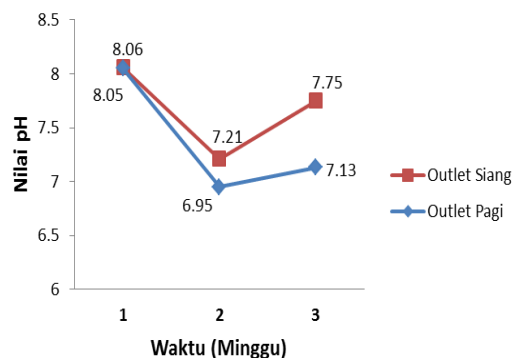
Gambar 7. Nilai pH Inlet



Gambar 8. Nilai pH Kolam Pembesaran



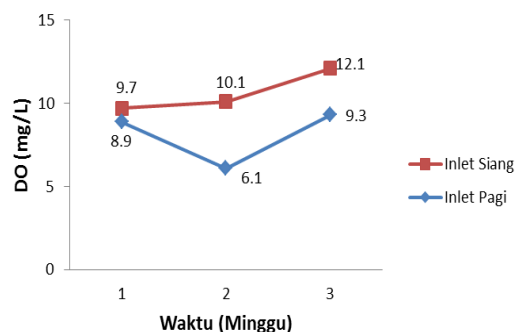
Gambar 9. Nilai pH Kolam Pemeliharaan Benih



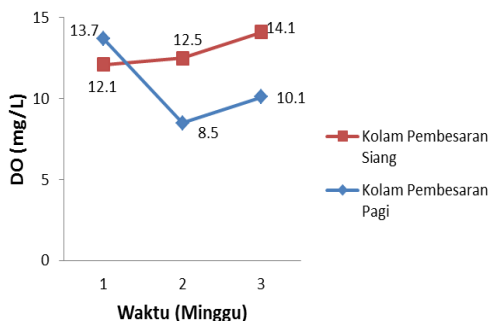
Gambar 10. Nilai pH Outlet

## 2. Dissolved Oxygen (DO)

Berdasarkan hasil pengamatan untuk kadar DO di keempat lokasi pada pagi dan siang hari (Gambar 11, 12, 13, &14) didapatkan kadar yang berbeda. Kenaikan kadar DO terjadi pada waktu siang. Kadar DO terendah 6,1 mg/L, dan tertinggi 14,5 mg/L. Kisaran kadar DO yang diperoleh selama penelitian pada keempat lokasi tersebut memenuhi persyaratan SNI 7550 : 2009, yaitu minimal 3 mg/L.



Gambar 11. Kadar DO Inlet

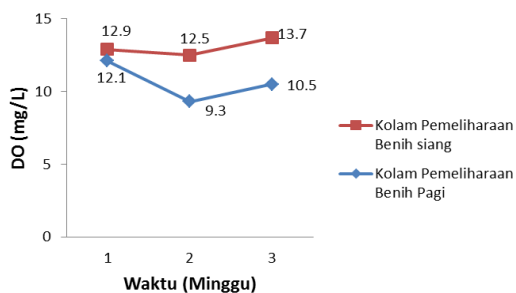


Gambar 12. Kadar DO Kolam Pembesaran

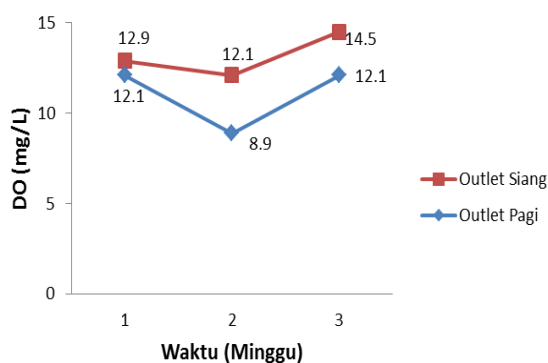
Tabel 2. Pengaruh pH terhadap kehidupan ikan

No.	Kisaran pH	Pengaruh Terhadap Ikan
1.	4 – 5	Tingkat keasaman yang mematikan dan tidak ada Reproduksi
2.	5 – 6,5	Pertumbuhan lambat
3.	6,5 – 9	Baik untuk reproduksi

Sumber : (Afrianto dan Liviawati, 1992).



Gambar 13. Kadar DO Kolam Pemeliharaan Benih



Gambar 14. Kadar DO Outlet

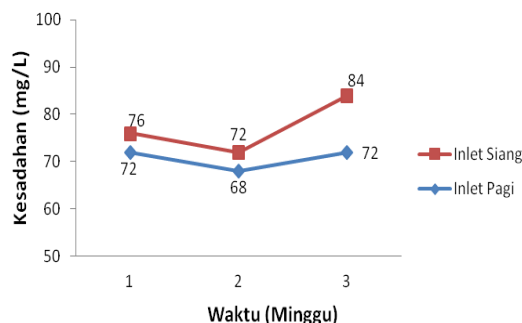
Pada siang hari kenaikan kadar DO disebabkan oleh fitoplankton, mikroalga, dan tumbuhan air lainnya yang berada di kolam budidaya melakukan proses fotosintesis sehingga menghasilkan gas O<sub>2</sub>, akibatnya kadar DO pada siang hari meningkat. Sedangkan pada malam sampai menjelang pagi hari biota air seperti ikan melakukan proses respirasi yang menghasilkan gas CO<sub>2</sub>, sehingga kadar DO pada pagi hari cenderung lebih rendah dibandingkan siang hari.

Ketersediaan oksigen bagi biota air menentukan lingkaran aktivitasnya, konversi pakan, demikian juga laju pertumbuhan bergantung pada oksigen. Kekurangan oksigen dalam air dapat mengganggu kehidupan biota air, termasuk pertumbuhannya. Upaya untuk mengontrol

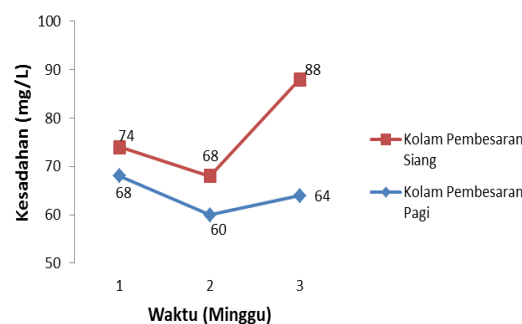
kadar oksigen yang masuk ke dalam perairan dapat dilakukan dengan pembuatan kincir pada kolam budidaya, atau dengan mengalirkan air pada kolam. Kincir tersebut bertujuan untuk memperbanyak bidang kontak udara yang masuk dalam air dengan cara memecah udara, sehingga udara menjadi butiran kecil- kecil, atau bisa juga dengan mengalirkan air dengan cara membuat tiruan air terjun yang bertujuan untuk memperpanjang bidang gesek antar udara dengan air (Gufran dan Tancung, 2007).

### 3. Kesadahan

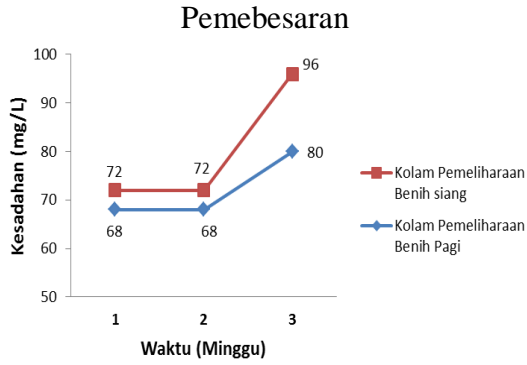
Hasil pengamatan untuk kadar kesadahan di keempat lokasi pada pagi dan siang hari (Gambar 15, 16, 17, & 18) didapatkan kenaikan kadar kesadahan pada siang hari. Kadar kesadahan terendah yaitu sebesar 58 mg/L dan kadar tertinggi yaitu 96 mg/L.



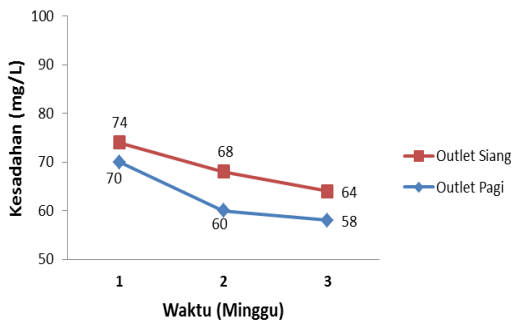
Gambar 15. Kadar Kesadahan Inlet



Gambar 16. Kadar Kesadahan Kolam

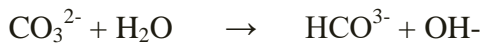


Gambar 17. Kadar Kesadahan Kolam Pemeliharaan Benih



Gambar 18. Kadar Kesadahan *Outlet*

Menurut Syafridiman (2009), kadar kesadahan hampir tidak mempengaruhi budidaya ikan yang berada di dalam kolam, akan tetapi kesadahan mempengaruhi keberadaan unsur-unsur hara yang diperlukan oleh fitoplankton sebagai produsen primer. Kenaikan kadar kesadahan pada siang hari dikarenakan terjadinya proses fotosintesis oleh mikroalga, fitoplankton, plankton dan organisme air dengan menggunakan CO<sub>2</sub>. Senyawa CO<sub>2</sub> diubah menjadi senyawa bikarbonat (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) dengan reaksi sebagai berikut :



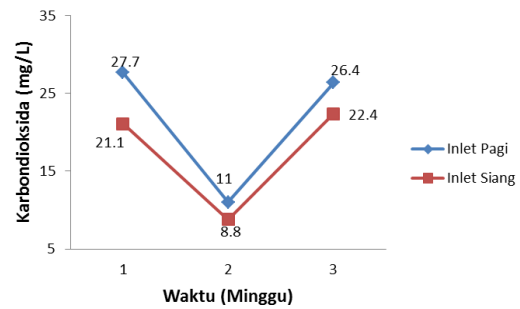
#### 4. Karbondioksida (CO<sub>2</sub>)

Hasil pengamatan untuk kadar CO<sub>2</sub> pada keempat lokasi pada pagi dan siang hari (Gambar 19, 20, 21, & 22) didapatkan kadar CO<sub>2</sub> yang berbeda. Kadar CO<sub>2</sub> terendah dalam air kolam yaitu sebesar 8,8 mg/L dan kadar tertinggi yaitu 35,2 mg/L.

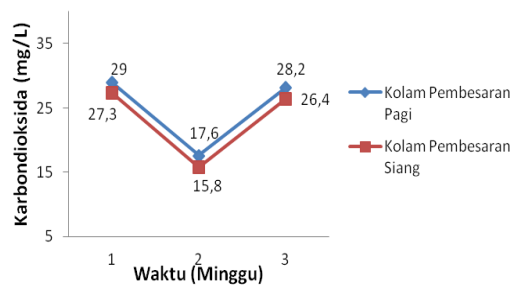
Konsentrasi CO<sub>2</sub> yang tinggi akan berdampak pada ginjal ikan.

