

Ikan marga Channa
Potensinya sebagai bahan
nutrasetikal



UNAS Press

Ernawati Sinaga
Suprihatin
Nonon Saribanon

Ikan marga Channa

Potensinya sebagai bahan nutrasetikal

Ernawati Sinaga
Suprihatin
Nonon Saribanon



UNAS Press

Judul Ikan marga Channa,
Potensinya sebagai bahan
nutrasetikal

ISBN 978-6237-376-118

Penulis Ernawati Sinaga
Suprihatin
Nonon Saribanon

Editor Adinda Arifiah

Foto Sampul Depan Ernawati Sinaga

Diterbitkan pertama kali

Oleh UNAS Press
Jalan Sawo Manila No. 61,
Pejaten, Pasar Minggu,
Jakarta Selatan

Tanggal 1 Oktober 2019

PENGANTAR

Indonesia merupakan negara yang kaya akan keanekaragaman hayati, baik di darat maupun di laut. Berbagai jenis tumbuhan obat di Indonesia sudah diteliti dan dieksplorasi peluangnya untuk dijadikan bahan obat ataupun nutrasetikal. Namun kekayaan keanekaragaman hayati Indonesia untuk obat dan nutrasetikal bukan hanya dari tumbuhan, tetapi juga dari hewan, jamur, mikroba, dan biota laut. Walaupun tidak sebanyak tumbuhan obat, tetapi pemanfaatan hewan dalam pengobatan tradisional juga sudah dikenal sejak zaman dahulu.

Di beberapa daerah di Indonesia dan Malaysia sudah lama dikenal dan digunakan beberapa jenis hewan untuk meningkatkan kesehatan, salah satu di antaranya adalah ikan gabus. Ikan gabus dikenal sebagai makanan untuk mempercepat penyembuhan luka, terutama bagi anak-anak yang baru dikhitan dan ibu-ibu sehabis melahirkan. Pemberian daging ikan gabus bagi anak-anak yang baru dikhitan dan ibu-ibu sehabis melahirkan diyakini akan meningkatkan stamina, mengurangi rasa sakit, dan mempercepat kesembuhan luka. Rasa daging ikan gabus yang lezat juga akan meningkatkan nafsu makan sehingga akan menambah vitalitas.

Beberapa hasil penelitian yang dilakukan dalam sepuluh tahun belakangan ini mengungkapkan bahwa daging ikan gabus mengandung protein, terutama albumin yang tinggi. Ikan gabus juga mengandung Zn (mineral seng) dalam jumlah cukup tinggi. Baik albumin maupun Zn merupakan senyawa-senyawa yang dibutuhkan dalam proses penyembuhan luka. Oleh sebab itu, di Indonesia dan Malaysia sekarang banyak diproduksi dan dijual nutrasetikal berbahan baku daging atau ekstrak daging ikan gabus.

Di samping ikan gabus, ternyata ikan yang berkerabat dekat dengan ikan gabus, yaitu ikan toman, ikan bujok, dan ikan serandang juga mengandung albumin yang tinggi. Penelitian

yang dilakukan dalam dua tahun terakhir ini bahkan membuktikan bahwa ikan bujok dan ikan toman juga memiliki aktivitas dapat mempercepat penyembuhan luka. Lebih jauh lagi juga terungkap bahwa ekstrak daging ikan bujok dan ikan toman juga bersifat hepatoprotektif. Ketiga jenis ikan ini, yaitu ikan gabus (*Channa striata*), ikan toman (*Channa micropeltes*), dan ikan bujok (*Channa lucius*) merupakan ikan-ikan marga Channa yang termasuk dalam keluarga Channidae.

Suku Channidae terdiri dari dua genus yaitu genus Channa dan genus Parachanna. Genus Channa banyak ditemukan di Asia sedangkan genus Parachanna ditemukan di Afrika. Saat ini sudah dikenal 39 jenis ikan marga Channa dan 3 jenis marga Parachanna. Di Indonesia paling tidak telah dilaporkan keberadaan 8 jenis ikan marga Channa, yang terutama ditemukan di Sumatera dan Kalimantan.

Mempertimbangkan hasil-hasil penelitian yang telah membuktikan potensi medisinal dari ikan-ikan marga Channa, maka dirasa perlu untuk memperkenalkan jenis-jenis ikan marga Channa ini, baik kepada masyarakat umum maupun kepada para ahli dan peneliti, terutama peneliti Indonesia, agar potensi ikan-ikan marga Channa sebagai bahan obat dan nutrasetikal dapat dieksplorasi dan dikembangkan lebih jauh untuk kemanfaatan dan kesejahteraan bersama.

Dalam buku ini akan diuraikan tentang beberapa jenis ikan marga Channa yang hidup di Indonesia, serta aspek biologi dan potensi budidayanya. Di samping itu juga akan diuraikan tentang kandungan gizi dan senyawa bioaktif dalam ikan-ikan marga Channa dan aktivitas biologisnya yang sudah diketahui. Pada bab terakhir akan dikemukakan secara lebih rinci hasil penelitian yang dilakukan khusus untuk mengungkapkan efektivitas ekstrak ikan bujok (*Channa lucius*) dalam penyembuhan luka diabetik dan non-diabetik.

Tiada gading yang tak retak. Buku ini tentu memiliki banyak kekurangan. Oleh sebab itu para penulis sangat

mengharap kritik dan masukan yang berharga untuk perbaikan buku ini di masa mendatang. Semoga tulisan ini bermanfaat.

Billahittaufiq wal hidayah

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Jakarta, 20 September 2019

Tim penulis

DAFTAR ISI

Pengantar	i
Daftar Isi	iv
Pendahuluan	1
Aspek Biologi dan Teknologi Budidaya Ikan Marga Channa	5
1. Habitat ikan marga Channa	8
2. Fekunditas ikan marga Channa	9
3. Budidaya ikan marga Channa	11
Jenis-jenis ikan marga Channa	14
1. <i>Channa striata</i>	14
2. <i>Channa micropeltes</i>	18
3. <i>Channa lucius</i>	21
4. <i>Channa cyanospilos</i>	25
5. <i>Channa pleurophthalmus</i>	27
6. <i>Channa maruloides</i>	29
7. <i>Channa gachua</i>	32
Kandungan gizi dan senyawa bioaktif dalam ekstrak ikan marga Channa	37
1. Kandungan gizi ekstrak daging ikan gabus (<i>Channa striata</i>)	37
2. Kandungan gizi ekstrak daging ikan toman (<i>Channa micropeltes</i>)	40
3. Kandungan gizi ekstrak daging ikan bujuk (<i>Channa lucius</i>)	41

Aktivitas biologis ekstrak ikan marga <i>Channa</i>	44
1. Aktivitas antioksidan dan hepatoprotektif	45
2. Aktivitas penyembuhan luka	54
3. Aktivitas antinosiseptif	59
4. Aktivitas antidepresan	63
5. Aktivitas antituberkulosis	64
Efektivitas ekstrak ikan bujok (<i>Channa lucius</i>) dalam penyembuhan luka diabetik dan non-diabetik	66
Daftar Pustaka	80



PENDAHULUAN

Ikan marga *Channa* adalah ikan air tawar yang termasuk dalam suku Channidae. Suku Channidae terdiri dari dua genus yaitu genus *Channa* dan genus *Parachanna*. Genus *Channa* banyak ditemukan di Asia sedangkan genus *Parachanna* ditemukan di Afrika. Saat ini sudah dikenal 39 jenis ikan marga *Channa* dan 3 jenis marga *Parachanna*.

Di Indonesia, ikan marga *Channa* ini banyak ditemukan di Pulau Kalimantan dan Sumatera, namun juga dapat ditemukan di pulau Jawa, Sulawesi dan Papua. Di Indonesia paling tidak telah dilaporkan keberadaan 8 jenis ikan marga *Channa*, yaitu *Channa striata* (ikan gabus), *Channa micropeltes* (ikan toman), *Channa lucius* (ikan bujuk), *Channa pleurophthalmus* (ikan serandang), *Channa maruloides* (ikan jalai), *Channa maculata* (ikan mihau), *Channa bankanensis*, dan *Channa cyanospilos*. Di Semenanjung Malaysia dan Singapura dilaporkan telah ditemukan 7 jenis ikan marga *Channa*, yaitu *Channa striata*, *Channa micropeltes*, *Channa bankanensis*, *Channa gachua*, *Channa lucius*, *Channa maruloides*, dan *Channa melasoma*. Di Thailand paling tidak ada 6 jenis yaitu *Channa maruloides*, *Channa striata*, *Channa marulius*, *Channa micropeltes*, *Channa lucius*, dan *Channa gachua*.

Ikan marga *Channa* yang paling populer di Indonesia adalah ikan gabus (*Channa striata*). Ikan ini banyak dijual untuk dikonsumsi karena rasanya yang enak dan juga memiliki nilai gizi yang tinggi. Di samping itu, di pasar-pasar di Kalimantan dan Sumatera juga dijual beberapa ikan marga *Channa* jenis lain, antara lain ikan toman (*Channa micropeltes*) dan ikan bujuk (*Channa lucius*). Di samping tiga jenis ikan ini, jenis-jenis ikan marga *Channa* lainnya hampir tidak ada dijual sebagai ikan konsumsi. Di Pasar Angso Duo Kota Jambi, sesekali dijual ikan serandang (*Channa pleurophthalmus*) hasil tangkapan dari sungai-sungai kecil rawa gambut di daerah Jambi. Selain ikan

gabus dan ikan toman, ikan-ikan marga *Channa* lainnya belum ada dibudidayakan, oleh sebab itu lebih sukar diperoleh.

Ikan-ikan marga *Channa* dikenal sebagai “snakehead fish”, karena bentuk kepalanya yang melebar dan bersisik besar mirip dengan kepala ular. Mulutnya bersudut tajam, sirip punggung dan sirip dubur panjang, dan tingginya hampir sama. Ukuran tubuh Ikan-ikan marga *Channa* sangat beragam, sebagian kecil panjang tubuhnya hanya mencapai 17 cm, tetapi sebagian besar memiliki ukuran tubuh yang cukup besar, jenis yang paling besar memiliki panjang tubuh dapat mencapai 180 cm.

Ikan-ikan marga *Channa* mampu menghirup oksigen dari atmosfer, karena pada bagian insang terdapat alat pernapasan tambahan. Oleh karena itu ikan-ikan marga *Channa* dapat hidup di perairan dengan kadar oksigen rendah. Itu sebabnya ikan-ikan marga *Channa* banyak ditemukan hidup liar di rawa-rawa atau sungai berarus lambat, bahkan di sungai-sungai kecil atau rawa banjiran. Ikan-ikan marga *Channa* mampu beradaptasi di lingkungan yang mempunyai kandungan humus yang tinggi yang berasal dari gambut.

Akhir-akhir ini mulai banyak penelitian dilakukan untuk menganalisis kandungan zat gizi dan senyawa-senyawa bioaktif yang terkandung di dalam ikan-ikan marga *Channa*. Walaupun penelitian ini sebagian besar terfokus pada ikan gabus (*Channa striata*), namun dapat diperkirakan bahwa daging ikan-ikan marga *Channa* mengandung protein tinggi, terutama albumin, juga mengandung asam-asam amino esensial dan asam-asam lemak esensial, di antaranya asam linoleat (C18:2) dan asam arakhidonat (C20:4), yang termasuk dalam kelompok asam lemak omega-3 dan omega-6. Di samping itu, daging ikan gabus terbukti mengandung banyak mineral, antara lain Zn (seng), Fe (zat besi), K (kalium), dan Ca (kalsium).