Ikan nila termasuk jenis ikan yang tahan dalam kondisi kekurangan oksigen. Jika terjadi kekurangan oksigen, ikan nila akan mengambil langsung oksigen dari udara bebas. Bahkan, ikan nila dapat hidup beberapa lama di daratan tanpa air. Kandungan CO<sub>2</sub> yang baik untuk ikan nila minimal 4 mg/L (Amri dan Khairuman, 2003).

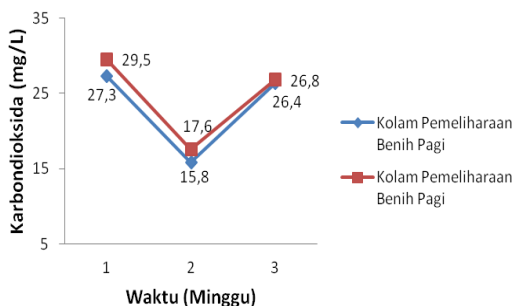
Penurunan kadar CO<sub>2</sub> pada siang hari pada keempat lokasi objek penelitian, dikarenakan pada malam hari sampai pagi hari makhluk hidup yang berada di dalam kolam budidaya mengalami proses respirasi, sehingga kadar karbondioksida meningkat. Sedangkan, penurunan kadar CO<sub>2</sub> pada siang hari disebabkan oleh penggunaan CO<sub>2</sub> pada proses fotosintesis oleh fitoplankton, mikroalga, dan tanaman air lainnya sehingga kadarnya berkurang karena gas CO<sub>2</sub> diubah menjadi oksigen. Penurunan kadar CO<sub>2</sub> pada siang hari juga disebabkan karena terjadinya pembentukan sejumlah kecil senyawa karbonat dan bikarbonat karena adanya proses fotosintesis pada waktu siang dan menghasilkan senyawa oksigen, sehingga pada siang hari kadar kesadahan dalam kolam sedikit meningkat.



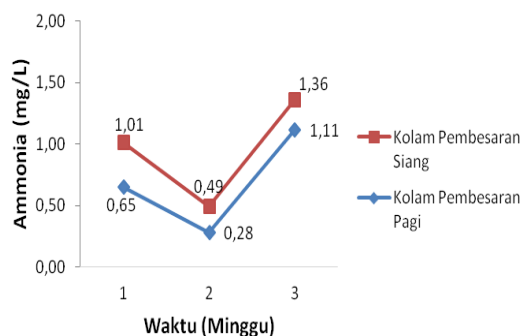
Gambar 19. Kadar CO<sub>2</sub> *Inlet*



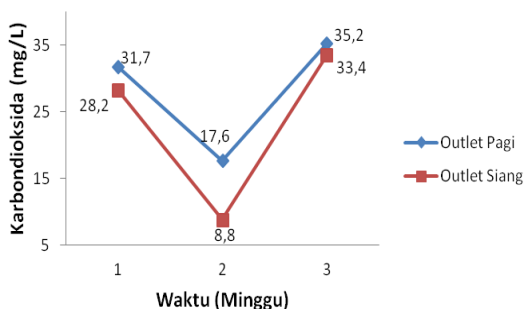
Gambar 20. Kadar CO<sub>2</sub> Kolam Pemebsaran



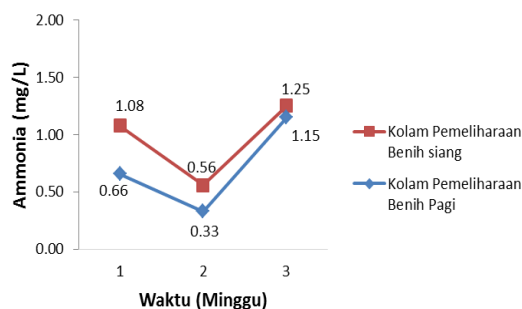
Gambar 21. Kadar CO<sub>2</sub> Kolam Pemeliharaan Benih



Gambar 24. Kadar NH<sub>3</sub> Kolam Pembesaran



Gambar 22. Kadar CO<sub>2</sub> Kolam Outlet

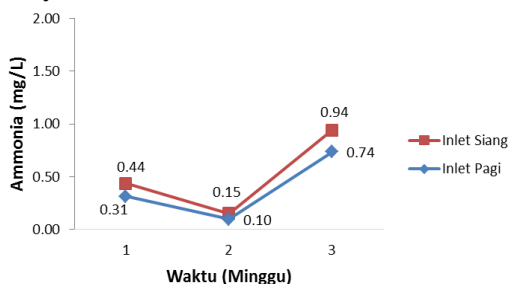


Gambar 25. Kadar NH<sub>3</sub> Kolam Pembesaran Benih

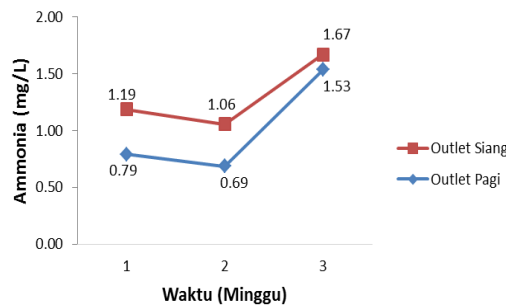
### 5. Ammonia (NH<sub>3</sub>)

Hasil pengamatan untuk kadar NH<sub>3</sub> di keempat lokasi pada pagi dan siang hari (Gambar 23, 24, 25, dan 26) didapatkan kadar NH<sub>3</sub> yang berbeda-beda. Kadar NH<sub>3</sub> dalam air kolam terendah yaitu sebesar 0,021 mg/L dan kadar tertinggi yaitu 1,670 mg/L. Berdasarkan persyaratan SNI 7550 : 2009, batas maksimum kadar NH<sub>3</sub> untuk kegiatan budidaya ikan yaitu sebesar <0,02 mg/L, sehingga kadar NH<sub>3</sub> pada semua lokasi tidak memenuhi syarat.

Kadar NH<sub>3</sub> yang tinggi dalam kolam pembesaran dan kolam pemeliharaan benih disebabkan persentase pemberian pakan yang tinggi, sehingga sisa-sisa buangan hasil metabolisme yang dihasilkan ikan dalam bentuk feses menjadi lebih banyak.



Gambar 23. Kadar NH<sub>3</sub> Inlet



Gambar 26. Kadar NH<sub>3</sub>

Pada lokasi *inlet*, tingginya kadar NH<sub>3</sub> diduga karena terdapatnya aktivitas perternakan milik warga di sekitar sumber air. Sisa hasil metabolisme pakan dari hewan ternak yang dikeluarkan dalam bentuk feses masuk ke dalam air, sehingga memberi dampak tingginya kadar NH<sub>3</sub> pada lokasi tersebut. Kadar NH<sub>3</sub> yang tinggi pada lokasi *outlet* disebabkan oleh akumulasi dari lokasi *inlet* pada kolam pembesaran dan kolam pemeliharaan benih, serta aktivitas perternakan itik milik penjaga kolam yang berjarak ±10 m dari kolam *outlet*, sehingga memberi dampak tingginya kadar NH<sub>3</sub> pada lokasi tersebut. Kenaikan kadar NH<sub>3</sub> pada

siang hari dikarenakan terjadinya reaksi reduksi senyawa NO<sub>2</sub> menjadi NH<sub>3</sub>, dan proses fotosintesis di dalam kolam budidaya.

### KESIMPULAN

Kualitas air kolam ikan nila belum memenuhi syarat untuk air kolam pembesaran berdasarkan SNI 7550:2009.

Proses fotosintesis mempengaruhi penurunan kadar CO<sub>2</sub> dan kenaikan nilai suhu, kecerahan, pH, DO, kesadahan total, dan NH<sub>3</sub> pada siang hari, dipengaruhi pula oleh aktivitas makhluk hidup lain di dalam dan di sekitar kolam.

Proses respirasi pada malam hari mempengaruhi tingginya kadar CO<sub>2</sub> dan rendahnya nilai suhu, kecerahan, pH, DO, kesadahan total, dan NH<sub>3</sub>.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R. (2004). *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta: PT ANDI.
- Afrianto, E., dan Liviawaty, E. (1992). *Pengendalian Hama. & Penyakit Ikan* (Cetakan Pertama). Yogyakarta: Kanisius.
- Amri, K. dan Khairuman. (2003). *Budidaya Ikan Nila*. Jakarta: PT Agromedia pustaka.
- Ariawan, I. K. dan Poniran. (2004). *Persiapan Media Budidaya Udang Windu: Air* (Makalah Pelatihan Petugas Teknis INBUDKAN). Balai Besar Pengembangan Air Payau, Jepara.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *SNI 06-6989.11-2004, Air dan Air Limbah - Bagian 11: Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter*. Author.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *SNI 06-6989.12-2004, Air dan air limbah – Bagian 12: Cara uji kesadahan total kalsium (Ca) dan magnesium (Mg) dengan metode titrimetri*. Author.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *SNI 06-6989.14-2004, Air dan Air limbah - Bagian 14: Cara uji oksigen terlarut secara iodometri (modifikasi azida)*. Author.
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). *SNI 06-6989.23-2005, Air dan Air Limbah - Bagian 23: Cara uji suhu dengan thermometer*. Author.
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). *SNI 06-6989.30-2005, Air dan air limbah – Bagian 30: Cara uji kadar amonia dengan spektrofotometer secara fenat*. Author.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). *SNI 7550:2009, Produksi ikan nila (Oreochromis niloticus Bleeker) kelas pembesaran di kolam air tenang*. Author.
- Dachriyanus. (2004). *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi* (Cetakan I). Padang: CV. Trianda Anugrah Pratama.
- Fardiaz, S. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Ghufran, M dan Tancung, A.B. (2007). *Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan*. Jakarta: PT. Rieka Cipta.
- Hikmat, K. (2002). *Mas Siikan Panjang Umur*. Jakarta: Agromedia.
- Rohman, A. (2009). *Kromatografi Untuk Analisis* (Edisi pertama). Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Syafriadiman. (2009). *Teknik Pengelolaan Kualitas Air Budidaya Perikanan Pada Era Industrialisasi* (Pidato Pengukuhan Guru Besar Tetap Bidang Ilmu Manajemen Kualitas Air). Universitas Riau.
- Trewavas, F. (1986). Taxonomi and Speciation. In R.S.V. Dullin and R.H. Low Mc.Connell (Eds.), *The*

*Biology and Culture of Tilapias.*  
ICLARM Convergence, Mamalia.

Wahyurini, E.T. (2012). Pengaruh Perbedaan Salinitas Air Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*). *Agromix*, 1(1), 87-97.

Yahuli, Y., Pangemanan, P.N.L., dan Rompas, J. R. (2014). Kualitas air disekitar lokasi budi daya ikan di Desa Paslaten Kabupaten Minahasa. *Budidaya Perairan*, 2(2): 15 – 21.