Penelitian untuk menguji potensi medisinal ikan-ikan marga *Channa* sekali gus juga potensinya sebagai bahan nutrasetikal sudah mulai banyak dilakukan. Sebagian besar penelitian masih terfokus pada ikan gabus, mungkin karena

memang paling banyak ketersediaannya dan paling mudah diperoleh. Ikan gabus juga paling banyak dikonsumsi dibandingkan dengan ikan-ikan marga *Channa* lainnya. Di beberapa daerah di Indonesia, antara lain di Sumatera Selatan dan Jambi, Ikan gabus juga diketahui digunakan secara tradisional sebagai suplemen untuk mempercepat penyembuhan luka pada ibu-ibu sehabis melahirkan dan juga pada anak-anak sehabis disunat. Suplementasi ekstrak daging ikan gabus telah dibuktikan memiliki daya antioksidan dan hepatoprotektif yang cukup kuat, dapat mempercepat penyembuhan pasien-pasien tuberkulosis, dan dapat mempercepat penyembuhan luka termasuk luka diabetik dan luka pasca operasi Caesar.

Pada tahun 2018-2019, Sinaga dan kawan-kawan dari Universitas Nasional melakukan penelitian tentang kandungan senyawa bioaktif serta potensi medisinal dari ikan bujuk (*Channa lucius*), kerabat dekat ikan gabus. Ternyata ikan bujuk juga memiliki kandungan protein dan albumin yang tinggi, sebanding dengan ikan gabus. Suplementasi daging ikan bujuk kepada tikus percobaan juga telah dibuktikan dapat melindungi hepar dari pengaruh intoksikasi parasetamol, suatu senyawa analgesika yang dalam dosis tinggi sudah terbukti dapat mengintoksikasi atau meracuni hati. Pada saat yang sama, Sinaga dan kawan-kawan juga membuktikan bahwa daging ikan toman (*Channa micropeltes*) juga mengandung protein dan albumin yang tinggi, namun sedikit lebih rendah dibandingkan daging ikan gabus dan ikan bujuk. Namun, kandungan lemak daging ikan toman jauh lebih tinggi dibandingkan ikan gabus dan ikan bujuk. Suplementasi daging ikan toman juga terbukti bersifat hepatoprotektif, namun efeknya sedikit lebih rendah dibandingkan dengan efek hepatoprotektif ikan bujuk.

Suplementasi ekstrak daging ikan bujuk ternyata juga dapat mempercepat penyembuhan luka pada tikus, baik pada tikus non-diabetik maupun pada tikus diabetik. Sebagaimana yang sudah diketahui luka diabetik adalah luka yang sukar

sembuh, bahkan cenderung makin memburuk kondisinya menjadi gangren, sehingga acapkali berakhir pada amputasi bagian tubuh yang luka. Oleh sebab itu, efek suplementasi ekstrak ikan bujuk dalam membantu mempercepat penyembuhan luka diabetik merupakan satu harapan untuk menjadikan ekstrak daging ikan bujuk ini sebagai nutrasetikal, terutama dalam membantu penyembuhan luka diabetik.

Sampai sejauh ini, belum ada laporan tentang potensi medisinal ikan-ikan marga *Channa* jenis lainnya. Padahal sesuai prinsip kemotaksonomi, diperkirakan ikan marga *Channa* lainnya juga memiliki potensi medisinal dan gizi yang hampir sama dengan ikan gabus dan ikan bujuk. Oleh sebab itu, sangat penting dilakukan penelitian untuk mengungkapkan nilai gizi dan kandungan senyawa-senyawa bioaktif serta potensi medisinal dari ikan-ikan marga *Channa* lainnya, mengingat jenis-jenis ikan marga *Channa* cukup banyak di Indonesia dan potensi pembudidayaannya juga cukup besar. Di samping itu juga perlu dilakukan penelitian-penelitian yang lebih mendalam untuk menggali potensi medisinal lain dari ikan-ikan marga *Channa* ini, dan juga mekanisme kerjanya sebagai senyawa bioaktif.

Walaupun jenis-jenis ikan marga *Channa* masih cukup banyak di alam, dan juga sudah mulai banyak dibudidayakan terutama ikan gabus, namun teknologi budidaya yang tepat-guna belum tersedia untuk diterapkan langsung oleh masyarakat. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian untuk menemukan teknik budidaya tepat-guna yang mudah diterapkan masyarakat agar ketersediaan ikan-ikan marga *Channa* ini bertambah besar untuk mengantisipasi pemenuhan kebutuhan masyarakat sebagai ikan konsumsi yang bergizi tinggi dan juga untuk memenuhi kebutuhan industri dalam pemanfaatannya sebagai bahan obat ataupun bahan nutrasetikal.

ASPEK BIOLOGI DAN TEKNOLOGI BUDIDAYA IKAN MARGA CHANNA

Ikan marga *Channa* termasuk ke dalam suku Channidae, yaitu suku ikan yang dapat ditemukan hidup liar di benua Asia dan Afrika. Ikan-ikan suku Channidae umumnya merupakan karnivora dan predator yang memiliki ciri khas berupa sirip dorsal yang panjang, mulut yang besar, dan gigi yang terang. Ikan-ikan ini dapat menghirup udara lewat insang, sehingga dapat bermigrasi lewat darat. Ikan-ikan Channidae memiliki organ brankial yang tumbuh saat sudah tua. Dua marga dari suku *Channidae* yang dikenal saat ini adalah *Channa* di Asia dan *Parachanna* di Afrika. Menurut Courtenay and Williams (2004) dan Vidthayanon (2005) saat ini dikenal 39 jenis ikan marga *Channa* dan 3 jenis ikan marga *Parachanna*. 39 jenis ikan marga *Channa* yang sudah dikenal adalah:

1. *Channa asiatica* (Linnaeus, 1758)
2. *Channa amphibeus* (Meclelland, 1845) atau *Borna Snekehead*
3. *Channa andrao*
4. *Channa argus* (Cantor, 1842) atau *Northern snakehead*
5. *Channa aurantimaculata* (Musikasinthorn, 2000)
6. *Channa aurantipectoralis*
7. *Channa bankanensis* (Bleeker, 1852) atau *Bangka snakehead*
8. *Channa baramensis* (Steindachner, 1901) atau *Baram snakehead*
9. *Channa barca* (Hamilton, 1822) atau *Barca snakehead*
10. *Channa bleheri* (Vierke, 1991) atau *Rainbow snakehead*
11. *Channa burmanica* (Chaudhuri, 1916)
12. *Channa cyanospilos* (Bleeker, 1853)
13. *Channa diplogramma*
14. *Channa gachua* (Hamilton, 1822)

15. *Channa harcourtbutleri* (Annandale, 1918)
16. *Channa hoaluensis*
17. *Channa longistomata*
18. *Channa lucius* (Cuvier, 1831)
19. *Channa maculata* (Lacepede, 1801)
20. *Channa maruloides* (Bleeker, 1851)
21. *Channa marulius* (Hamilton, 1822) atau *Great snakehead*
22. *Channa melanoptera* (Bleeker, 1855)
23. *Channa melanostigma*
24. *Channa melasoma/Channa melanosa* (Bleeker, 1851) atau *Black snakehead*
25. *Channa micropeltes* (Cuvier, 1831) atau *Giant Snakehead*
26. *Channa ninhbinhensis*
27. *Channa nox* (Zhang, Musikasinthorn and Watanabe, 2002)
28. *Channa orientalis* (Bloch & Schneider, 1801) atau *Walking snakehead*
29. *Channa ornatipinnis*
30. *Channa panaw* (Musikasinthorn, 1998)
31. *Channa pardalis*
32. *Channa pleurophthalmus* (Bleeker, 1851)
33. *Channa pomanensis*
34. *Channa pseudomarulius*
35. *Channa pulchra*
36. *Channa punctata* (Bloch, 1793) atau *Spotted snakehead*
37. *Channa shingon*
38. *Channa stewartii* (Playfair, 1867) atau *Assamase snakehead*
39. *Channa striata* (Bloch, 1793) atau *Snakehead murrel*

3 jenis ikan marga *Parachanna* yang sudah dikenal, yaitu:

1. *Parachanna africana* (Steindacher, 1879)

2. *Parachanna insignis* (Sauvage, 1884)
3. *Parachanna obscura* (Gunther, 1861)

Ikan marga *Channa* adalah ikan-ikan air tawar yang hidup di kawasan tropis Afrika, Asia Selatan, Asia Tenggara, dan Asia Timur. Ikan ini sering disebut sebagai ikan kepala ular (snakehead), karena bentuk kepala lebar dan bersisik besar, mulut bersudut tajam, sirip punggung dan sirip dubur panjang, dan tinggi hampir sama. Semua jenis ikan marga *Channa* mampu menghirup oksigen dari atmosfer, karena pada bagian insang terdapat alat pernapasan tambahan. Oleh karena itu ikan marga *Channa* dapat hidup di perairan dengan kadar oksigen rendah. Beberapa jenis ikan marga *Channa* memiliki nilai ekonomi yang penting, baik sebagai ikan hias maupun ikan konsumsi (Kotellat et al., 1993).

Lee and Ng (1994) melaporkan bahwa di Semenanjung Malaysia dan Singapura dapat ditemukan 7 jenis ikan marga *Channa*, yaitu *Channa bankanensis*, *C. gachua*, *C. lucius*, *C. marulioides*, *C. melasoma*, *C. micropeltes* dan *C. striata*. Lee and Ng (1994) juga menyatakan bahwa spesimen ikan *Channa* dari Peninsular Malaysia yang diidentifikasi sebagai *C. melanoptera* sensu Weber & de Beaufort, 1922, terbukti merupakan bentuk dewasa dari *C. marulioides* s.str. *C. melanoptera* sebenarnya hanya dapat ditemukan liar di pulau Kalimantan dan kemungkinan Sumatera (Lee and Ng, 1994). Courtenay and Williams (2004) dan Vidthayanon (2005) melaporkan di Thailand telah ditemukan paling tidak 6 jenis ikan marga *Channa*, yaitu *Channa marulioides*, *Channa striata*, *Channa marulius*, *Channa micropeltes*, *Channa lucius*, dan *Channa gachua*.

Beberapa penelitian yang dilakukan di Indonesia mengungkapkan bahwa ikan-ikan marga *Channa* dapat ditemukan hidup liar di beberapa sungai di pulau Sumatera dan Kalimantan, antara lain di daerah aliran sungai (DAS) Musi Sumatera Selatan, Riau, Jambi, Sumatera Barat, Kalimantan

Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, bahkan di pulau Jawa (Muchtar *et al*, 1984; Yanti *et al*, 1997; Said, 2007a; Said, 2008; Bijaksana, 2012; Azrita *et al*, 2013). Di DAS Musi ditemukan 6 jenis ikan marga *Channa*, yaitu *Channa striatus*, *Channa micropeltes*, *Channa pleurophthalmus*, *Channa marulioides*, *Channa cyanospilos*, dan *Channa lucius* (Said, 2007a).

Habitat ikan marga *Channa*

Ikan ikan marga *Channa* merupakan jenis ikan tropis. Habitat ikan gabus di alam adalah perairan umum berupa rawa banjir yang lebih dikenal dengan istilah perairan rawa lebak lebung. Perairan rawa lebak lebung atau perairan rawa banjir (*floodplain*) merupakan dataran rendah di tepi sungai yang tergenang ketika air sungai meluap (saat musim penghujan). Mempunyai kebiasaan hidup liar di rawa-rawa atau sungai berarus lambat. Ikan-ikan marga *Channa* merupakan ikan yang mampu hidup di perairan dengan karakteristik pH asam, oksigen terlarut relatif rendah, dan CO₂ tinggi (Said 2008). Ikan marga *Channa* mampu beradaptasi di lingkungan yang mempunyai kandungan humus yang tinggi yang berasal dari gambut. Daerah tersebut merupakan hutan rawa yang padat dengan tumbuhan air yang didominasi oleh tumbuhan suku Graminae. Said (2007a) melaporkan beberapa lokasi di Sumatera Selatan, yaitu di daerah aliran sungai Musi, daerah Gumai Kabupaten Muara Enim, dan Kabupaten Musi Banyuasin merupakan lokasi yang mempunyai keragaman jenis marga *Channa* tinggi. Di daerah aliran sungai Musi ditemukan paling tidak 6 jenis ikan marga *Channa*, yaitu ikan gabus (*Channa striatus*), toman (*Channa micropeltes*), serandang (*Channa pleurophthalmus*), jalai (*Channa marulioides*), bujuk (*Channa cyanospilos*), dan sarko (*Channa lucius*). Di Kabupaten Muara Enim ditemukan 5 jenis marga *Channa* yaitu gabus (*Ch. striata*), toman (*Ch. micropeltes*), serandang (*Ch. pleurophthalmus*), bujuk (*Ch. cyanospilos*), dan sarko (*Ch. lucius*). Di Kabupaten

Musi Banyuasin hanya ditemukan 3 jenis yaitu gabus (*Ch. striata*), toman (*Ch. micropeltes*), dan bujuk (*Ch. cyanospilos*). Namun demikian, ikan ikan marga *Channa* ini mampu beradaptasi di berbagai perairan air tawar baik kolam, danau, sungai, rawa, dan waduk.

Fekunditas ikan marga *Channa*

Fekunditas adalah jumlah telur matang dalam ovarium yang akan dikeluarkan pada waktu memijah. Fekunditas menunjukkan potensi telur yang dihasilkan untuk satu pemijahan. Pengkajian fekunditas ikan sangat penting dilakukan karena akan menentukan potensi benih untuk proses domestikasi dan budidaya. Fekunditas berhubungan dengan panjang total dan bobot badan ikan (Azrita *et al.*, 2012). Variasi lingkungan, terutama ketersediaan makanan di habitatnya berperan penting terhadap kualitas telur dan waktu reproduksi ikan. Kekurangan makanan dapat menyebabkan tertundanya pematangan gonad dan rendahnya fekunditas. Makanan bagi ikan dapat merupakan faktor yang menentukan bagi kepadatan populasi, pertumbuhan, dan kondisi ikan, sedangkan macam makanan satu spesies ikan biasanya tergantung pada umur, tempat, waktu, dan alat pencernaan dari ikan itu sendiri. Dengan mengetahui kebiasaan makanan satu jenis ikan dapat dilihat hubungan ekologi antara ikan dengan organisme lain yang ada di suatu perairan, misalnya bentuk-bentuk pemangsa, saingan, dan rantai makanan.

Beberapa penelitian tentang aspek reproduktif, antara lain fekunditas dan diameter telur ikan marga *Channa* sudah dilakukan, antara lain fekunditas ikan *Spotted snakehead* (*Channa punctata*) di India berkisar 2.300-29.600 butir, diameter telur 2 mm (Courtenay & Williams, 2004). Fekunditas *dwarf snakehead* (*Channa gachua*) di Berhampur India berkisar antara 2.539-7.194 butir, diameter telur 2,1-2,6 mm (Mishra, 1991). Ali (1999) melakukan penelitian terhadap *Channa striata* yang dikoleksi selama satu tahun sejak Februari 1992 dari

sawah dan saluran irigasi yang berhubungan dengan sawah tersebut di Kerian Utara , Perak, Malaysia. Ia menemukan terdapat enam tahap perkembangan oosit ikan gabus. Distribusi frekuensi ukuran oosit dan frekuensi keberadaan (frequency of occurrence) untuk tahap ovarium yang berbeda menunjukkan bahawa perkembangan gonad ikan gabus berlangsung sepanjang tahun. Distribusi frekuensi ukuran oosit yang multi-modal dalam populasi mengindikasikan adanya perkembangan dan juga oosit yang matang pada betina, yang juga mengkonfirmasi kesiapan bertelur sepanjang tahun. Perkiraan fekunditas absolut rata-rata berkisar antara 4326-9017 oosit, sedangkan perkiraan fekunditas relatif rata-rata berkisar antara 10,5 sampai 36,3 oosit per gram berat badan. Baik panjang tubuh total, maupun berat dapat digunakan untuk memperkirakan fekunditas.

Fekunditas ikan *chevron snakehead* (*Channa striata*) di Malaysia berkisar 3.000-30.000 butir, diameter telur 1,25 mm, sedangkan fekunditas ikan *chevron snakehead* (*Channa striata*) di daerah banjiran Sungai Musi berkisar 1.141-16.468 butir (Makmur *et al.*, 2003). Fekunditas ikan *cobra snakehead* (*Channa marulius*) berkisar 2.000-40.000 butir dan diameter telur ikan *Northern snakehead* (*Channa argus*) berkisar 1,80-1,85 mm (Courtenay & Williams, 2004).

Azrita *et al.* (2012) melakukan penelitian terhadap fekunditas ikan bujuk (*Channa lucius*) di tiga lokasi yang berbeda, yaitu di Danau Singkarak Sumatera Barat, di rawa banjiran Pematang Lindung Jambi, dan di rawa banjiran Mentulik Riau. Dari hasil penelitian ini terungkap bahwa terdapat perbedaan fekunditas ikan bujuk pada setiap lokasi penelitian. Fekunditas ikan bujuk di Danau Singkarak berkisar 1.152-3.002 butir dengan rata-rata 1.996 ± 568 butir/ekor, di rawa banjiran Pematang Lindung-Jambi berkisar 1.155-3.715 dengan rata-rata 2.196 ± 866 butir/ekor dan di rawa banjiran Mentulik-Riau berkisar 1.293-3.710 dengan rata-rata 2.539 ± 716 butir/ekor. Ukuran diameter telur ikan bujuk untuk masing-masing lokasi

juga sedikit berbeda, dari Danau Singkarak berkisar 1,25-1,55 mm dengan rata-rata $1,35 \pm 0,09$ mm, dari rawa banjiran Pematang Lindung Jambi 1,32-1,70 mm dengan rata-rata $1,53 \pm 0,11$ mm, dan di rawa banjiran Mentulik Kampar Riau 1,40-1,90 mm dengan rata-rata $1,70 \pm 0,14$ mm. Dari penelitian ini juga terungkap bahwa terdapat perbedaan ukuran telur bagian anterior dengan rata-rata 1,40 mm dan posterior dengan rata-rata 1,70 mm, sehingga dinyatakan tipe pemijahan ikan bujuk bersifat *partial*. Ukuran diameter telur yang akan dipijahkan berkisar antara 1,35-1,70 mm, memijah pada perairan tenang yang ditumbuhi tanaman air, sifat telur merapung di permukaan air dan dijaga oleh induk. Makanan utama ikan bujuk (*Channa lucius*) adalah ikan dengan nilai indeks bagian terbesar 70,78%-89,01%, makanan pelengkap udang 5,81%-16,3% dan anak katak 1,77%-3,28%, dan makanan tambahan adalah serangga air. Berdasarkan jenis makanan tersebut ikan bujuk digolongkan ikan karnivora murni bersifat *predator* dengan panjang usus rata-rata 75,18% dari panjang standar.

Budidaya ikan marga Channa

Budidaya ikan-ikan marga Channa di Indonesia memiliki peluang yang sangat besar dilihat dari lingkungan strategis dan potensi sumberdaya yang tersedia. Ikan-ikan marga Channa merupakan ikan asli wilayah Asia Tenggara termasuk Indonesia dan sampai saat ini masih banyak ditemukan hidup liar di berbagai perairan Indonesia, antara lain di pulau Sumatera, Kalimantan, dan Jawa. Ikan-ikan ini pun sudah banyak dibudidayakan, atau lebih tepatnya dilakukan pembesaran secara besar-besaran dan komersil di negara Thailand, Filipina, Vietnam dan Myanmar, yang secara geografis mempunyai karakteristik yang tidak jauh berbeda dengan Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa Indonesia pun cocok untuk menjadi tempat pembudidayaan ikan-ikan marga Channa secara besar-besaran.

Sistem pembesaran ikan gabus di Thailand menggunakan kolam dengan luasan berkisar 800-1600 meter persegi, dengan kedalaman kolam berkisar 1,5-2 meter. Benih yang digunakan berukuran 1-2 cm atau berumur lebih dari 10 hari, yang berasal dari hasil penangkapan dari alam pada awal musim hujan di Thailand (bulan Mei sampai September atau Oktober). Padat tebar benih dalam kolam sangat beragam berkisar 75-460 ekor/m². Pemberian pakan sebanyak 3 kali/hari pada fase fry sampai fingerling, dua kali/hari pada ukuran fingerling dan satu kali/hari pada akhir pemeliharaan. Dari ukuran fingerling, ikan diberi pakan kombinasi ikan rucah dengan dedak, saat pembesaran sampai akhir pemeliharaan ikan diberi pakan ikan rucah saja, lama pemeliharaan ikan berkisar 7-11 bulan (Wee, 1981).

Pembesaran ikan gabus di India dilakukan di kolam tanah dan kolam beton. Kolam tanah berukuran 15x5x1 meter, ditebar benih ukuran 8-10cm, dengan padat tebar 12.000-15.000 benih/ha. Pemberian pakan berupa usus ayam yang sudah direbus dengan *feeding rate* 5-15% bobot tubuh/hari. Ikan dipelihara selama 8 bulan, kelangsungan hidup ikan 90-95%, dengan bobot ikan saat panen 800-900 gram/ekor.

Sistem pembesaran ikan gabus di Malaysia dilakukan secara monokultur ataupun polikultur dalam kolam tanah. Pemeliharaan dilakukan dengan padat tebar 40-80 ekor/m² atau 5000 ekor /hektar, dan dipelihara selama 9-11 bulan, membudidayakan ikan gabus dalam kolam tanah dengan kombinasi ikan nila. Budidaya ikan gabus juga sudah dilakukan secara intensif di Provinsi An Giang dan Provinsi Dong Thap, wilayah delta Mekong, Vietnam, dengan sistem kolam tanah dan karamba.

Walaupun potensinya cukup besar, namun sampai saat ini budidaya ikan-ikan marga *Channa* di Indonesia masih belum ada yang dilakukan secara besar-besaran. Jenis *Channa* yang sudah dibudidaya juga masih terbatas, yaitu baru ikan gabus (*Channa striata*) di pulau Sumatera, Kalimantan dan Jawa, dan

dalam jumlah sangat kecil pembesaran ikan toman (*Channa micropeltes*) di Kalimantan. Balai Besar Budidaya Air tawar Mandiangin, Kalimantan Selatan telah berhasil membudidayakan ikan gabus. Pembesaran ikan gabus di Kalimantan Selatan, menggunakan kolam, baik kolam tanah maupun kolam semen/beton. Pembesaran ikan gabus juga dilakukan di media karamba di lahan rawa lebak Kecamatan Sekayu Kabupaten Musi Banyuasin Sumatera Selatan. Pembesaran dilakukan selama 5 bulan dengan makanan berupa pellet. Ikan-ikan marga *Channa* lainnya, seperti ikan bujuk dan serandang, walaupun dagingnya enak dan bergizi tinggi, sampai sejauh ini belum ada laporan bahwa ikan-ikan ini dibudidayakan. Walaupun ada yang menjualnya sebagai ikan konsumsi di pasar-pasar di pulau Sumatera dan Kalimantan, namun masih merupakan hasil tangkapan dari alam liar, bukan hasil budidaya.

Penelitian tentang beberapa aspek budidaya ikan marga *Channa* terutama ikan gabus juga sudah dilakukan, namun masih belum terintegrasi dan komprehensif. Masih banyak faktor-faktor budidaya ikan marga *Channa* yang perlu diteliti. Oleh karena itu perlu dilakukan pengembangan penelitian budidaya ikan-ikan marga *Channa* yang bersifat komprehensif sehingga dapat diperoleh teknologi budidaya ikan *Channa* yang handal dan tepat-guna. Kendala utama dalam budidaya ikan-ikan marga *Channa* saat ini adalah belum tersedianya teknologi pembenihan ikan secara terkontrol serta belum adanya formulasi pakan buatan yang dapat memacu pertumbuhan ikan yang dipelihara.