# KANDUNGAN FITOKIMIA DAN SENYAWA KATINON PADA DAUN KHAT MERAH (*Catha edulis*)

Mimi Adhariani<sup>1)</sup> Mamay Maslahat<sup>2)\*</sup>, RTM Sutamihardja<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Badan Narkotika Nasional, Jakarta

<sup>2)</sup>Program Studi Kimia FMIPA Universitas Nusa Bangsa Bogor

\*e-mail : maykulsun@yahoo.co.id

## ABSTRACT

### *Phytochemical Content and Katinon Coumpound in Red Khat (Catha edulis) Leaves*

*Khat Plant (Catha edulis) belongs to the Celastraceae family that originated in East Africa and the Arabian plateau. Khat plant has green leaves with finely toothed oval shape resembling betel leaves and fragrant. The active component Khat leaves was cathinone which is an alkaloids group. Cathinone which has the chemical formula of 2-amino-1-phenyl propanone is often referred to as a natural amphetamine because it produced effects like amphetamine that could penetrate the nervous system , adrenaline and as stimulant. The purpose of this study was to identify phytochemical compounds in red Khat leaves (Catha edulis) using gas chromatography-mass spectra. The results showed that extracts of red leaf Khat (Catha edulis) contained of secondary metabolites, they were alkaloids, phenolics, glycosides, steroids / triterpenoids, flavonoids, tannins and saponins. Based on the identification of Khat leaf extract (Catha edulis) at pH 8, 9 and 10 showed the presence of katin compounds at different concentrations, while the cathinone compounds were not identified at all three types of the extract.*

*Keywords : Catha edulis, phytochemical ,metabolite secondary, gas chromatography-mass spectra*

## ABSTRAK

Tanaman Khat (*Catha edulis*) termasuk dalam famili *Celastraceae* yang berasal dari Afrika Timur dan dataran Arab. Tanaman Khat memiliki daun berwarna hijau bergerigi halus dengan bentuk oval menyerupai daun sirih, dan berbau harum. Komponen aktif daun Khat yaitu katinona merupakan senyawa kimia golongan alkaloid. Katinona dengan rumus kimia 2-amino-1-fenil propanon sering disebut sebagai amfetamin alami karena menghasilkan efek seperti amfetamin yang bisa menembus susunan saraf pusat, memacu adrenalin dan stimulasi. Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi kandungan senyawa fitokimia dan katinon dalam daun Khat merah (*C. edulis*) menggunakan kromatografi gas spektra massa. Hasil penelitian menunjukkan serbuk simplisia daun Khat merah (*C. edulis*) mengandung senyawa metabolit sekunder yaitu alkaloid, fenolik, glikosida, steroid/triterpenoid, flavonoid, tanin serta saponin. Berdasarkan identifikasi ekstrak daun Khat merah (*C. edulis*) pada pH 8, 9 dan 10 menggunakan KG-SM menunjukkan adanya senyawa katin pada konsentrasi yang berbeda, sedangkan senyawa katinona tidak ditemukan pada ke tiga jenis pH ekstrak tersebut.

Kata kunci : *Catha edulis*, fitokimia, metabolit sekunder, kromatografi gas-spektra massa

## PENDAHULUAN

Tanaman Khat (*Catha edulis*) sebelumnya dikenal masyarakat Indonesia sebagai teh arab dan keberadaannya sudah ada sejak 10 tahun yang lalu. Tumbuhan semak ini banyak ditemui di daerah Afrika yaitu Djibouti, Somalia, Ethiopia, Yaman, Mesir dan Wilayah Semenanjung Arab. Tanaman ini sempat digemari seperti halnya kopi. Daun segar tanaman ini biasa dikonsumsi oleh penduduk Asia dan Afrika. Orang dari daerah timur tengah biasa mengonsumsi daun ini dengan cara dikunyah secara langsung, sebagai lalapan

dan terkadang dicampur dalam seduhan teh (Gambaro *et al.*, 2012). Orang yang mengonsumsi daun dari tanaman Khat ini dapat membuat penggunaannya berenergi, banyak bicara dan agresif karena memiliki efek stimulan.

Daun Khat mengandung senyawa metabolit sekunder terutama golongan alkaloid. Komponen aktif utama daun Khat yaitu senyawa alkaloid katinona. Katinona setelah panen dan mengalami proses pengeringan, terdekomposisi menjadi katin (*norpseudoephedrine*), sehingga tidak akan teridentifikasi sebagai katinona pada umumnya. Katinona memiliki mekanisme

simptomimetik yang sama dengan amfetamine dan memberikan dampak buruk bagi kesehatan (Chappel dan Lee, 2010). Oleh karena itu meskipun penggunaan katinona di beberapa negara Eropa tidak dilarang, namun katinona dimasukkan sebagai golongan I Konvensi Perserikatan Bangsa-bangsa (PBB) untuk Zat-zat Psicotropika Tahun 1971, sedangkan katinon terkandung dalam tanaman Khat masuk golongan III (Advisory Council on the Misuse of Drugs [ACMD], 2010). Di Indonesia, katinona merupakan narkotika golongan I No Urut 35 berdasarkan Lampiran Undang-Undang Nomor 35 Tahun 2009 tentang Narkotika (Undang-Undang [UU], 2009).

Senyawa metabolit sekunder dapat diisolasi dengan metode ekstraksi. Ekstraksi adalah suatu proses pemisahan dari bahan padat atau cair dengan bantuan pelarut. Pelarut yang digunakan harus dapat mengekstrak substansi yang diinginkan tanpa melarutkan material lainnya. Kloroform digunakan sebagai pelarut ekstraksi. Metode ekstraksi yang digunakan adalah maserasi dengan pelarut HCl 0,1 N. Maserasi digunakan untuk penyarian simplisia yang mengandung zat yang mudah larut dalam cairan penyari. Hasil dari maserasi kemudian diekstraksi dengan kloroform. Sebelum dilakukan ekstraksi dengan kloroform, cairan hasil maserasi tersebut ditambahkan senyawa basa sampai mendapatkan kondisi pH yang sesuai dengan yang diinginkan karena untuk memperoleh senyawa katinona dan katinon diperlukan kondisi yang sesuai. Ekstraksi ini akan menghasilkan alkaloid-alkaloid yang masih tercampur. Untuk memisahkan alkaloid murni dan campurannya digunakan beberapa teknik analisis antara lain, teknik kromatografi dan spektrofotometri.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu daun Khat merah berumur 1-1,5 tahun yang diambil dari Cisarua, Bogor, larutan HCl 0,1 N, larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> jenuh, padatan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, kloroform *Chromatography Grade*

(Lichrosolv), Akuades, Metanol, kertas saring dan pH indikator.

Peralatan yang digunakan yaitu blender, labu ukur, corong pisah, gelas piala, erlenmeyer, batang pengaduk, sudip dan timbangan analitik.

### Metode

Rangkaian penelitian dimulai dengan penyiapan serbuk simplisia dari daun Khat merah. Serbuk yang telah disiapkan diekstraksi dengan kloroform. Hasil ekstraksi digunakan untuk uji fitokimia dan identifikasi senyawa katinon pada pH 8, 9 dan 10 menggunakan KG-SM.

#### 1. Ekstraksi dan Identifikasi Daun Khat Merah Menggunakan KG-SM

Pembuatan serbuk daun Khat merah merupakan proses awal pembuatan ekstrak. Sebanyak 25 gram daun Khat merah kering (dibuat tiga tempat berbeda A, B dan C) dipotong kecil-kecil, kemudian dimasukkan ke dalam blender dan diblender sampai halus. Larutan HCl 0,1 N ditambahkan sebanyak 30 mL dan didiamkan ± 30 menit. Campuran disaring dengan kertas saring, dan diperoleh cairan berwarna kuning kecoklatan. Larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> jenuh ditambahkan sedikit demi sedikit sampai pH ekstrak pertama 8, pH ekstrak kedua 9 dan pH ekstrak ketiga 10, dicek dengan pH indikator dan masing-masing ekstrak dilakukan 3 kali ulangan. Larutan akan berubah warna menjadi coklat keruh. Masing-masing cairan tersebut dimasukkan ke dalam corong pisah, dan diekstraksi dengan 2 x 20 mL kloroform, ditunggu sampai terbentuk 2 lapisan, lapisan organik (lapisan bawah) ditampung seluruhnya. Setelah itu, padatan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1 sendok spatel) ditambahkan ke dalam tampungan lapisan organik tersebut untuk menghilangkan air, kemudian disaring kembali. Lapisan organik hasil saringan dipisahkan hingga volumenya menjadi ± 0,5 mL, kemudian dimasukkan dalam vial dan diinjeksikan ke dalam KG-SM ± 0,5 µL.

#### 2. Uji Fitokimia Daun Khat Merah

Pengujian fitokimia dilakukan dengan menggunakan pereaksi spesifik

untuk setiap golongan senyawa yang akan diuji. Uji fitokimia ini didasarkan pada identifikasi warna dan/atau endapan yang terbentuk. Uji fitokimia yang dilakukan meliputi, identifikasi senyawa golongan alkaloid, saponin, tanin, fenolik, flavonoid, triterpenoid, steroid, dan glikosida (Farnswort dalam Ningrum, 2009).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Persiapan Simplisia

Daun Khat yang digunakan pada penelitian ini adalah daun Khat merah yang berasal dari Cisarua, Bogor berumur sekitar 1-1,5 tahun. Serbuk halus simplisia daun Khat yang diperoleh berwarna hijau. Penghalusan daun dilakukan untuk mempermudah proses ekstraksi. Semakin kecil ukuran daun, maka luas permukaan semakin banyak dan proses ekstraksi akan berlangsung lebih efektif, karena interaksi antara daun dan pelarut semakin besar, sehingga memperbesar kelarutan senyawa kimia yang ada pada daun.

### Ekstraksi

Metode ekstraksi yang dipilih adalah maserasi, dilakukan dengan cara merendam serbuk daun Khat dalam HCl 0,1 N selama 30 menit. Alkaloid yang merupakan basa lemah ketika bereaksi dengan asam kuat akan membentuk garam alkaloid. Garam alkaloid ini kemudian ditambahkan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  jenuh tetes demi tetes sampai diperoleh nilai pH 8, 9 dan 10 untuk masing-masing cairan ekstrak tersebut. Semakin banyak  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  yang ditambahkan warna cairan yang dihasilkan akan semakin keruh. Penambahan basa ini bertujuan agar garam alkaloid membentuk basa bebas alkaloid yang mudah diekstraksi dengan pelarut organik seperti klorofom, hasil ekstraksi lalu dipekatkan dengan menggunakan gas  $\text{N}_2$  hingga 0,5 mL. Gas  $\text{N}_2$  digunakan karena sulit bereaksi dengan unsur atau senyawa lain (bersifat inert) sehingga tidak akan merusak sampel. Maserasi dipilih untuk ekstraksi karena peralatan yang digunakan sederhana dan lebih mudah dilakukan. Selain itu, pada perendaman sampel tumbuhan, akan terjadi kontak yang cukup lama antara sampel

dengan pelarut, dan pelarut organik terdistribusi terus menerus ke dalam sel tumbuhan. Hal tersebut mengakibatkan perbedaan tekanan antara di dalam dan di luar sel, sehingga dinding dan membran sel pecah, metabolit sekunder yang berada dalam sitoplasma akan terlarut dalam pelarut organik.

### Uji Fitokimia

Uji fitokimia terhadap serbuk daun Khat merah dilakukan dengan pengujian kimia untuk senyawa golongan alkaloid, fenolik, glikosida, steroid/triterpenoid, flavonoid, tanin serta saponin. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya senyawa metabolit sekunder di dalam sampel tersebut. Uji fitokimia ini merupakan suatu uji kualitatif dari sampel untuk menentukan banyak atau sedikitnya serta ada atau tidaknya bahan aktif dalam sampel yang akan dianalisis.

Hasil uji fitokimia terhadap serbuk daun Khat merah menunjukkan adanya kandungan senyawa metabolit sekunder (Tabel 1). Pereaksi yang digunakan untuk uji alkaloid yaitu pereaksi Mayer, Dragendorff atau Wagner (Sjahid, 2008).



(a)



(b)

Gambar 1. Tanaman Khat (a) merah dan (b) hijau

Tabel 1. Hasil Uji Fitokimia Serbuk Daun Khat Merah

Golongan Senyawa Metabolit Sekunder	Hasil Pengujian
Alkaloid	+
Saponin	+
Tanin	+
Fenolik	+
Flavonoid	+
triterpenoid	+
Steroid	+
Glikosida	+

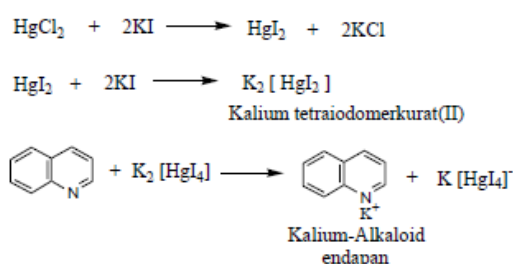
Keterangan : + Positif

Uji alkaloid pada uji Mayer ditandai dengan terbentuknya endapan putih. Endapan tersebut adalah kompleks kalium alkaloid. Pada pembuatan pereaksi Mayer, larutan  $\text{HgCl}_2$  dengan kalium iodida akan bereaksi membentuk endapan merah  $\text{HgI}_2$ . Jika kalium iodida yang ditambahkan berlebih, maka akan terbentuk  $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$  (Shevla, 1990). Alkaloid mengandung atom nitrogen yang mempunyai pasangan elektron bebas sehingga dapat digunakan untuk membuat ikatan kovalen koordinat dengan ion logam (McMurry, 2004). Pada uji alkaloid dengan pereaksi Mayer, diperkirakan nitrogen pada alkaloid akan bereaksi dengan ion logam  $\text{K}^+$  dari  $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$  membentuk kompleks kalium-alkaloid yang mengendap (Gambar 2).

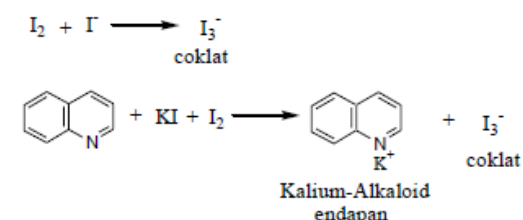
Hasil positif alkaloid pada uji Wagner ditandai dengan terbentuknya endapan coklat muda sampai kuning (Marliana, Suryanti, dan Suyono, 2005). Diperkirakan endapan tersebut adalah kalium alkaloid. Pada pembuatan pereaksi Wagner, iodin bereaksi dengan ion  $\text{I}^-$  dari kalium iodida menghasilkan ion  $\text{I}_3^-$  yang berwarna coklat. Pada uji Wagner, ion logam  $\text{K}^+$  membentuk ikatan kovalen koordinat dengan nitrogen pada alkaloid membentuk kompleks kalium alkaloid yang mengendap (Gambar 3).

Hasil positif alkaloid pada uji Dragendorff juga ditandai dengan terbentuknya endapan coklat muda sampai kuning. Endapan tersebut adalah kalium alkaloid. Pada pembuatan pereaksi Dragendorff, bismut nitrat dilarutkan dalam  $\text{HCl}$  agar tidak terjadi reaksi hidrolisis

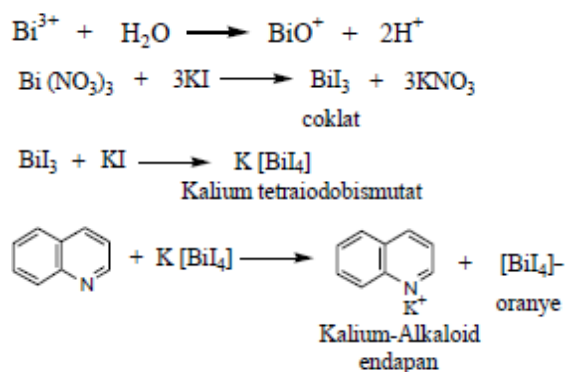
karena garam-garam bismut mudah terhidrolisis membentuk ion bismutil ( $\text{BiO}^+$ ). Agar ion  $\text{Bi}^{3+}$  tetap berada dalam larutan, maka larutan itu ditambahkan dengan asam sehingga kesetimbangan akan bergeser ke arah kiri. Selanjutnya ion  $\text{Bi}^{3+}$  dari bismut nitrat bereaksi dengan  $\text{KI}$  membentuk endapan hitam  $\text{BiI}_3$  yang kemudian melarut dalam  $\text{KI}$  berlebih membentuk  $\text{K}[\text{BiI}_4]$  (Svehla, 1990). Pada uji alkaloid dengan pereaksi Dragendorff, nitrogen digunakan untuk membentuk ikatan kovalen koordinat dengan  $\text{K}^+$  yang merupakan ion logam (Gambar 4).



Gambar 2. Reaksi Uji Mayer



Gambar 3. Reaksi Uji Wagner



Gambar 4. Reaksi Uji Dragendorff (Miroslav, 1971)

Pada uji steroid/triterpenoid diperoleh hasil yang positif pada serbuk daun Khat merah, dengan terbentuknya larutan yang berwarna hijau pekat. Warna yang terbentuk disebabkan gugus  $\text{OH}$  pada steroid/

triterpenoid bereaksi dengan pereaksi Liebermann-Burchard dan meningkatkan ketidakhajuan dalam batas penyatuan cincin. Pereaksi Liebermann-Burchard merupakan pereaksi yang dibuat dari campuran kloroform, asam asetat anhidrida, dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat. Kloroform digunakan untuk melarutkan steroid/ triterpenoid. Asam asetat anhidrat berfungsi sebagai pembentuk kompleks warna dengan steroid/triterpenoid, dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat berfungsi sebagai katalis (Bintang, 2010).

Uji flavonoid serbuk daun Khat merah membentuk warna kuning keemasan. Hal ini menunjukkan bahwa sampel positif mengandung flavonoid. Sedangkan untuk uji saponin ditandai dengan terbentuknya busa yang stabil selama 10 menit terhadap sampel. Pada uji tanin menggunakan pereaksi FeCl<sub>3</sub>, hasil yang positif ditandai dengan terbentuknya senyawa kompleks yang berwarna hijau kehitaman pada sampel, yang menunjukkan adanya senyawa tanin pada sampel tersebut.

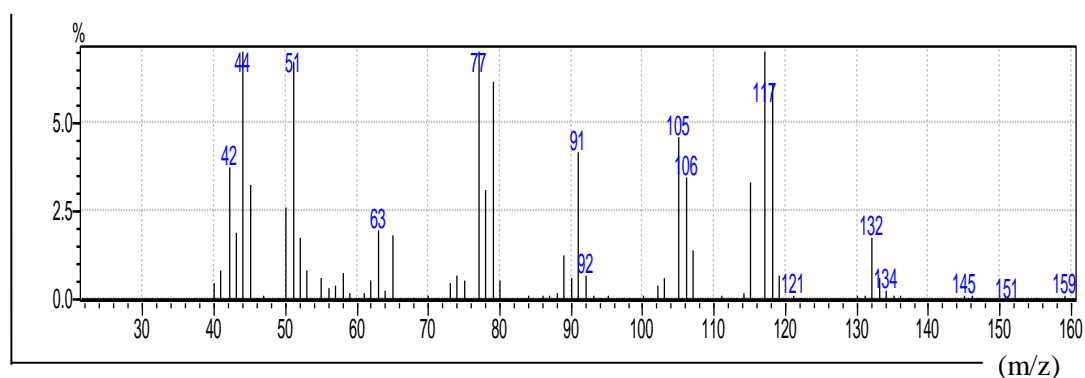
### Hasil Analisis Ekstrak Daun Khat Merah dengan KG-SM

Analisis dengan KG-SM dibedakan dua bagian, yaitu bagian pertama pengukuran dengan KG untuk memisahkan komponen-komponen kimia dalam ekstrak, sedangkan bagian kedua pengukuran dengan SM untuk menentukan bobot molekul atau massa relatif berdasarkan pola fragmentasinya. Identifikasi senyawa dilakukan menggunakan *software* dengan membandingkan pola fragmentasi spektrum massa dengan pola fragmentasi spektrum *reference*. Senyawa yang dipilih adalah senyawa hasil penelusuran pustaka (*library*) yang memiliki indeks kemiripan (*Similarity Index*) lebih besar sama dengan 90% dengan mempertimbangkan kesesuaian senyawa tersebut. Angka 90% ini dapat diperoleh ketika minimal ada 5 spektrum massa pada senyawa yang dianalisis sama dengan spektrum massa senyawa yang ada pada *library*. *Software* yang digunakan yaitu NIST, Willey dan Swdrug yang sudah ada didalam alat KG-SM tersebut.

Tabel 2. Hasil Analisis Ekstrak Daun Khat Merah pH 8 dan 9

No	t <sub>R</sub> (menit)	Luas area (mV)		Senyawa
		pH 8	pH 9	
1	7,408	116766	203162	katin
2	7,725	165665	21930	nikotin
3	8,017	175664	39818	Norepehdrine

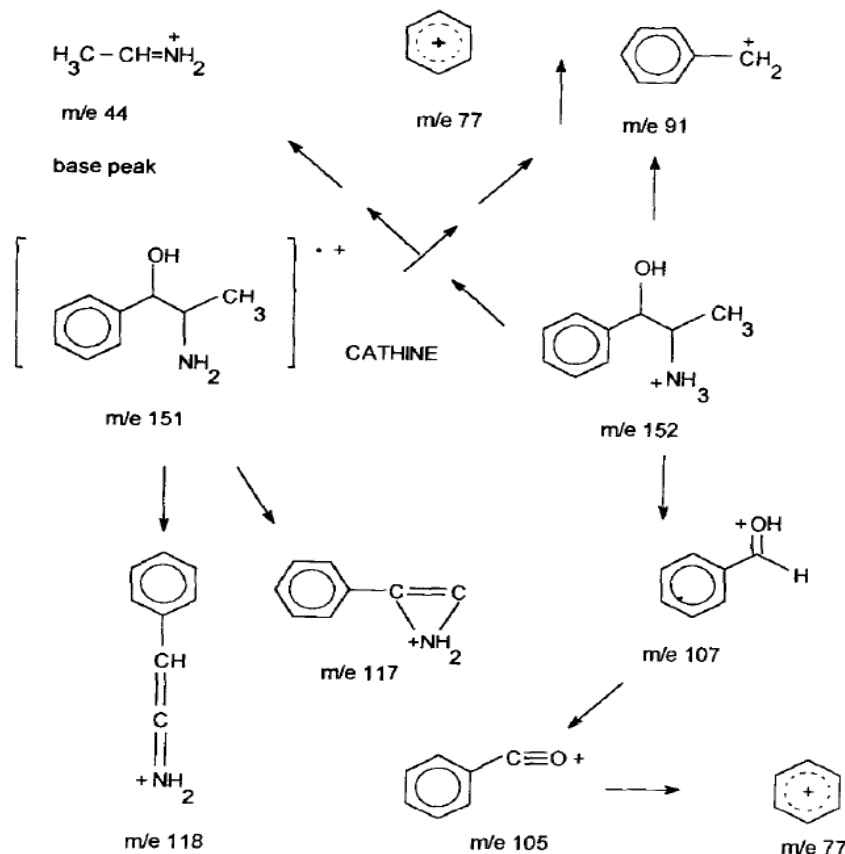
(kelimpahan relatif)