JENIS-JENIS IKAN MARGA CHANNA

Di Indonesia telah diketahui paling tidak ada 8 jenis ikan marga Channa, sebagian besar ditemukan hidup liar di Pulau Sumatera dan Kalimantan, yaitu *Channa striata* (ikan gabus), *Channa micropeltes* (ikan toman), *Channa lucius* (ikan bujuk), *Channa pleurophthalmus* (ikan serandang), *Channa maruloides* (ikan jalai), *Channa maculata* (ikan mihau), *Channa bankanensis*, dan *Channa cyanospilos*. Di antara ke delapan jenis ini yang paling dikenal adalah *Channa striata*.

Channa striata

Channa striata atau ikan gabus merupakan jenis ikan marga Channa yang paling banyak dikenal dan juga paling banyak dikonsumsi. Ikan gabus dikenal dengan banyak nama, menunjukkan bahwa ikan gabus tersebar dan dikenal di berbagai tempat di Indonesia dan di luar Indonesia. Beberapa nama lokal ikan gabus di wilayah Indonesia antara lain ikan aruan atau haruan (Melayu dan Banjar), kocolan (Betawi), bayong, bogo, licingan, kutuk (Jawa), bale salo (Bugis), ruan (Palembang, Jambi, Riau). Dalam bahasa Inggris ikan gabus dikenal dengan nama *common snakehead*, *snakehead murrel*, *chevron snakehead*, atau *striped snakehead*.

Sinonim *Channa striata* antara lain *Ophicephalus striatus* Bloch, *Ophiocephalus vagus* Peters, *Ophiocephalus striatus* var. *qualamudensis* Gianferrari (Said, 2007a). Ikan ini banyak terdapat di perairan tawar dan merupakan ikan konsumsi yang pada umumnya dikeringkan atau diasinkan. Ikan gabus mempunyai nilai ekonomi yang tinggi. Ikan ini dapat bertahan hidup pada musim kering dengan cara bersembunyi di lumpur dasar perairan.

Penyebaran ikan gabus (*Channa striata*) sangat luas, antara lain di Indonesia (Sulawesi, Paparan Sunda, Sunda Kecil, dan Maluku), Srilanka, Philipina, Indocina, dan Cina. Di

Indonesia, ikan gabus (*Channa striata*) ditemukan di DAS Musi Desa Talang Fatimah Kecamatan Gelumbang Kabupaten Muara Enim Sumatera Selatan (Makmur *et al*, 2003), rawa banjir Sungai Kelekar Indralaya Ogan Ilir Sumatera Selatan (Muslim, 2017), reservat perikanan Lebung Karang Ogan Ilir (Lestari dan Muslim, 2005), waduk Kedungombo Jawa Tengah (Kartamihardja, 1994), rawa-rawa sekitar Kota Pekanbaru Riau (Mughtar *et al*, 1984), sungai banjaran Purwokerto Jawa Tengah (Sinaga *et al*, 2000), Kalimantan Timur (Yanti *et al*, 1997), Kalimantan Selatan (Bijaksana, 2010), dan tempat-tempat lain di Indonesia. Ikan gabus merupakan jenis marga *Channa* yang dominan tertangkap di daerah aliran Sungai Musi (Said, 2007a).

Ikan gabus mempunyai ciri morfologis bentuk badan bulat silendris, seluruh tubuh dan kepala ditutupi sisik *cycloid* dan *cetenoid*, warna agak hitam jika hasil tangkapan di rawa dan agak pudar jika hasil tangkapan di tepi sungai. Bentuk badan ikan gabus di bagian depan hampir bundar dan pipih tegak kearah belakang sehingga disebut ikan berkepala ular (*snakehead fish*). Panjang totalnya dapat mencapai 90 cm. Pada sisi badan mempunyai pita warna berbentuk < mengarah ke depan, tidak terdapat gigi taring pada vomer dan palatine, terdapat sisik berjumlah 4 sampai dengan 5 antara gurat sisi dan pangkal jari-jari sirip punggung bagian depan (Kotellat *et al*, 1993). Pada Gambar 1-3 disajikan beberapa gambar ikan gabus.

Ikan gabus termasuk salah satu jenis ikan *labyrinth*. Nama *labyrinth* diberikan karena ikan ini mempunyai alat pernafasan tambahan yaitu organ *labyrinth* yang terletak di bagian atas rongga insang. *Labyrinth* terdiri atas lapisan-lapisan kulit yang berlekuk-lekuk dan mengandung banyak pembuluh darah. Organ *labyrinth* ikan gabus berupa bilik-bilik insang yang mempunyai kantong-kantong kecil yang terlipat dan dilengkapi dengan pembuluh-pembuluh darah guna menyerap oksigen.



Gambar 1. Ikan gabus (*Channa striata*) di Pasar Angso Duo kota Jambi. Warnanya lebih gelap dibandingkan dengan ikan marga Channa yang lain



Gambar 2. Bagian perut ikan gabus (*Channa striata*) berwarna putih dengan sedikit bercak bercak berwarna hitam



Gambar 3. Bagian kepala ikan gabus seperti kepala ular, oleh sebab itu ikan gabus dan ikan marga *Channa* lainnya disebut *snakehead fish*

Ikan ini memiliki *diverticula* yaitu suatu alat pernafasan tambahan yang terletak dibagian atas insang sehingga mampu menghirup udara dari atmosfer, juga mampu berjalan jauh dimusim kemarau untuk mencari air (Kottelat *et al.*, 1993). Bahkan ikan ini dapat mempertahankan hidup dengan cara

“menguburkan diri“ di dalam lumpur saat musim kemarau, yaitu saat rawa-rawa habitat ikan gabus kering (Muslim, 2005).

Ikan betina biasanya ditandai dengan bentuk kepala yang membulat, perutnya lembek dan membesar, warna tubuhnya cenderung terang, dan bila diurut akan keluar telur. Pejantan sendiri ditandai dengan bentuk kepala yang lonjong, warna tubuhnya cenderung gelap, lubang pada kelamin memerah, serta akan mengeluarkan cairan putih agak bening ketika diurut (Muslim, 2017).

Channa micropeltes

Channa micropeltes atau ikan toman, juga dikenal dengan nama *giant snakehead*, *red snakehead*, *redline snakehead*, *malabar snakehead*, gabus tobang (Kalimantan), toman (Malaysia), pla-chado (Thailand), pla-melang pu (Thailand), trey chdaur (Cambodja). Sinonim *Channa micropeltes* adalah *Ophiocephalus serpentinus* Cuvier, *Ophicephalus bivittatus* Bleeker, *Ophiocephalus stevensii* Bleeker, *Ophiocephalus diplogramma* Day, *Ophiocephalus diplogramme*, dan *Ophiocephalus studeri* Volz. (Said, 2007a).

Channa micropeltes merupakan jenis yang paling besar di antara ikan marga *Channa*, dapat mencapai panjang 1 sampai dengan 1,5 m dengan bobot lebih dari 20 kg. Oleh karena itu disebut sebagai *giant snakehead fish* (Gambar 4). Ciri morfologis ikan toman adalah adanya garis linea lateralis berwarna hitam di sepanjang tubuh, ada totol berwarna hitam di sepanjang tubuhnya, dengan bagian perut berwarna putih. Pada tubuh ikan toman terdapat garis warna orange dari moncong ke sirip ekor bagian atas dan bawah dibatasi oleh garis berwarna hitam yang kemudian terputus menjadi bintik-bintik yang tidak beraturan atau bercak. Vomer dan palatine mempunyai sederetan gigi kecil berbentuk taring (Kotellat et al., 1993) (Gambar 5-7).



Gambar 4. Ikan toman yang hidup liar dapat mencapai ukuran yang sangat besar, oleh sebab itu disebut sebagai *giant snakehead fish* (Foto diambil dari blog Si Tukang Mancing Mania <http://ariyacartoons.blogspot.com/2013/05/teknik-dan-cara-memancing-ikan-toman.html>)

Ikan toman mempunyai kemampuan adaptasi yang tinggi di perairan air tawar. Di Indonesia tersebar di Sumatera bagian Tenggara, Kalimantan Barat, Jawa, dan Bangka Belitung. Ikan toman (*Channa micropeltes*) ditemukan di reservat perikanan Lebung Karang Ogan Ilir (Lestari dan Muslim, 2005). Penangkapan pada umumnya dilakukan menggunakan pancing dengan ukuran mata pancing 5 sampai dengan 8. Ikan toman cukup banyak ditemukan di sepanjang daerah aliran Sungai Musi.



Gambar 5. Ikan toman di Pasar Angso Duo kota Jambi yang dijual sebagai ikan konsumsi. Ukuran tubuh ikan toman untuk konsumsi tidak terlalu besar, umumnya dengan berat 0,5 sampai dengan 2 kg. Nampak motif bercak hitam di sepanjang tubuhnya (Foto diambil pada tahun 2018)



Gambar 6. Ikan toman, dengan totol atau bercak-bercak warna hitam di tubuh dan bagian perut berwarna putih



Gambar 7. Bagian kepala ikan toman tampak seperti kepala ular

Channa lucius

Nama ikan bujuk diberikan pada, paling tidak, dua jenis ikan marga *Channa*, yaitu *Channa lucius* dan *Channa cyanospilos*. Kedua jenis ikan ini memiliki ciri-ciri yang cukup menunjukkan perbedaan satu sama lain, namun demikian masyarakat lokal memberikan nama yang sama.