Gambar 5. Spektra Senyawa Katin Ekstrak Daun Khat Merah pH 8, 9 dan 10

Tabel 3. Hasil Analisis Ekstrak Daun Khat Merah pH 10

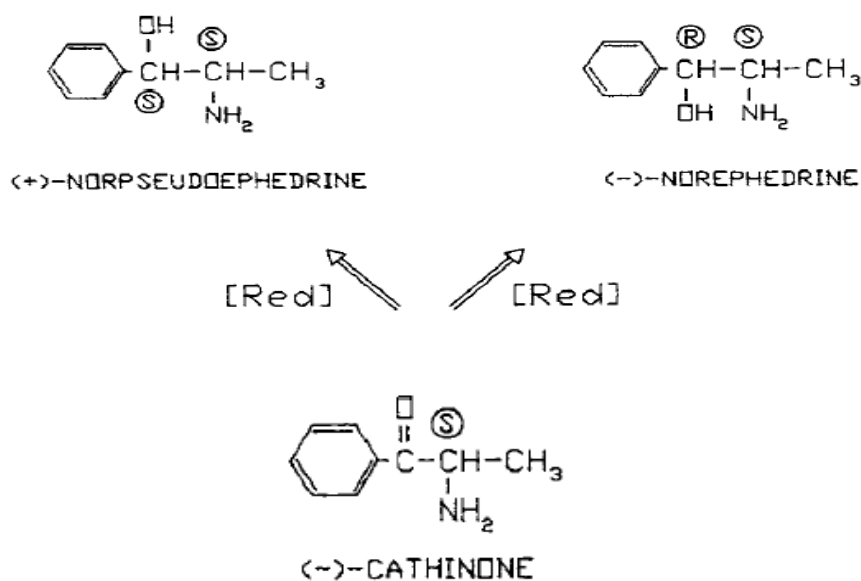
No	t <sub>R</sub> (menit)	Luas area (mV)	Senyawa
1	7,400	194207	Katin
2	7,725	39818	Nikotin
3	8,008	43280	Norepehdrine

Gambar 6. Fragmentasi Senyawa Katin (Ripani *et al.*, 1996)

Spektrum massa yang dihasilkan untuk senyawa katin dengan indeks kemiripan 94% yaitu 44, 51, 77, 105, 107, 117 (Gambar 5). Menurut Ripani, Schiavone, dan Garovano (1996), fragmentasi senyawa katin dengan BM 151 memiliki spektra massa 44, 118, 117, 107, 105 dan 77. Senyawa katin dengan BM 151 kemudian putus menjadi senyawa dengan BM 118. Pada kondisi ini terjadi kehilangan senyawa dengan BM 33 sehingga dimungkinkan senyawa yang lepas tersebut adalah  $\text{CH}_3$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Lalu kehilangan satu atom H sehingga didapat senyawa dengan BM 117. Senyawa Katin dengan BM 151 ketika dikurangi dengan BM 44 (merupakan puncak tertinggi dari hasil fragmentasi dengan alat MS) dan diperoleh senyawa dengan BM 77. Senyawa dengan BM 77 tersebut adalah senyawa benzil. Senyawa benzil ini stabil dan sulit untuk dipecah sehingga dapat dikatakan bahwa m/z 77 ini merupakan pecahan terakhir dan stabil,

sehingga fragmentasi akan berakhir pada pecahan massa tersebut (Gambar 6).

Berdasarkan hasil interpretasi KG-SM terhadap ekstrak daun Khat pH 8, 9 dan 10 teridentifikasi adanya senyawa katin (Tabel 2 & 3). Selain katin, terdapat senyawa nikotin dan *norephedrine*, sehingga dapat dikatakan bahwa senyawa katinona tidak teridentifikasi. Hal ini dapat dipengaruhi oleh usia yang tidak tepat dari daun Khat yang digunakan, serta waktu dari pemanenan yang tidak diketahui pasti. Nigg dan Seigler (1992) menuliskan bahwa daun muda memiliki konsentrasi kandungan katinona yang lebih tinggi dibandingkan daun tuanya. Selain usia, kemungkinan lain karena sifat dari katinon yang sangat mudah terurai pada suhu ruang setelah panen. Chappel dan Lee (2010) menyatakan bahwa komponen utama daun Khat yaitu katinon dapat terurai menjadi katin (*norpseudoephedrine*) dan *norephedrine* (Gambar 7) setelah panen pada proses pengeringan daun Khat tersebut.



Gambar 7. Reaksi Transformasi Katinona (Ripani *et al.*, 1996)

Kecenderungan katinona berubah menjadi katin inilah menjadikan alasan utama katinona tidak dapat diisolasi dan diidentifikasi sejak tahun 1970-an. Bahkan beberapa penelitian sebelumnya yang menggunakan daun Khat kering, menyatakan bahwa senyawa katinona tidak teridentifikasi dalam daun Khat tersebut. Oleh karena itu, berbagai teknik dilakukan salah satunya teknik penyimpanan daun pada suhu tertentu seperti pada suhu dingin. Pendinginan memperlambat dekomposisi katinon, sehingga katinon masih dapat teridentifikasi selama beberapa minggu. Lee (1995) menyatakan bahwa katinona masih dapat terdeteksi dari daun Khat segar setelah 10 hari (kering udara), 2 minggu (-2 °C) dan 48 hari (-11°C).

Kandungan senyawa katinon selain dipengaruhi oleh usia ataupun suhu penyimpanan juga dipengaruhi oleh kondisi tumbuh tanaman tersebut. Menurut Brenneisen (1985), masing-masing negara memiliki kandungan katinona yang berbeda-beda. Konsentrasi katinona tertinggi yaitu 66,7 % berasal dari daun Khat asal Madagaskar, dan konsentrasi terendah 2,6 % dari daun Khat asal Kenya.

## KESIMPULAN

Hasil uji fitokimia terhadap serbuk daun Khat merah menunjukkan adanya kandungan senyawa metabolit sekunder yang positif untuk senyawa alkaloid, fenolik, glikosida, steroid/triterpenoid, flavonoid, tanin, dan saponin. Berdasarkan identifikasi ekstrak daun Khat merah (*Catha edulis*) pada pH 8, 9 dan 10 menggunakan KG-SM menunjukkan adanya senyawa katin pada konsentrasi yang berbeda, sedangkan senyawa katinona tidak ditemukan pada ketiga jenis pH ekstrak tersebut.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penghargaan dan ucapan terimakasih disampaikan untuk Badan Narkotika Nasional yang telah memperkenankan penggunaan fasilitas laboratorium berupa instrumen KG-MS untuk penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

Advisory Council on the Misuse of Drugs. (2010). *Consideration of the Cathinones*. London: Author.

- Bintang, M. (2010). *Biokimia Teknik Penelitian*. Jakarta: Erlangga.
- Brenneisen, R., Geissshusler, S. (1985). Analytical and Chemical Aspect of *Catha edulis* Forsk. *Pharm Acta Helv*, 60 (11), 290-301.
- Chappel, J.S. dan Lee, M.M. (2010). Cathinone preservation in Khat evidence via Drying. *Forensic Science International*, 195 (1-3), 108-120.
- Gambaro, V., Arnoldi, S., Colombo, M.L., Dell'Acqua, L., Guerrini, K., Roda, G. (2012). Determination of the Active Principles of *Catha Edulis*. Quali-quantitative Analysis of Cathinone, Cathine, and phenylpropanolamine. *Forensic Sci Int*, 217 (1-3), 87-92.
- Lee, M.M. (1995). The Identification of Cathinone in Khat (*Catha edulis*). *Journal of Forensic Sciences*, 40 (1), 116-121.
- McMurry, J. and Fay, R.C. 2004. *McMurry Fay Chemistry* (4th edition). Belmont, CA: Pearson Education International.
- Marliana, S.D., Suryanti, V., Suyono. (2005). Skrining Fitokimia dan Analisis Kromatografi Lapis Tipis Komponen Kimia Buah Labu Siam (*Sechium edule* Jacq. Swartz.) dalam Ekstrak Etanol. *Biofarmasi* 3 (1): 26-31.
- Nigg, H.N dan Seigler, D. (1992). *Phytochemical Resources for Medicine and Agriculture*. New York and London: Plenum Press.
- Ningrum, R.C. (2009). *Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air dan Ekstrak Etanol 70% Daun Sirih Hijau (Piper bettle L.) dan Daun Sirih Merah (Piper cf. Fragile Benth.) dengan Metode Perendaman Radikal Bebas DPPH (Skripsi)*. Universitas Pancasila, Jakarta.
- Ripani, L., Schiavone, S., Garovano, L. (1996). GC-MS Identification of *Catha edulis* stimulant-active principles. *Forensic Science International*, 78 (1), 39-46.
- Sjahid, L.R. (2008). *Isolasi dan Identifikasi Flavanoid dari Daun Dewandaru (Eugebia uniflora) (Skripsi)*. Universitas Muhammadiyah Surabaya, Surakarta.
- Svehla, G. (1990). *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro* (Edisi kelima). Setiono, L. dan Pudjaatmaka, A.H. (Penerjemah). Jakarta: PT Kalman Media Pusaka.
- Undang-undang. (2009). *Undang-undang Republik Indonesia No 35 tahun 2009 tentang Narkotika*. Jakarta.