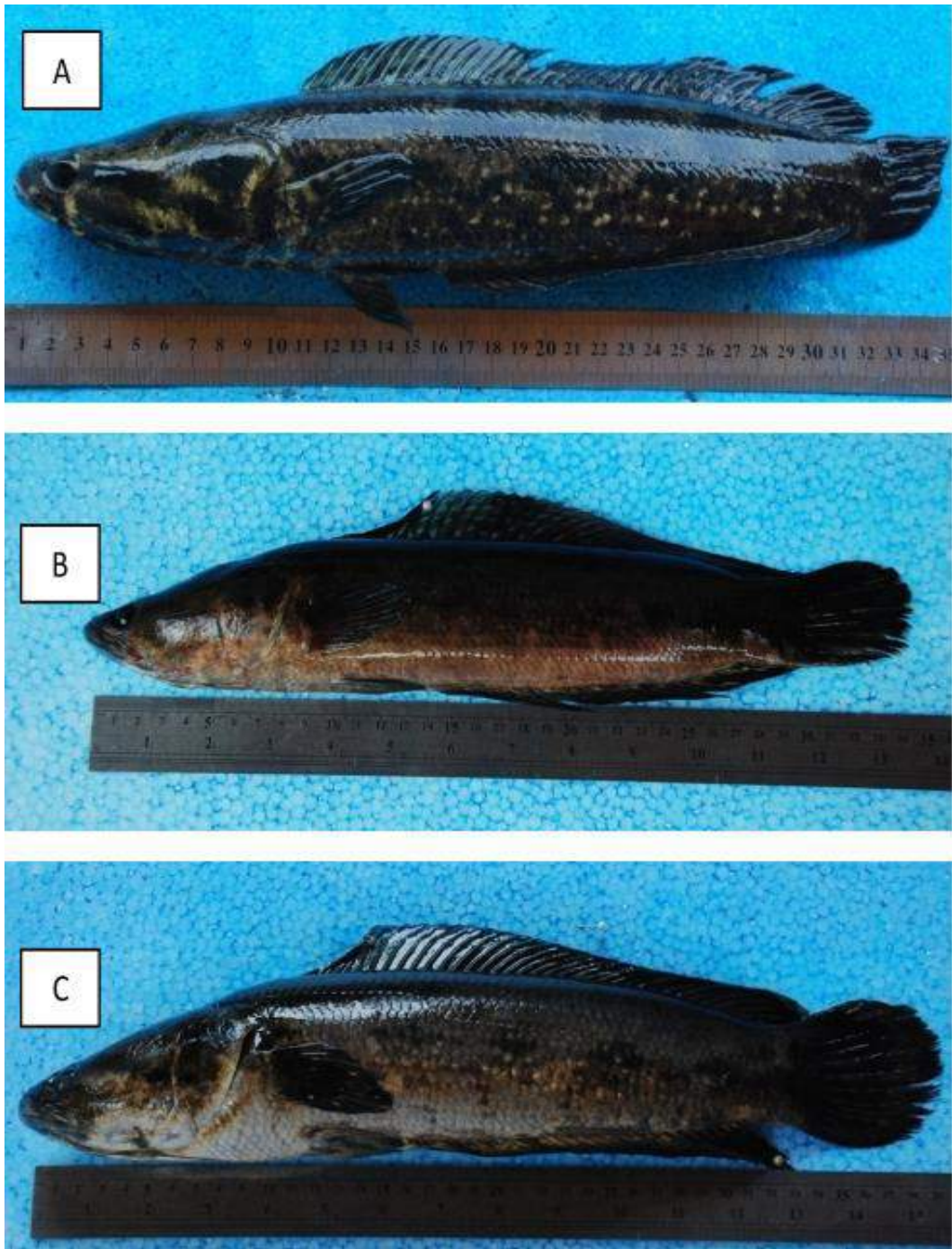
Channa lucius ditemukan di Sumatera dan Kalimantan, antara lain di Sungai Rangau Riau. *Channa lucius* juga disebut Muju-muju (Kerinci), Kehung, Kihung, atau Kesung (Kalimantan Tengah), dan Gabus cina (Betawi). Selain di Indonesia, ikan ini juga terdapat di negara-negara Asia lainnya, antara lain di Malaysia, Thailand, Vietnam, Laos (di sungai Mekong), Kamboja dan China. Di Malaysia dikenal dengan nama ikan Bujuk atau ikan Ubi, sedangkan dalam bahasa Inggris dikenal sebagai *Splendid snakehead* atau *Forest snakehead*.

Azrita et al. (2013) melakukan penelitian tentang morfologi ikan bujuk di tiga tempat yang berbeda, yaitu Perairan Danau Singkarak Sumatera Barat, Rawa Banjiran Tanjung Jabung Timur Jambi dan Rawa Banjiran Kampar Riau. Dari hasil penelitian tersebut terungkap bahwa populasi ikan bujuk antar habitat perairan memiliki ukuran yang berbeda. Perbedaan utama dari karakter morfistik ikan bujuk adalah jumlah sisik di atas gurat sisi, sedangkan dari karakter morfometrik adalah panjang moncong, panjang rahang atas, panjang sirip pectoral, dan panjang duri sirip dorsal yang terpanjang. Perbedaan dari karakter panjang moncong dan

panjang rahang atas disebabkan karena ikan bujuk bersifat predator murni yaitu menyergap makanan berupa anak ikan, udang kecil dan anak katak, sehingga memerlukan mulut yang panjang dan rahang lebar untuk memakan makanannya. Perbedaan karakter panjang sirip pektoral dan panjang duri sirip dorsal yang terpanjang disebabkan oleh ikan bujuk melakukan pergerakan dari dasar ke permukaan perairan untuk menyergap makanan. Secara visual dan biometrik perbedaan utama ikan bujuk terlihat pada ukuran panjang total, bentuk, dan warna tubuh (Gambar 8) (Azrita et al., 2013). Pada gambar 9 dan 10 disajikan morfologi ikan bujuk yang diperoleh dari daerah Jambi.

Dari hasil penelitian Azrita et al. (2013) terungkap bahwa populasi ikan bujuk yang diteliti terisolasi menjadi dua kelompok yang berbeda, yaitu kelompok pertama populasi ikan bujuk dari rawa banjir Tanjung Jabung Timur Jambi dan populasi dari rawa banjir Kampar Riau, sedangkan populasi Danau Singkarak terpola menjadi satu kelompok tersendiri. Pengelompokan ini terjadi akibat perbedaan geografis yang berhubungan dengan letak ketinggian habitat dari permukaan laut dan faktor lingkungan, terutama yang berhubungan dengan kualitas air, seperti kesadahan dan pH air (Azrita et al. (2013).

Fekunditas ikan bujuk di tiga lokasi ini juga ternyata berbeda. Fekunditas ikan bujuk di Danau Singkarak berkisar 1.152-3.002 butir dengan rata-rata 1.996 ± 568 butir/ekor, di rawa banjir Pematang Lindung-Jambi berkisar 1.155-3.715 dengan rata-rata 2.196 ± 866 butir/ekor dan di rawa banjir Mentulik-Riau berkisar 1.293-3.710 dengan rata-rata 2.539 ± 716 butir/ekor. Ukuran diameter telur ikan bujuk untuk masing-masing lokasi juga sedikit berbeda, dari Danau Singkarak berkisar 1,25-1,55 mm dengan rata-rata $1,35 \pm 0,09$ mm, dari rawa banjir Pematang Lindung Jambi 1,32-1,70 mm dengan rata-rata $1,53 \pm 0,11$ mm, dan di rawa banjir Mentulik Kampar Riau 1,40-1,90 mm dengan rata-rata $1,70 \pm 0,14$ mm (Azrita et al., 2012).



Gambar 8. Ikan bujuk berasal dari A). Danau Singkarak Sumatera Barat, B). Rawa banjir Desa Pematang Lindung Tanjung Jabung Timur Jambi, C). Rawa banjir Desa Mentulik Kampar Riau (Azrita et al., 2013)

Dari hasil evaluasi genetik dapat disimpulkan bahwa genetik terbaik terdapat pada populasi dari Riau dan Jambi

yang mempunyai jarak genetik lebih tinggi dan lebih dekat dibandingkan dengan populasi dari Sumatera Barat. Evaluasi genetik merupakan dasar untuk proses domestikasi. Evaluasi genetik dalam penelitian yang dilakukan Azrita et al. (2013) menggunakan Marker RAPD. Sampel berupa sirip *Channa lucius* diekstraksi dan diamplifikasi dengan menggunakan primer OPAI-20.

Selain itu juga terungkap bahwa ikan bujuk mempunyai toleransi yang luas terhadap perubahan kualitas air, yaitu dapat hidup pada kisaran kesadahan air $3,06 \pm 0,11$ - $72,00 \pm 3,00$ mg/L dan pH air berkisar $4,50 \pm 0,45$ - $7,56 \pm 0,40$. Toleransi yang sangat luas tersebut memberikan peluang untuk konservasi ikan bujuk secara *ex situ*, terutama untuk melakukan proses domestikasi (Azrita et al., 2013).



Gambar 9. Ikan bujuk yang diperoleh dari Sungai Batanghari Jambi, corak kulit tubuhnya sangat indah



Gambar 10. Bagian kepala ikan bujuk

Channa cyanospilos

Channa cyanospilos, juga disebut dengan nama ikan bujuk merupakan jenis ikan asli (native species) sungai sungai di Sumatera (Sungai Musi) dan Kalimantan (Sungai Kapuas, Kalimantan Barat), dan kemungkinan juga ikan asli di Semenanjung Malaysia. Saat ini *Channa cyanospilos* tersebar dari Sumatera, Kalimantan, Jambi, Riau, dan juga Semenanjung Malaysia.

Ciri-ciri khas *Channa cyanospilos* adalah mempunyai bintik-bintik biru pucat tersebar pada bagian bawah badan yaitu bermula dari tutup insang sampai dengan batang ekor dan gigi taring terdapat pada bagian rahang bawah. Beberapa penulis memberi nama ikan ini sebagai *bluespotted snakehead* (kepala ular berbintik biru) karena warna biru yang terdapat pada tubuh merupakan ciri khas yang tidak dimiliki oleh ikan marga *Channa* lain yang berasal dari Indonesia (Sumatera) dan Malaysia. Ciri-ciri morfologi lain dari *Channa cyanospilos*, antara lain tidak terdapat sisik pada kepala bagian atas, duri sirip perut berjumlah 38-43, sirip pada bagian ekor berjumlah 24-26 buah. Sisik pada tubuh bagian samping berjumlah 51-55 buah, dan terdapat taring pada rahang bagian bawah dan terdapat totol berwarna biru muda pada hampir seluruh tubuh bagian bawah, mulai dari tutup insang sampai dengan ke batang ekor (Said, 2008). *Channa cyanospilos* yang ditemukan di DAS Sungai Musi mempunyai panjang total berkisar antara 19,5 dan 35,5 cm dengan kisaran berat 70-600 gram (Said, 2008).



Gambar 11. *Channa cyanospilos* (Foto diambil dari IkanPredator.Net: <https://ikanpredator.net/2016/10/13/jenis-jenis-snakehead-fish-channidae/>)

Channa cyanospilos bersifat predator sama seperti jenis Marga *Channa* lainnya. Ikan bersifat karnivora, makanannya berupa ikan lain yang berukuran lebih kecil. Ikan ini mempunyai kebiasaan membuat sarang sendiri untuk menempelkan telur dan menjaga anak-anaknya dari predator lainnya (Kotellat et al., 1993).

Ng dan Lim (1990) mengelompokkan *Channa cyanospilos* dalam satu kelompok dengan *Channa melanosoma*. Perbedaan terdapat pada panjang taring yang terdapat pada rahang pada bagian bawah. Panjang taring *Channa cyanospilos* berkisar 5% dari panjang standar dan panjang taring *Channa melanosoma* berkisar 12-13% dari panjang standar ikan tersebut. *Channa melanosoma* dan *Channa cyanospilos*, keduanya memiliki sisik pada bagian belakang kepala sebelum perut sebanyak 8 buah (*Channa striata* 7 buah). Keduanya memiliki totol berwarna biru pada bagian tenggorokan (Said, 2008).

Channa pleurophthalmus

Channa pleurophthalmus atau ikan serandang adalah ikan yang hidup di sungai di daerah tropis, meskipun demikian mampu bertahan hidup jika diintroduksikan ke daerah yang mempunyai beberapa musim misalnya Amerika Serikat (Semenanjung Florida dan Hawaii). *Channa pleurophthalmus* mempunyai beberapa nama sinonim yaitu *Ophicephalus urophthalmus* Bleeker dan *O. spiritalis* Fowler. Di samping serandang, ikan ini dikenal dengan nama keranda (Kalimantan), *ocellated snakehead* atau *eyespot snakehead*. Ikan ini bernilai ekonomis penting sebagai ikan konsumsi di Sumatera dan Kalimantan (Kotellat *et al.*, 1993). Selain sebagai ikan konsumsi, juga dijadikan untuk ikan hias karena memiliki corak yang indah dengan totol-totol berwarna agak merah dan kekuningan (Gambar 12) dengan harga jual yang cukup tinggi (Ng dan Lim, 1990).



Gambar 12. *Channa pleurophthalmus*

Ikan Serandang (*Channa pleurophthalmus*) merupakan ikan spesies asli di Sungai Musi, Batanghari, Kapuas dan Barito. Wilayah penyebaran meliputi Kalimantan (Sungai Kapuas dan Barito) dan Sumatera (Kotellat *et al.*, 1993). Ikan ini ditemukan di sungai Kampar Kanan Provinsi Riau (Aryani, 2015), dan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Musi yang terletak di Desa Talang Fatimah Kabupaten Muara Enim Sumatera Selatan (Said, 2007b).

Ikan serandang bersifat predator dan karnivora sama seperti marga *Channa* lainnya. Makanan utamanya adalah ikan yang berukuran lebih kecil dan udang. Dari hasil pengamatan pakan alami isi usus ikan serandang, hampir 100% berupa hancuran daging ikan dan udang, sisanya adalah jenis cacing, sehingga dapat dikatakan bahwa ikan ini adalah karnivora murni (Said, 2007b).

Ciri morfologi ikan serandang (*Channa pleurophthalmus*) antara lain terdapat sisik kecil di atas tempurung kepala, pada sirip punggung terdapat 40 - 43 jari-jari sirip, pada sirip dubur terdapat 28 - 31 jari-jari sirip, 57 - 58 sisik pada guratan sisi, 51/2 sirip punggung antara guratan sisi dan bagian depan pangkal jari-jari sirip punggung, terdapat gigi seperti taring pada prevomer dan palatine, terdapat 4 - 5 gigi taring pada bagian palatin, terdapat 4-5 buah bercak bulat hitam pada bagian sisi badan dengan bulatan berwarna kuning dan merah berjumlah 4 sampai dengan 5 buah (12). Menurut Said (2007b) panjang tubuh ikan serandang yang diperoleh di daerah aliran sungai Musi (Sungai Gumai, Sungai Arisan Belido dan Sungai Beringin) berkisar antara 16-31 cm dengan berat 350-430 g. Menurut Kottelat *et al.*, (1993), ikan serandang (*Channa pleurophthalmus*) dapat mencapai ukuran lebih dari 50 cm.

Fekunditas telur ikan serandang berkisar 4290-1223 butir dengan rata-rata 7491 butir dengan indeks kematangan gonad berkisar 0,711-1,486 dengan rata-rata 1,087. Diameter telur berkisar antara 0,2-0,5 mm (Said, 2007b). Berdasarkan hasil penelitian Azwar Said pada tahun 2004, puncak pemijahan ikan serandang terjadi pada bulan Mei, Juli dan September. Diperkirakan serandang adalah jenis ikan yang memijah sepanjang tahun karena pada tiap bulan pengambilan sampel selalu ditemukan ikan dengan tingkat kematangan gonad IV, dan ukuran ikan baik panjang total maupun berat yang didapat juga beragam (Said, 2007b).

Ikan serandang merupakan ikan yang mampu bertahan hidup pada kondisi perairan dengan kadar oksigen yang rendah

(karena memiliki organ pernapasan tambahan pada insang yang mampu mengambil oksigen dari atmosfer), kadar karbondioksida bebas yang tinggi dan pH perairan yang asam. Habitat ikan ini di Sungai Musi berupa hutan rawa yang banyak ditumbuhi oleh tanaman air yaitu kumpeh (*gramminae*), enceng gondok (*Eicchornia crassipes*) dan tumbuhan tingkat tinggi. Warna air hitam kecoklatan menunjukkan bahwa perairan tersebut banyak mengandung bahan organik yang berasal dari gambut (Said, 2007b).

Channa maruloides

Channa maruloides atau Jalai merupakan ikan asli (native spesies) Sungai Musi, yang tersebar di daerah lain di Indonesia yaitu di Indragiri, Batang Hari, Bangka Belitung, Samarinda, dan Kapuas. Dikenal dengan nama *emperor snakehead*, *darkfin snakehead*, jaloy atau jalai (Sumatera), toman bunga (Melayu), atau peyang (Kalimantan). Di dunia ikan hias *Channa maruloides* lebih dikenal dengan nama Maru. Di Sumatera *Channa maruloides* yang lebih dikenal dengan nama Jalai, warnanya cenderung berwarna gelap kekuningan dengan motif batik pada bagian ekornya. Namun demikian, warna dan motif atau corak pada tubuh ikan Maru nampaknya bervariasi, sebagaimana yang tampak pada Gambar 13-14.

Channa maruloides mirip dengan ikan kutuk (*Channa melanoptera*), yang membedakan keduanya adalah warna. Ikan ini mempunyai nilai ekonomi tinggi. Jalai atau maru lebih dikenal sebagai ikan hias dari pada sebagai ikan konsumsi. Pada saat Said (2007a) melakukan penelitian, ikan jalai sudah sangat sulit ditemukan di daerah aliran Sungai Musi.

Ciri ikan jalai tubuhnya berwarna hitam, berpinggiran putih pada pangkal ekor bagian atas, tidak mempunyai gigi taring pada vomer atau palatum, 3,5 sisik antara guratan sisi dan pada bagian depan pangkal jari-jari sirip punggung, dan panjang dapat mencapai 65 cm. Selama hidupnya ikan maru mengalami tiga fase warna yakni saat masih bayi ukuran 3-10

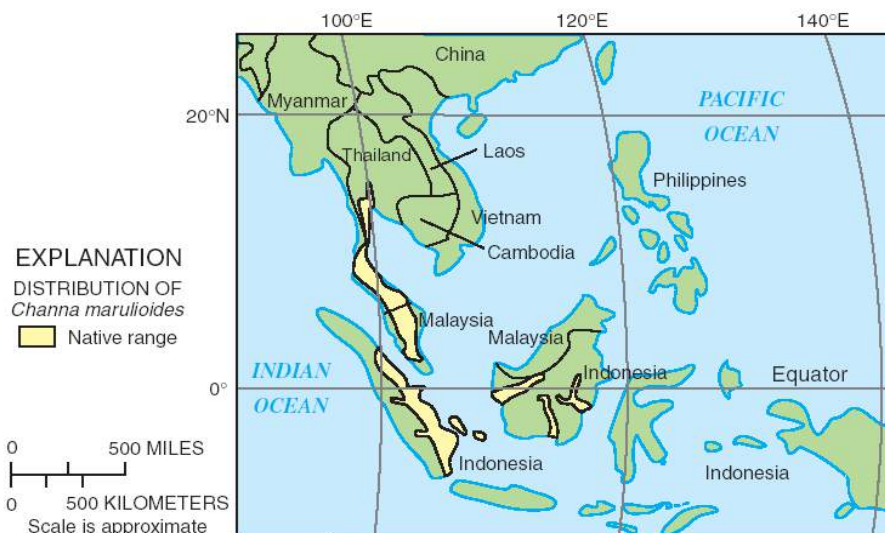
cm berwarna gelap kebiru-biruan, pada fase kedua (ukuran 10-30 cm) berwarna coklat dengan perut warna putih hampir mirip seperti ikan gabus biasa (*Channa striata*), pada fase ketiga yakni saat dewasa 40-100 cm ikan maru mulai menampilkan warna aslinya yakni warna kekuningan. Dan ketika dewasa akan tumbuh corak berwarna hitam dengan pinggiran putih di sisiknya (bunga), yakni ketika maru memasuki usia 1,5 Tahun dan corak itu akan bertambah banyak seiring dengan bertambahnya umur. Di masing-masing daerah maru memiliki warna dan corak yang berbeda-beda. Di Kalimantan ikan maru yang sejak kecil hidup di sungai-sungai atau rawa-rawa di Kalimantan ketika dewasa akan memiliki warna orange kemerahan dan hitam yang tegas di tubuhnya. Hal ini disebabkan karena di Kalimantan banyak terdapat lahan gambut yang membuat pH air di sungai-sungai di Kalimantan menjadi rendah (Allen, 2012).



Gambar 13. *Channa marulioides* atau ikan maru Kalimantan (Dikutip dari blog PENGGILA IKAN HIAS Mengenali keindahan dunia bawah air,



Gambar 14. *Channa marulioides*, yang ditangkap dan dilepaskan kembali di negara bagian Perak, Malaysia pada Januari 2003. (Photo courtesy of Jean-Francois Helias, Fishing Adventures Thailand. Dikutip dari https://archive.usgs.gov/archive/sites/fl.biology.usgs.gov/Snakehead_circ_1251/html/channa_marulioides.html)



Channa marulioides

Gambar 15. Peta penyebaran *Channa marulioides* (Dikutip dari http://fl.biology.usgs.gov/Snakehead_circ_1251/html/channa_marulioides.html)

Daerah penyebaran ikan maru di Indonesia adalah di pulau Kalimantan dan Sumatera. Di samping itu *Channa maruloides* juga ditemukan di Malaysia, baik di Semenanjung Malaya ataupun di Sabah, dan kemungkinan juga di Thailand (Gambar 15).

Channa gachua

Channa gachua atau disebut juga gabus gunung atau bogo adalah salah satu jenis ikan marga *Channa* yang berukuran kecil dan memiliki warna dan corak tubuh yang indah. Oleh sebab itu sangat diminati sebagai ikan hias. Seperti halnya kebanyakan ikan-ikan marga *Channa* lainnya, ikan gabus gunung juga dapat dimanfaatkan sebagai ikan konsumsi, namun karena warna dan coraknya yang indah dan bervariasi, ikan gabus gunung lebih banyak dipelihara sebagai ikan hias. Karena tubuhnya yang relatif kecil dibandingkan ikan marga *Channa* lainnya, *Channa gachua* juga dikenal dengan nama *Dwarf snakehead*. Di samping itu juga dikenal dengan nama *Frog snakehead* atau *Brown snakehead*.

Channa gachua menyebar luas mulai dari Indonesia sampai Pakistan. Di Indonesia, ikan gabus gunung tersebar luas di Indonesia bagian barat, yaitu di pulau-pulau Sumatra, Kalimantan dan Jawa. Di lingkungan habitat aslinya, gabus gunung hidup di hulu sungai, sumber mata air jernih dan parit persawahan. Hal ini berbeda dengan jenis-jenis *Channa* lainnya yang cenderung hidup di hilir sungai dan rawa-rawa. Meski hidup di lingkungan dengan kadar oksigen tinggi, gabus gunung mampu mengambil oksigen langsung dari udara sehingga dengan volume air yang sedikitpun masih tetap bisa hidup. Makanan utamanya adalah ikan kecil, udang dan beberapa jenis *benthos*. Dalam sebuah ekosistem, gabus gunung menduduki karnivora puncak sehingga keberadaannya di alam bisa dijadikan indikator keseimbangan. Ikan gabus gunung umumnya hidup berpasangan dan *mouthbrooder* (melindungi anaknya di dalam mulut sampai ukuran tertentu).



Gambar 16. *Channa marulioides* atau ikan maru. Di sebelah atas adalah ikan maru yang berasal dari Trengganu Malaysia, sedangkan gambar bawah menunjukkan ikan maru yang berasal dari Kalimantan (Dikutip dari <http://marulioides.blogspot.com/2017/08/channa-marulioides-var-terengganu.html> dan <http://marulioides.blogspot.com/2018/09/channa-marulioides-var-kalimantan-last.html>)

Ikan gabus gunung berukuran kecil, panjang total hanya dapat mencapai 20 sentimeter. Tubuh silindris di depan dan sedikit memipih tegak di belakang. Tinggi tubuh sebanding 5,5-6,5 kalinya dengan panjang tubuh (tanpa ekor). Kepala agak gepeng mendatar, rata di sisi atasnya, miring rata ke depan atau agak cembung. Celah mulut miring ke atas, dengan rahang bawah menonjol ke depan. Duri-duri lunak pada sirip dorsal

(punggung) 31-35, sirip anal (dubur) 21-24, sirip pektoral (dada) 13-16, dan sirip ventral (perut). Gurat sisi (*linea lateralis*) berjumlah 41-43, membelok ke bawah di belakang sisik no 11-13. Terdapat 3-3½ deret sisik antara pangkal sirip dorsal dengan gurat sisi, dan 7 deret sisik antara gurat sisi dengan pangkal sirip ventral. Pangkal sirip dorsal diantarai oleh 13-14 sisik dari ujung moncong, awal sirip dorsal berada di belakang pangkal sirip pektoral dan ujungnya kurang lebih di belakang akhir sirip anal. Sirip ventral awalnya kurang lebih di depan awal sirip dorsal, dan panjangnya sekitar setengah sirip pektoral. Kurang lebih 5 deret sisik terdapat di belakang mata hingga batas belakang pre-operkulum, dan 3 deret sisik pada operkulum (tutup insang) (Kottelat et al., 1993).