# STUDI DINAMIKA SENYAWA FOSFAT DALAM KUALITAS AIR SUNGAI CILIWUNG HULU KOTA BOGOR

RTM Sutamihardja<sup>1)</sup>, Mia Azizah<sup>2)</sup>, Yunita Hardini<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Kimia FMIPA Universitas Nusa Bangsa Bogor

<sup>2)</sup>Program Studi Biologi FMIPA Universitas Nusa Bangsa Bogor

Jl. KH Sholeh Iskandar KM 4 Cimanggu Tanah Sareal, Bogor 16166

\*email : yh.dini165@gmail.com

## ABSTRACT

### *Study of Dynamics of Phosphate in the Water Quality in Bogor of Upstream Ciliwung River*

*Ciliwung River has existed and become an important part of the community since ancient period. Since 2009, the Ciliwung River has been polluted condition from upstream. One of the pollutant that could decrease the quality of river water was phosphate. Excessive phosphate level in water bodies caused nutrient enrichment conditions (eutrophication). The presence of nitrate supporting phosphate also caused algae blooming, one of the environmental problem. The research was conducted to determine the dynamics of the phosphate compound of Ciliwung River whether the pollution was reduced, same, or worse. The research included sampling of river water at three points of Katulampa, Pasar Bogor, and Warung Jambu River with sampling time interval of 8 hours in a day for 3 weeks in a row. The data of phosphate and nitrate concentration were measured and compared to the results in PP No.82 year 2001. The total of phosphate in Ciliwung river water has exceeded threshold level in accordance with the environmental quality standard of PP. 82 year 2001, and has been indicated to be in eutrophication condition.*

*Keywords: Ciliwung River, Water Quality, Water Pollution, Phosphate.*

## ABSTRAK

Sungai Ciliwung telah ada dan menjadi bagian penting masyarakat sejak zaman purba. Namun seiring dengan berlalunya waktu dan perkembangan pesat, sejak tahun 2009 Sungai Ciliwung telah tercemar dari hulu. Salah satu polutan yang bisa menurunkan kualitas air sungai adalah fosfat. Keberadaan fosfat yang berlebihan di badan air dapat menyebabkan kondisi pengayaan nutrisi (eutrofikasi), dan dengan dukungan nitrat dapat menyebabkan *algae blooming* yang menjadi salah satu masalah lingkungan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dinamika senyawa fosfat Sungai Ciliwung apakah pencemarannya berkurang, sama, atau lebih buruk. Ruang lingkup penelitian meliputi pengambilan sampel air sungai pada tiga titik Katulampa, Pasar Bogor, dan Warung Jambu dengan interval waktu sampling 8 jam dalam sehari, dan dilakukan setiap minggu selama 3 minggu berturut-turut. Kemudian dilakukan analisis sampel di laboratorium, serta interpretasi data dengan membandingkan hasilnya terhadap PP No.82 tahun 2001. Nilai total fosfat di air sungai Ciliwung Hulu tidak memenuhi standar kualitas lingkungan PP. 82 tahun 2001, dan diindikasikan berada dalam kondisi eutrofikasi.

Kata kunci: Sungai Ciliwung, Kualitas Air, Polusi Air, Fosfat.

## PENDAHULUAN

Sungai Ciliwung merupakan salah satu sungai penting di Jawa Barat. Sungai Ciliwung secara geografis terletak di daerah yang dibatasi antara 6°05' - 6°50' LS dan 106°40' - 107°0' BT. Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung memiliki luas areal 347 km<sup>2</sup>, dan panjang 117 km. Sungai ini memiliki peran penting dalam mendukung aktivitas manusia yang ada di sekitarnya (Priyono, 2011).

Bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya aktivitas masyarakat di bagian hulu, disinyalir menjadi penyebab utama terjadinya kerusakan lingkungan. Sumber pencemaran di DAS Ciliwung berasal dari limbah domestik/rumah tangga berupa sampah dan limbah cair rumah tangga, limbah dari kegiatan peternakan, limbah pertanian dari pemakaian pupuk dan pestisida yang berlebihan, serta limbah buangan dari industri kecil (Manurung, 2014).

Menurut Ndani (2016) salah satu bahan pencemar yang dapat menurunkan kualitas air sungai adalah fosfat. Keberadaan fosfat yang berlebihan pada badan air dapat menyebabkan kondisi penyuburan unsur hara perairan (eutrofikasi). Menurut Effendi (2003) suatu perairan dikatakan eutrofik jika konsentrasi total fosfat berada dalam rentang konsentrasi 35-100 µg/L. Eutrofikasi merupakan sebuah proses alamiah di mana perairan mengalami penuaan secara bertahap dan menjadi lebih produktif bagi tumbuhnya biomassa. Kondisi eutrofik memerlukan proses ribuan tahun. Namun proses alamiah ini, oleh manusia dengan segala aktivitas modernnya, secara tidak disadari dipercepat menjadi dalam hitungan beberapa dekade atau bahkan beberapa tahun saja. Kondisi eutrofik perairan dapat memicu terjadinya fenomena *blooming algae* (ledakan populasi fitoplankton), yaitu pada kondisi perairan yang tenang dan tidak mengalir seperti di danau, kolam, dan laut. Hasil pemantauan BPLH Kota Bogor (BPLHD, 2014) dan hasil penelitian Khoerussani (2014) menunjukkan nilai fosfat mengalami fluktuasi dan tidak memenuhi baku mutu kelas I dan II, sehingga air sungai Ciliwung tidak dapat digunakan sebagai air baku untuk air minum, tetapi dapat digunakan untuk sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan, peternakan, dan untuk pengairan tanaman. Kota Bogor pada tahun 2017.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui fluktuasi senyawa fosfat pada kualitas air Sungai Ciliwung bagian hulu di segmen Kota Bogor tahun 2017 berdasarkan baku mutu Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan antara lain asam sulfat 5N, kalium antimonil tartrat, amonium molibdat, asam askorbat (pereaksi campuran), larutan asam sulfat 1:1, NaOH 10N, amonium persulfat, larutan induk fosfat, *Glass Fibre Filter* (Whatman 934-AH atau yang sejenis), larutan *buffer* fosfat, larutan magnesium sulfat, larutan kalsium

klorida, larutan ferri klorida, larutan SEED, dan larutan standar *Glucose/Glutamic Acid*, larutan standar nitrat, larutan amonium klorida-EDTA, kolom pereduksi Cu-Cd, *glass wool*.

Alat yang digunakan antara lain: spektrofotometer UV-Vis, *DO-meter*, konduktometer, pH-meter, pinset, desikator, alat penyaring, cawan aluminium, botol BOD, inkubator, neraca analitik, piala gelas, spatula, oven, labu semprot, labu takar, kolom reduksi, dan *digestion block*.

### Metode

#### 1. Pengambilan sampel

Lokasi pengambilan sampel dilakukan di 3 titik yaitu bendung Katulampa, Pasar Bogor, dan Warung Jambu pada waktu pagi, siang, dan malam hari berdasarkan SNI 03-7016-2004, menggunakan metode Grab (Sesaat). Sampel diambil secara horizontal (kiri, tengah, dan kanan) masing-masing sebanyak 1 liter, lalu dikomposit, displit, dan dilakukan pengawetan sampel untuk parameter Fosfat dan Nitrat dan dianalisis di laboratorium. Parameter *Total Suspended Solid* (TSS) tanpa diawetkan, dan parameter pH, suhu, DO dilakukan di lapangan.

#### 2. Analisis Total-Fosfat Berdasarkan APHA Method 4500-P A,B,E (APHA, 2005)

Sampel sebanyak 15 mL dikocok, dituangkan ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 0,2 mL asam sulfat dan 0,1 gram amonium persulfat, dipanaskan pada suhu 100°C selama ½ jam, kemudian angkat dan ditambahkan 2,4 mL pereaksi campuran, lalu diaduk dan ditunggu 10 menit, didinginkan, dan ditambahkan indikator PP beberapa tetes dan NaOH 10N sampai warna larutan menjadi merah muda. Kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 880 nm.

#### 3. Analisis TSS Berdasarkan APHA Method 2540-D (APHA, 2005)

*Fiber glass filter* (kertas saring) ditempatkan di cawan, dikeringkan dalam oven 105°C 1 jam, lalu didinginkan di dalam

desikator, dan ditimbang bobot kosongnya. Sampel sebanyak 25 mL disaring, lalu dipanaskan pada suhu 105°C selama 1 jam. Cawan didinginkan di desikator lalu ditimbang sebagai bobot isi.

#### 4. Analisis BOD Berdasarkan APHA Method 5210-B (APHA, 2005)

Sampel diencerkan, lalu ditambahkan larutan pengencer ke dalam botol BOD., dicatat nilai DO<sub>0</sub> dalam blanko dan sampel hasil pengenceran, botol BOD ditutup sehingga tidak ada lagi gelembung udara, dan tertutup dengan air (*water seal*), ditutup bagian atas botol dengan parafilm dan diinkubasi selama 5 hari pada suhu tetap (20°C) di ruang gelap. Setelah 5 hari inkubasi nilai DO dalam blanko dan sampel yang diencerkan diukur kembali kemudian dicatat sebagai DO<sub>5</sub>.

#### 5. Analisis Nitrat berdasarkan APHA Method 4500-NO<sub>3</sub>-E (APHA, 2005)

Sampel sebanyak 25 mL diencerkan dengan larutan ammonium-EDTA hingga 100 mL. Larutan tersebut kemudian dilewatkan ke kolom Cu-Cd untuk direduksi menjadi nitrit dengan kecepatan aliran 7-10 mL/menit. Hasil reduksi sebanyak 25 mL dimasukkan ke dalam labu takar, lalu ditambahkan 1 mL larutan pereaksi warna buffer dimasukkan ke dalam sampel tersebut dan dikocok sebentar, didiamkan 10 menit, diukur absorbansinya pada panjang gelombang 540 nm.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

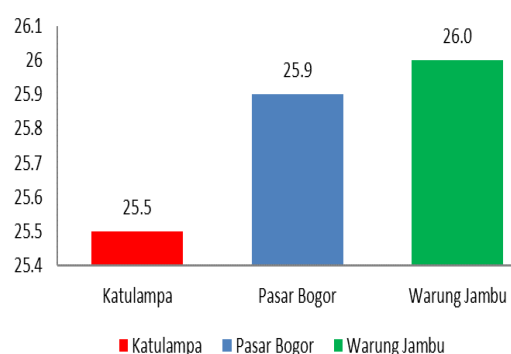
#### A. Parameter Penunjang

Berdasarkan hasil analisis pada setiap lokasi pengambilan sampel, dapat dilihat pengaruh parameter penunjang (faktor lingkungan) terhadap fosfat. Parameter penunjang tersebut diantaranya adalah :

##### 1. Suhu

Nilai rata-rata suhu (Gambar 1) dari titik Katulampa, Pasar Bogor, dan Warung Jambu mengalami peningkatan, nilai suhu berkisar antara 25,5°C-26,0°C. Suhu air yang meningkat dapat menyebabkan metabolisme

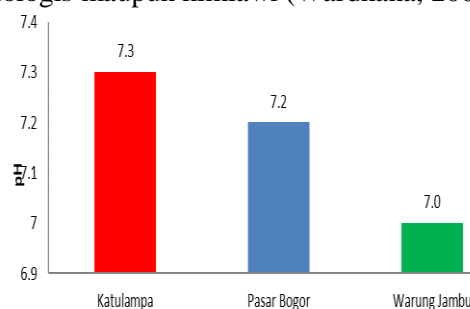
dan respirasi organisme air meningkat, sehingga cenderung menambah kekeruhan. Hal tersebut dapat diakibatkan adanya akumulasi limbah ke dalam badan sungai (Tungka, Haeruddin, dan Ain, 2016). Limbah yang masuk ke dalam sungai akan diuraikan oleh bakteri dari bentuk makromolekul menjadi mikromolekul (katabolisme), sehingga menghasilkan energi berupa kalori. Semakin banyak energi yang dihasilkan akan menyebabkan suhu air semakin tinggi (Effendi, 2003).