Warna kecokelatan, sisi atasnya berwarna lebih gelap. Sederet coretan-coretan miring yang kabur terdapat di sisi tubuh, tampak lebih jelas pada ikan yang belum dewasa. Pada ikan yang masih muda juga acap terdapat bintik-bintik hitam yang tersebar di seluruh badan. Sirip-sirip dorsal, anal dan ekor dengan tepi keputihan (kekuningan, atau kemerahan ketika hidup), selebihnya hitam kebiruan, atau lebih pucat dengan coret-coret hitam. Sirip pektoral dengan pola-pola lingkaran hitam di pangkal dan putih (kuning) di bagian luarnya (Kottelat et al., 1993; Weber and de Beaufort, 1922). Kadang-kadang dijumpai individu dengan pola bercak bulat serupa mata (*ocellus*) di dekat ujung belakang sirip dorsal, pola ini hanya didapati pada individu anak dan betina. Ada pula yang melaporkan jenis yang tanpa sirip ventral (Courtenay and Williams, 2004). Beberapa foto ikan gabus gunung ditampilkan pada Gambar 17-19.



Gambar 17. Ikan gabus gunung (*Channa gachua*) dari Kalimantan. Sisi bawah tubuh berwarna keputihan (Wikipedia)



Gambar 18. Ikan gabus gunung (*Channa gachua*) dari Thailand (Wikipedia)



Gambar 19. Kepala ikan gabus gunung

KANDUNGAN GIZI DAN SENYAWA BIOAKTIF DALAM EKSTRAK IKAN MARGA CHANNA

Ikan-ikan marga *Channa* memiliki kandungan gizi yang tinggi, bahkan diperkirakan memiliki senyawa-senyawa bioaktif yang berkhasiat medisinal. Namun demikian belum banyak penelitian yang dilakukan untuk mengungkapkan kandungan gizi dan senyawa bioaktif di dalam ikan-ikan marga *Channa* ini. Salah satu jenis ikan marga *Channa* yang sudah diolah dan digunakan sebagai makanan fungsional atau makanan kesehatan adalah ikan gabus (*Channa striata*). Kandungan gizi dan efektivitas ikan gabus dalam penyembuhan berbagai gangguan kesehatan juga sudah mulai banyak diteliti. Di samping itu beberapa tahun belakangan ini juga sudah ada penelitian yang dilakukan, walaupun belum banyak, untuk mengungkapkan kandungan gizi dan khasiat medisinal ikan toman (*Channa micropeltes*) dan ikan bujuk (*Channa lucius*).

Kandungan gizi ekstrak daging ikan gabus (*Channa striata*)

Asikin dan Kusumaningrum (2018) mengungkapkan bahwa serbuk kering ekstrak daging ikan gabus yang diperoleh dari Sungai Mahakam Kalimantan Timur memiliki kandungan protein yang cukup tinggi, berkisar antara 57-68%, dengan kandungan albumin berkisar antara 14-20%. Sebaliknya daging ikan gabus memiliki kandungan lemak yang rendah, yaitu antara 0,8-2,2%. Dari hasil penelitian ini juga terungkap bahwa kadar protein paling tinggi diperoleh dari ekstrak daging ikan berukuran besar (berat 900-1200 g) yang diekstraksi dengan air, dibandingkan dengan ikan yang berukuran kecil (300-600 g) dan sedang (600-900 g) dengan pengekstraksi alternatif larutan NaCl 0,9% atau HCl 0,1 M. Dalam penelitian ini digunakan pengekstraksi atau pelarut dengan perbandingan 1:1 dengan daging ikan, dan dipanaskan 60°C selama 15 menit.

Kemudian filtrat dikeringkan di dalam oven suhu 55°C selama 48 jam (Asikin dan Kusumaningrum, 2018).

Suwandi et al. (2014) melakukan penelitian terhadap ikan gabus yang diperoleh dari Distrik Semangga, Kabupaten Merauke, Papua. Dari penelitian ini terungkap bahwa daging ikan gabus mengandung air dengan kadar 78-80%, tidak jauh berbeda dengan yang pernah dilaporkan oleh Ahmed *et al.* (2012) yaitu sebesar 82,66% dan Chasanah et al. (2015) sebesar 77-79%. Kadar protein daging ikan gabus dilaporkan sebesar 18-20%, kadar lemak 0,09-1,69%, dan karbohidrat sebesar 0,14-2,71% (Tabel 1).

Tabel 1. Komposisi kimia daging ikan gabus
(Suwandi et al., 2014)

Sampel	Kadar air (%)	Kadar protein (%)	Kadar lemak (%)	Kadar abu (%)	Kadar Karbohidrat (%)
Jantan, 0,5 kg	80,41±0,13	17,44±1,09	0,09±0,14	1,47±0,40	0,59±0,71
Betina, 0,5 kg	78,55±0,26	18,01±0,74	0,42±0,16	0,56±0,57	2,46±0,88
Jantan, 1 kg	78,25±0,12	19,34±0,51	0,90±0,13	0,71±0,52	0,80±0,00
Betina, 1 kg	78,19±0,16	20,14±1,87	0,81±0,11	0,72±0,23	0,14±1,64
Jantan, 2 kg	80,22±0,68	15,33±3,23	1,69±1,05	1,12±0,36	1,64±2,50
Betina, 2 kg	79,77±1,10	16,82±1,04	0,33±0,21	0,37±0,52	2,71±0,67

Sementara itu Chasanah et al. (2015) melaporkan kadar protein daging ikan gabus yang diteliti sekitar 20% dan kadar lemak sebesar 0,44-2,65% dan ada sedikit perbedaan antara ikan yang diperoleh dari alam dan hasil budaya yang diduga karena adanya perbedaan pakan. Kadar albumin ikan gabus berkisar antara 63–107 mg/g, dan kadar albumin tertinggi dimiliki oleh ikan gabus alam yang dipanen dari sekitar Parung, Bogor, dengan nilai 107,28 ±3,20 mg/g daging. Dari penelitian

ini juga terungkap walaupun sama sama berasal dari alam, namun tempat asal yang berbeda juga menyebabkan kandungan albumin yang berbeda (Tabel 2). Chasanah et al. (2015) juga melaporkan bahwa daging ikan gabus mengandung mineral-mineral yang bermanfaat, antara lain Zn, Fe, dan Ca, tetapi tidak mengandung Se (Selenium) (Tabel 2).

Tabel 2. Komposisi kimia daging ikan gabus yang diperoleh dari alam dan hasil budidaya (Chasanah et al. (2015)

Parameter	Ikan gabus alam	Ikan gabus budidaya
Kadar air (%)	78,88 ± 0,29	76,90 ± 0,99
Kadar protein (%)	19,85 ± 0,59	19,71 ± 0,28
Kadar albumin (mg/g)	Yogya: 75,79 ± 9,33 Malang: 91,10 ± 24,08 Blitar: 70,10 ± 18,03 Parung: 107,28 ± 3,20	66,74 ± 3,76
Kadar lemak (%)	0,44 ± 0,19	2,65 ± 0,83
Kadar abu (%)	1,23 ± 0,09	1,44 ± 0,12
Zn (mg/100g)	0,36 ± 0,03	0,45 ± 0,02
Na (mg/100g)	18,35 ± 3,04	34,82 ± 2,65
Fe (mg/100g)	0,17 ± 0,01	0,71 ± 0,08
K (mg/100g)	283,00 ± 18,38	389,83 ± 17,37
Se (mg/100g)	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Ca (mg/100g)	12,15 ± 2,33	73,23 ± 36,86

Kandungan gizi ekstrak daging ikan toman (*Channa micropeltes*)

Sebagaimana ikan gabus, daging ikan toman juga mengandung protein yang tinggi dengan kadar albumin yang juga tinggi. Sinaga et al. (2019a) melaporkan bahwa kandungan protein ekstrak cair daging ikan toman cukup tinggi, walaupun sedikit lebih rendah dibandingkan dengan kandungan protein ekstrak cair ikan gabus dan ikan bujuk. Namun demikian, kandungan albuminnya ternyata jauh lebih rendah dibandingkan dengan ikan gabus ataupun ikan bujuk (Tabel 3).

Tabel 3. Perbandingan kadar albumin dan protein total dalam ekstrak cair ikan bujuk (*Channa lucius*), ikan gabus (*Channa striata*) dan ikan toman (*Channa micropeltes*) yang diperoleh dari Jambi (Sinaga et al., 2019a)

Zat gizi	<i>Channa lucius</i>	<i>Channa striata</i>	<i>Channa micropeltes</i>
Albumin (mg/dl)	2,0	1,1	0,7
Protein total (mg/dl)	3,6	3,7	3,4

Tepung daging ikan toman yang dibuat dengan jalan pengukusan daging ikan pada suhu 70°C selama 25 menit lalu dilanjutkan dengan proses freeze-drying menghasilkan serbuk yang mengandung 53,17% protein, 21,98% karbohidrat, 8,45% lemak, kadar abu 8,36%, kadar Zn 0,33 mg/L, dengan kadar air 8,04% (Fitriyani dan Deviarni, 2018). Sementara itu, Susilowati et al. (2015) yang mencoba mencari bahan baku nutrasetikal berbasis albumin ikan mendapatkan bahwa kadar albumin daging ikan gabus (*C. striata*) yang diperoleh dari alam sebesar 107,28±3,2 mg/g, sedangkan daging ikan serandang (*C. pleurophthalma*) dan toman (*C. micropeltes*) memiliki kadar albumin berturut-turut sebesar 46,68±7,28 mg/g, dan 57,99±7,84 mg/g. Ekstraksi albumin dari daging ketiga jenis ikan ini dilakukan dengan jalan menghancurkan 25 gram daging ikan segar dalam 75 ml aquabides menggunakan Ultra Turax

homogeniser. Selanjutnya larutan ekstrak protein ikan tersebut dipreservasi dalam nitrogen cair hingga analisis albumin dilakukan di laboratorium. Analisis kadar albumin dilakukan menggunakan HPLC (Susilowati et al., 2015).

Kandungan gizi ekstrak daging ikan bujuk (*Channa lucius*)

Ikan bujuk (*Channa lucius*) adalah kerabat dekat ikan gabus (*Channa striatus*). Dari hasil analisis ekstrak ikan bujuk, baik yang masih berbentuk cair (hasil perasan daging ikan bujuk yang dikukus), maupun yang sudah dikeringkan dengan cara freeze-drying, terbukti bahwa ikan bujuk juga memiliki kandungan protein dan albumin yang tinggi. Dalam tabel 3 tampak perbandingan kadar albumin dan protein total dari ekstrak cair ikan bujuk, ikan toman, dan ikan gabus. Tampak bahwa kadar protein total ikan bujuk sedikit lebih rendah dibandingkan ikan gabus, namun kadar albumin ikan bujuk justru jauh lebih tinggi, hampir dua kali lipat, dibandingkan ikan gabus. Tampak bahwa ekstrak cair ikan toman memiliki kandungan albumin dan protein total yang jauh lebih rendah dibandingkan ikan bujuk dan ikan gabus, bahkan kadar albumin ikan toman hanya sekitar 35% dibandingkan ikan bujuk (Sinaga et al., 2019a).