Gambar 1. Nilai Suhu Rata-Rata 2017

##### 2. pH

Nilai rata-rata pH dari titik Katulampa, Pasar Bogor, sampai Warung Jambu mengalami penurunan, nilai pH berkisar antara 7,0-7,3 (Gambar 2). Limbah yang dibuang tidak bersifat asam atau basa dalam kadar yang tinggi, namun lebih bersifat organik yang dapat terurai baik secara biologis maupun kimiawi (Wardhana, 2004).

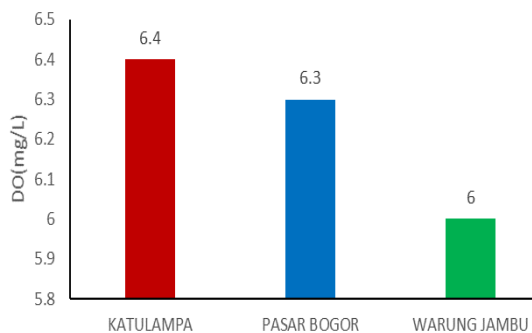


Gambar 2. Nilai pH Rata-Rata 2017

##### 3. Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*)

Nilai rata-rata DO dari titik Katulampa, Pasar Bogor, sampai Warung Jambu mengalami penurunan, nilai DO berkisar antara 6,0-6,4 mg/L (Gambar 3). Menurut Tungka *et al.*, (2016) semakin

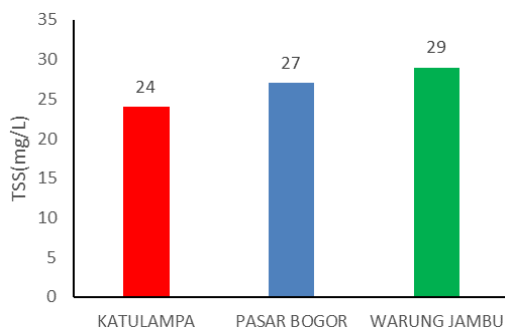
rendahnya kadar oksigen terlarut berkaitan dengan peningkatan aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan zat organik yang menggunakan oksigen terlarut.



Gambar 3. Nilai DO Rata-Rata 2017

#### 4. Total Padatan Tersuspensi (*Total Suspended Solid/TSS*)

Nilai rata-rata TSS dari titik Katulampa, Pasar Bogor, hingga Warung Jambu mengalami peningkatan, nilai TSS berkisar antara 24-29 mg/L (Gambar 4). Hal ini disebabkan oleh akumulasi material padatan tersuspensi dari partikel-partikel bahan organik, anorganik, mikroorganisme, buangan limbah domestik, limbah pertanian, limbah industri, dan peternakan ayam di sekitar daerah aliran sungai. Menurut Kusuardini (2011), nilai TSS yang tinggi berakibat pada terhalangnya penetrasi sinar matahari ke dasar sungai, sehingga proses fotosintesis perairan terganggu.

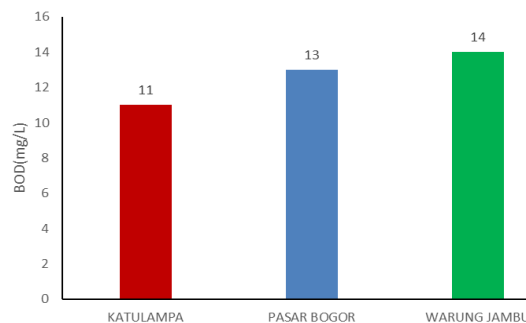


Gambar 4. Nilai TSS Rata-Rata 2017

#### 5. Kebutuhan Oksigen Biologis (*Biological Oxygen Demand/BOD*)

Nilai rata-rata BOD dari titik Katulampa, Pasar Bogor, hingga Warung Jambu mengalami peningkatan, nilai BOD berkisar antara 11-14 mg/L (Gambar 5). Hal ini disebabkan oleh akumulasi limbah domestik, limbah aktivitas pasar, limbah

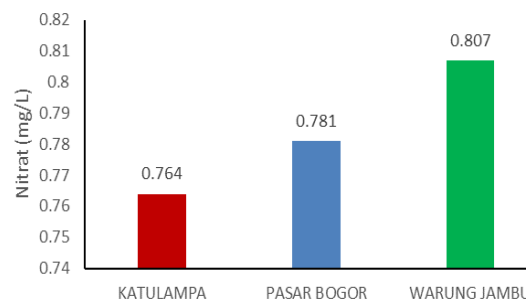
buangan industri serta peternakan ayam yang berada di sepanjang DAS. Pada siang hari nilai BOD lebih tinggi, karena pada proses fotosintesis fitoplankton menghasilkan oksigen yang cukup untuk proses penguraian bahan organik (Trofisa, 2011).



Gambar 5. Nilai BOD Rata-Rata 2017

#### 6. Nitrat

Nilai rata-rata nitrat dari titik Katulampa, Pasar Bogor, hingga Warung Jambu mengalami peningkatan, nilai nitrat berkisar antara 0,764-0,807 mg/L (Gambar 6). Hal ini disebabkan oleh akumulasi buangan limbah rumah tangga, sekresi urin, dan penggunaan pupuk di sepanjang aliran sungai. Peningkatan nilai nitrat terjadi pada siang hari, dikarenakan fitoplankton memanfaatkan nitrat sebagai sumber makanan (zat hara) dengan bantuan sinar matahari di siang hari pada proses fotosintesis (Patriani, 2016).

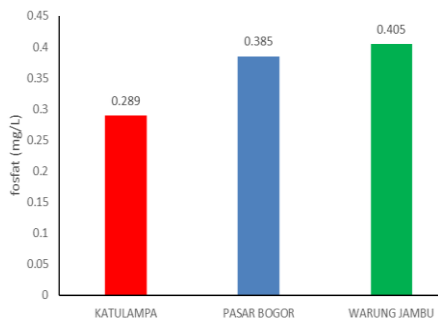


Gambar 6. Nilai Nitrat Rata-Rata 2017

#### B. Dinamika Fosfat

Peningkatan nilai fosfat disebabkan oleh meningkatnya berbagai masukan beban pencemaran yang diterima badan air, dan terakumulasi dari Katulampa hingga ke Warung Jambu. Beban pencemaran dapat bersumber dari limbah domestik, limbah

pertanian, limbah industri, dan peternakan (Trofisa, 2011).

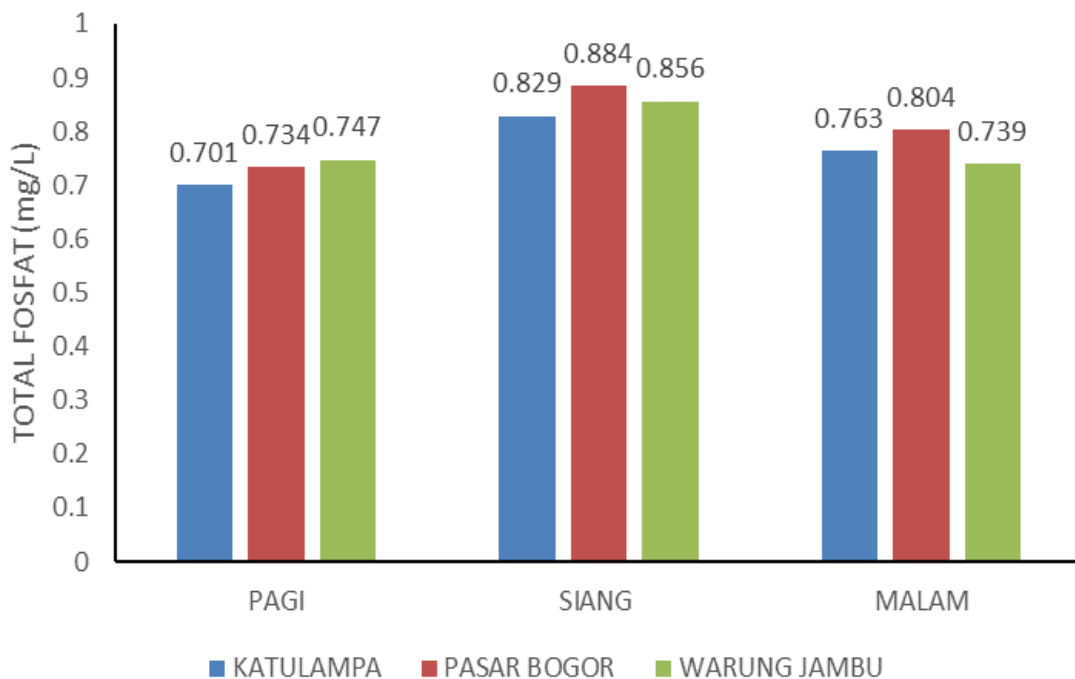


Gambar 7. Nilai Total Fosfat Rata-Rata 2017

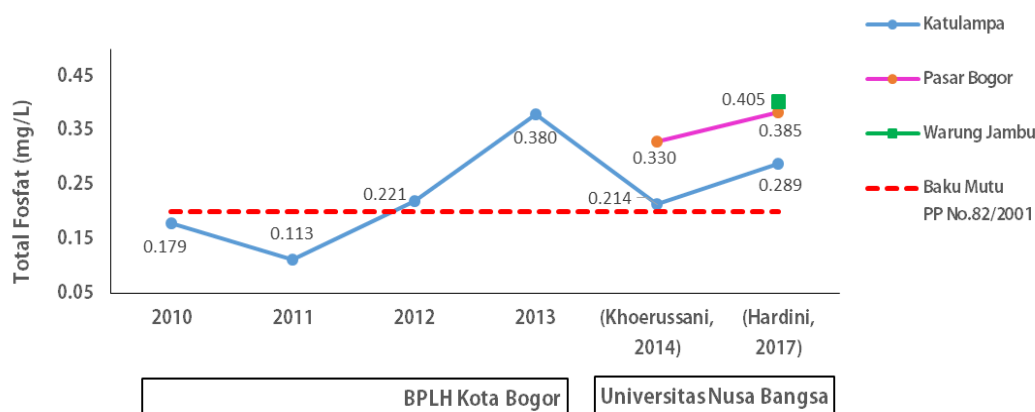
Peningkatan nilai fosfat pada siang hari disebabkan karena tingginya aktivitas yang terjadi di siang hari yaitu penggunaan fosfat sebagai sumber utama zat hara yang digunakan oleh fitoplankton dalam proses metabolisme (fotosintesis). Keberadaan senyawa fosfat dalam air sangat berpengaruh terhadap keseimbangan ekosistem perairan. Bila kadar fosfat dalam perairan rendah maka pertumbuhan organisme atau tumbuhan air akan terhambat, sedangkan bila kadar fosfat dalam perairan tinggi maka pertumbuhan organisme atau tumbuhan air

menjadi tidak terbatas, sehingga akan merusak kelestarian ekosistem air.

Nilai fosfat tahun 2017 mengalami fluktuasi peningkatan pada lokasi Katulampa sebesar 0,289 mg/L dan Pasar Bogor 0,385 mg/L. Sedangkan, hasil penelitian Khoerussani (2014) menyatakan nilai fosfat pada lokasi Katulampa sebesar 0,214 mg/L dan Pasar Bogor 0,330 mg/L. Hal ini dapat disebabkan oleh tingginya difusi fosfat dari sedimen, dan meningkatnya pencemaran yang terjadi di sepanjang aliran sungai Ciliwung. Jika dibandingkan dengan data hasil uji BPLH Kota Bogor (2010-2013), maka nilai fosfat relatif berfluktuasi, dan melebihi batas kriteria baku mutu PP No. 82 tahun 2001 Kelas I dan II yaitu maksimal 0,2 mg/L (Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah [BPLHD], 2014). Pada tahun 2013 nilai fosfat di Katulampa mengalami peningkatan, hal ini berhubungan dengan terjadinya peristiwa luapan sungai Ciliwung akibat curah hujan yang deras dalam beberapa hari, yang berakibat pada terjadinya bencana banjir di Jakarta. Peningkatan nilai fosfat tersebut diikuti oleh peningkatan konsentrasi parameter lain seperti tergambar pada grafik parameter penunjang sebelumnya.



Gambar 8. Perbandingan Waktu Nilai Total Fosfat 2017



Gambar 9. Perbandingan Nilai Total Fosfat Tahun 2010-2017

Berdasarkan data hasil penelitian 2017, serta merujuk pada data penelitian Khoerussani (2014) dan data hasil uji BPLH Kota Bogor (BPLHD, 2014), maka dinamika peningkatan nilai fosfat pada DAS Ciliwung memiliki kesamaan hubungan terhadap peningkatan nilai suhu, TSS, BOD, nitrat, serta penurunan nilai pH dan DO. Menurut Effendi (2003) peningkatan suhu akan menyebabkan terjadinya peningkatan aktivitas enzim dan kecepatan proses metabolisme, peningkatan dekomposisi bahan organik, dan mengakibatkan penurunan konsentrasi oksigen terlarut dalam perairan.

Air sungai Ciliwung sepanjang titik Katulampa, Pasar Bogor, dan Warung Jambu tahun 2017 berada dalam tingkat sangat subur sekali dengan kadar total fosfat berkisar antara 0,289-0,405 mg/L (Gambar 9.), dan terindikasi berada dalam kondisi eutrofikasi (35-100  $\mu\text{g/L}$ ) dengan rentang nilai total fosfat sebesar 289-405  $\mu\text{g/L}$ .

Menurut Tungka *et al.*, (2016) keberadaan fosfat yang subur beserta konsentrasi nitrat yang melebihi ambang batas dapat memicu terjadinya proses pengkayaan nutrisi perairan, dan berpotensi menyebabkan fenomena *algae blooming*. Potensi *blooming algae* dapat terjadi pada lokasi perairan yang tenang, bergerak lambat, tidak mengalir, serta terkena iklim hangat/cerah, biasanya terjadi pada kolam, danau, waduk, dan laut.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, nilai fosfat DAS Ciliwung tahun 2017 mengalami peningkatan, dan melebihi baku mutu lingkungan PP No.82 tahun 2001 kelas I dan II. Konsentrasi total fosfat air sungai Ciliwung 2017 sebesar 0,405 mg/L.

## DAFTAR PUSTAKA

- APHA. (2005). *Standard Method for Examination of Water and Wastewater*. Author.
- Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Jawa Barat. (2014). *Data Pengujian Air Sungai*. Diperoleh dari [http://bplh.kotabogor.go.id/index.php/ragam\\_data#](http://bplh.kotabogor.go.id/index.php/ragam_data#)
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Khoerussani, F. (2014). *Analisis Sungai Ciliwung di Segmen Kota Bogor* (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Nusa Bangsa, Bogor.
- Kusuardini, A. (2011). *Estimasi Konsentrasi Padatan Tersuspensi dan Klorofil-A dari Citra Modis Hubungannya dengan Marak Alga di Perairan Teluk Jakarta* (Skripsi).

- Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Manurung, J. (2014). *Kajian Beban Pencemaran dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Ciliwung Hulu Segmen Kabupaten Bogor* (Skripsi). Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ndani, L. (2016). *Penentuan Kadar Senyawa Fosfat Di Sungai Way Kahuripan Dan Way Kuala dengan Spektrofotometri Uv-Vis* (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Lampung, Lampung.
- Patriani, R. (2016). *Sebaran Nutrient dan Kematian Massal Ikan Pada Ledakan Alga (Algae Blooming) di Perairan Indonesia*. Jakarta Utara: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan.
- Priyono, A. (2011). *Kajian Beban Pencemaran Limbah Usaha Kecil di Sungai Ciliwung Segmen Kota Bogor*. *Media Konservasi*, 16(1), 32-40.
- Trofisa, D. (2011). *Kajian Beban Pencemaran dan Daya Tampung Pencemaran Sungai Ciliwung di Segmen Kota Bogor* (Skripsi). Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Tungka, A.W., Haeruddin, dan Ain, C. (2016). *Konsentrasi Nitrat dan Ortofosfat di Muara Sungai Banjir Kanal Barat dan Kaitannya dengan Kelimpahan Fitoplankton Harmful Alga Blooms (HABs)*. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 12(1), 40-46.
- Wardhana, W. (1995). *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: ANDI Offset.

## PEDOMAN PENULISAN

### A. Pedoman Umum

1. Naskah merupakan hasil penelitian otentik yang belum dipublikasikan di media publikasi atau penerbitan lainnya.
2. Naskah tidak mengandung unsur plagiarisme. Dewan redaksi akan langsung menolak teks yang terindikasi plagiarisme.
3. Naskah yang telah ditulis berdasarkan pedoman Sains Natural (dalam format MS Word, sesuai template), harus dikirim melalui Sistem Submission Online dengan menggunakan Open Journal System (OJS) di portal e-jurnal Sains Natural (<http://ejournalunb.ac.id/index.php/JSN>). Kemudian, daftarkan diri sebagai salah satu penulis atau reviewer.
4. Naskah yang tidak sesuai dengan pedoman penulisan Sains Natural akan dikembalikan kepada penulis sebelum proses *review*.
5. Naskah bisa ditulis baik dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris dengan bahasa standar. Naskah harus terdiri dari sepuluh (10) sampai tiga belas (13) halaman termasuk gambar dan tabel. Naskah ditulis di atas kertas ukuran A4 (210x297 mm), dengan margin 3 cm (kiri, kanan, bawah dan atas).
6. Teks naskah harus menggunakan huruf Times New Roman, ukuran huruf 11pt, 1 spasi baris, dalam satu kolom.
7. Kata-kata yang tidak umum atau dari bahasa asing dituliskan dengan format *Italic*. Untuk naskah dalam Bahasa Indonesia, sebaiknya hindari istilah asing. Setiap paragraf dimulai 10 mm dari sisi kiri perbatasan sementara tidak ada spasi di antara paragraf.
8. Tabel dan gambar ditempatkan di grup teks setelah teks. Setiap gambar harus diberi judul (Gambar) di bawah gambar dan diberi nomor dalam format penomoran Arab yang diikuti oleh judul gambar. Setiap tabel harus diberi judul tabel dan diberi nomor dalam format penomoran arab di atas tabel diikuti dengan judul tabel. Gambar lampiran jelas (ukuran font, resolusi dan ruang garis terlihat jelas). Gambar, tabel, dan bagan harus ditempatkan di tengah antara kelompok teks. Jika memiliki ukuran lebih besar, bisa diletakkan di tengah halaman. Tabel tidak boleh berisi garis vertikal, sedangkan garis horisontal hanya diijinkan untuk hal penting.

### B. Teks Naskah

#### 1. Judul

Judul harus ringkas dan informatif. Judul naskah harus ditulis dengan maksimal 12 (dua belas) kata (dalam Bahasa Indonesia) dan 10 (sepuluh) kata dalam bahasa Inggris, font berukuran 12pt, UPPERCASE, BOLD, dan dalam format teks rata tengah.

#### 2. Nama penulis dan afiliasinya

Nama dari masing-masing penulis dicantumkan dengan jelas dan harus menunjukkan penulis yang berperan sebagai koresponden. Alamat afiliasi penulis (tempat kerja sebenarnya dilakukan) dicantumkan di bawah nama. Tanggung jawab koresponden ini mencakup menjawab pertanyaan tentang Metodologi dan Bahan. Penulis juga mencantumkan alamat e-mail dan rincian kontak.

#### 3. Abstrak

Abstrak ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris. Teks ditulis dalam format Times New Roman, ukuran huruf 9pt, 1 spasi baris, sebanyak 75-250 kata dan diikuti oleh lima kata kunci. Abstrak harus menyatakan secara singkat tujuan penelitian, hasil utama, dan kesimpulan utama.

#### 4. Pendahuluan

Pada pendahuluan, sebutkan tujuan dan latar belakang yang memadai. Hindari survei literatur terperinci atau ringkasan hasilnya.

#### 5. Bahan dan Metode

Metode ini diimplementasikan untuk memecahkan masalah, termasuk metode analisis. Metode yang digunakan dalam pemecahan masalah penelitian dijelaskan pada bagian ini.

#### 6. Hasil dan Pembahasan

Hasil harus jelas dan ringkas. Pembahasan harus mengeksplorasi signifikansi hasil kerja, bukan mengulanginya. Hindari kutipan yang luas dan diskusi literatur yang dipublikasikan.

#### 7. Kesimpulan

Kesimpulan utama penelitian ini dapat disajikan dalam bagian Kesimpulan singkat.

#### 8. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih dicantumkan pada bagian terpisah di bagian akhir artikel sebelum referensi. Pada ucapan terima kasih dicantumkan nama/organisasi/institusi yang memberikan bantuan selama penelitian (misal, Memberikan bantuan bahasa, menulis bantuan atau bukti membaca artikel, dll.).

#### 9. Referensi dan kutipan

Semua referensi yang digunakan harus diambil dari sumber utama (jurnal ilmiah dan yang paling sedikit adalah 80% dari semua referensi) yang diterbitkan dalam sepuluh tahun terakhir. Setiap naskah harus memiliki setidaknya sepuluh referensi. Referensi harus menggunakan "Mendeley" sebuah aplikasi manajemen referensi. Format penulisan yang digunakan dalam Sains Natural mengikuti format yang diterapkan oleh APA 6th Edition (American Psychological Association).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan diberikan kepada para pakar/mitra bestari/rekan setara yang telah diundang sebagai penelaah oleh *Jurnal Sains Natural* dalam Volume 8 No. 1, Tahun 2018. Berikut ini adalah daftar nama pakar/mitra bestari/rekan setara yang berpartisipasi :

1. Prof. Supriyono Eko Wardono (Biologi Perairan, Universitas Nusa Bangsa)
2. Prof. Dr. Adi Santoso (Kimia Analisis, Puslitbang Kehutanan)
3. Dra. Lilis Sugiharti, M.Si (Bioteknologi, STIKES Cendekia Utama)
4. Drs. Djadjat Trisnajaya, M.Tech (Bioteknologi, Puslit Bioteknologi, LIPI)