Pada tabel 4 tampak perbandingan komposisi gizi ekstrak kering (freeze-dried) ikan bujuk dan ikan toman. Tampak bahwa ekstrak kering (freeze-dried) daging ikan bujuk mengandung protein total 73,16%, sangat jauh lebih tinggi dibandingkan ekstrak kering (freeze-dried) daging ikan toman (46,16%). Namun, kandungan albuminnya, walaupun sedikit lebih tinggi ikan bujuk (33,3%) dibandingkan ikan toman (29,7%), namun perbedaannya tidak terlalu besar. Ini menunjukkan bahwa di dalam ekstrak daging ikan bujuk terdapat banyak protein-protein lain (bukan albumin) yang kemungkinan juga merupakan protein bioaktif yang memiliki efek medisinal. Sebaliknya kadar lemak ekstrak daging ikan toman jauh lebih tinggi (29,55%) dibandingkan ekstrak daging

ikan bujuk. Dari tabel 4 juga tampak bahwa ikan bujuk dan ikan toman juga mengandung mineral seng (Zn) sebagaimana halnya ikan gabus. Kandungan Zn dalam ekstrak kering (freeze-dried) daging ikan bujuk (4,4 mg/kg) jauh lebih tinggi dibandingkan ekstrak ikan toman (2,18 mg/kg) (Sinaga et al., 2019a). Dari komposisi gizi ini tampak bahwa ekstrak daging ikan bujuk memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan menjadi bahan berkhasiat medisinal sebagaimana halnya ekstrak daging ikan gabus.

Hasil analisis komposisi gizi ekstrak ikan-ikan marga *Channa* yang dilakukan Sinaga et al. (2019a) agak berbeda dengan hasil analisis yang dilaporkan Firlinty et al. (2013). Ikan yang digunakan dalam penelitian Sinaga et al. (2019a) berasal dari Jambi, sedangkan yang dianalisis oleh Firlianty et al. (2013) berasal dari Palangkaraya Kalimantan Tengah. Firlianty et al. (2013) melaporkan kadar protein ikan bujuk lebih tinggi dibandingkan ikan toman, tetapi lebih rendah dibandingkan ikan gabus (Tabel 5). Kadar albumin ikan bujuk yang dilaporkan Firlianty et al. (2013) lebih rendah dibandingkan ikan gabus dan ikan toman. Kadar seng ikan bujuk, ikan gabus, dan ikan toman yang berasal dari Kalimantan Tengah lebih kurang sama, sedangkan ikan yang berasal dari Jambi kadar seng ikan bujuk jauh lebih tinggi dibandingkan ikan toman.

Tabel 4. Perbandingan komposisi gizi ekstrak kering ikan bujuk (*Channa lucius*) dan ikan toman (*Channa micropeltes*) yang diperoleh dari Jambi (Sinaga et al., 2019a)

Parameter	<i>Channa lucius</i>	<i>Channa micropeltes</i>
Albumin %	33,3	29,7
Protein total %	73,16/74,28	46,16
Karbohidrat %	1,76/4,30	1,55
Lemak %	1,77/5,73	29,55
Seng (Zn) mg/kg	4,4/6,69	2,18

Tabel 5. Komposisi zat gizi dalam daging ikan marga *Channa* yang diperoleh dari Palangkaraya Kalimantan Tengah (Firlianty *et al.*, 2013)

Parameter	<i>C. striata</i> (gabus)	<i>C. micropeltes</i> (toman)	<i>C. lucius</i> (bujuk)	<i>C. pleuroph-</i> <i>talmus</i> (serandang)	<i>C. maculata</i> (mihau)
Kadar air (%)	77,64	77,42	78,87	79,21	80,95
Protein total (%)	20,83	19,69	17,98	17,22	19,5
Albumin (%)	4,53	5,35	4,04	3,5	3,62
Lemak (%)	0,49	0,31	0,37	0,22	0,65
Karbohidrat (%)	0	0	1,47	0	1,03
Abu (%)	1,04	1,18	1,31	1,07	1,55
Zn (%)	2,43	2,59	2,33	2,35	2,01

AKTIVITAS BIOLOGIS EKSTRAK IKAN MARGA CHANNA

Beberapa penelitian sudah dilakukan untuk membuktikan aktivitas biologis atau efek medisinal dari ikan-ikan marga Channa. Yang sudah cukup banyak diteliti adalah ikan gabus (*Channa striatus*), namun akhir-akhir juga sudah mulai dilakukan penelitian untuk membuktikan efek medisinal ikan toman (*Channa micropeltes*) dan ikan bujok (*Channa lucius*), mengingat kedua jenis ikan ini memiliki kekerabatan yang sangat dekat dengan ikan gabus, sehingga diharapkan akan memiliki kandungan gizi dan zat bioaktif yang hampir sama, sehingga juga diharapkan memberikan efek atau aktivitas biologis yang hampir serupa.

Aktivitas biologis ekstrak ikan marga Channa yang akhir-akhir ini banyak diteliti adalah aktivitas antioksidan, hepatoprotektif, dan aktivitasnya dalam penyembuhan luka termasuk luka diabetik. Baik ekstrak daging ikan gabus, ikan toman, maupun ikan bujok sudah terbukti bersifat antioksidan, hepatoprotektif, dan dapat mempercepat penyembuhan luka, termasuk luka diabetik. Di samping itu beberapa penelitian juga telah membuktikan bahwa pemberian suplemen ekstrak daging ikan gabus bersifat antinosisseptif, antidepresan, dan dapat memperbaiki dan mempercepat kesembuhan pasien tuberkulosis. Hasil-hasil penelitian ini membuktikan bahwa ekstrak daging ikan gabus mempunyai potensi yang besar untuk dikembangkan menjadi bahan nutrasetikal karena memiliki berbagai aktivitas biologis yang bermanfaat bagi kesehatan. Lebih dari itu, hasil-hasil penelitian ini juga membuka peluang untuk melakukan penelitian dan pengujian potensi ikan-ikan marga Channa jenis lainnya untuk dapat dimanfaatkan sebagai sumber pangan kesehatan atau nutrasetikal.

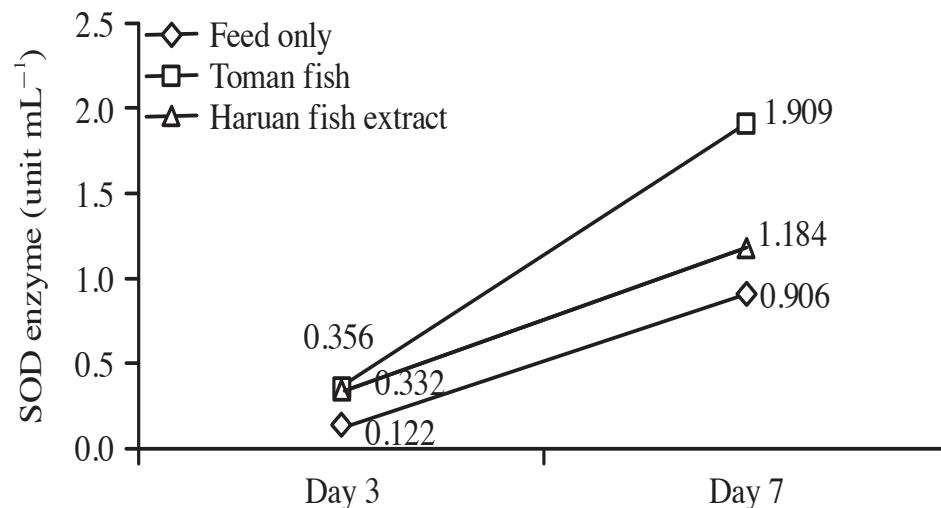
Efek antioksidan dan hepatoprotektif

Beberapa penelitian membuktikan bahwa ekstrak daging ikan gabus, ikan toman, dan ikan bujuk memiliki daya antioksidan dan hepatoprotektif yang cukup tinggi (Ningrum dan Abdulgani, 2014; Radzak et al., 2014; Sinaga et al., 2019a). Albumin yang banyak terdapat di dalam ekstrak daging ikan-ikan marga *Channa* inilah yang diperkirakan menyebabkan sifat antioksidan yang dimilikinya. Albumin mempunyai banyak gugus sulfhidril (-SH) yang dapat berfungsi sebagai pengikat radikal bebas, oleh sebab itu bahan alam yang kaya albumin dapat bersifat sebagai antioksidan dan sekaligus bersifat hepatoprotektif. Taverna et al. (2013) membuktikan bahwa albumin terlibat dalam pembersihan radikal bebas oksigen yang diimplikasikan dalam patogenesis inflamasi. Larutan fisiologis albumin serum manusia telah dibuktikan menghambat produksi radikal bebas oleh leukosit polimorfonuklear. Kemampuan pengikatan ini diperkirakan berhubungan dengan melimpahnya gugus sulfhidril (-SH) dalam albumin. Protein yang kaya akan gugus -SH juga mampu mengikat logam-logam berbahaya dan juga senyawa-senyawa yang bersifat radikal bebas (McBean, 2017).

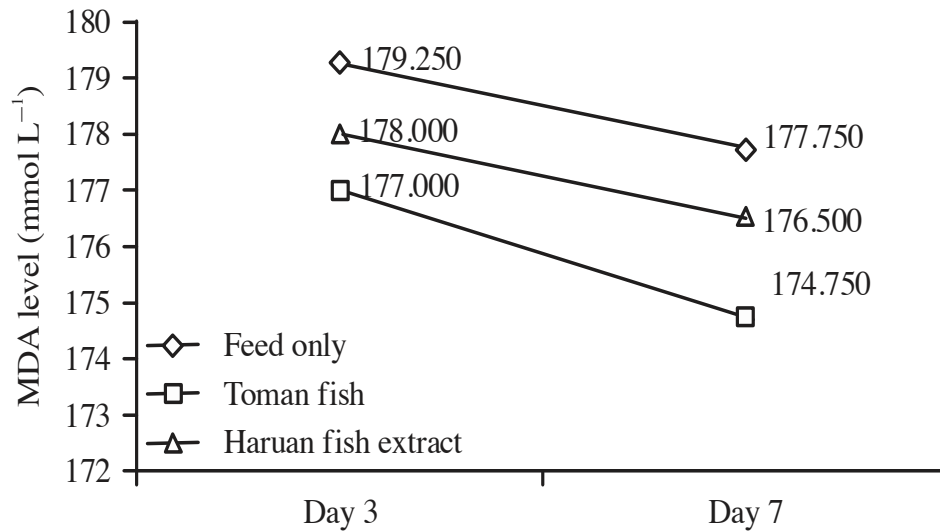
Radzak et al. (2014) mengungkapkan bahwa ekstrak daging ikan gabus (*Channa striata*) memiliki sifat antioksidan ketika diuji *in vitro* menggunakan metode DPPH (2,2-diphenyl-picrylhydrazyl), ABTS (azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid), dan FRAP (ferric reducing ability of power (FRAP). Pemberian ekstrak ikan gabus per oral dengan dosis 50 mg/kg, 150 mg/kg dan 450 mg/kg bb sekali sehari selama 1 minggu kepada tikus percobaan yang diintoksikasi dengan parasetamol (3g/kg bb) bersifat hepatoprotektif.

Apriasari dan Puspitasari (2019) melakukan penelitian *in vivo* menggunakan tikus strain Wistar untuk membuktikan efek antioksidan ekstrak ikan haruan (*Channa striata*) dan toman (*Channa micropeltes*). Penelitian dilakukan dengan membuat luka insisi sepanjang 10 mm dan sedalam 1 mm pada mukosa

bukal kanan dari tikus percobaan yang sudah diinduksi dengan streptozotosin dan ditetapkan sebagai tikus diabetik atau tikus yang menderita diabetes. Kemudian pada hari ke-3 dan ke-7, jaringan luka yang sedang dalam proses penyembuhan dibiopsi dan diperiksa aktivitas enzim superoksida dismutase (SOD) dan kadar malondialdehida (MDA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian ekstrak ikan haruan dan ikan toman secara signifikan meningkatkan status antioksidan dari jaringan luka, yang ditandai dengan meningkatnya aktivitas enzim SOD dan menurunnya kadar MDA dalam jaringan luka yang sedang dalam proses penyembuhan (Gambar 20 dan 21) .



Gambar 20. Kenaikan aktivitas enzim SOD (superoksida dismutase) jaringan akibat pemberian ekstrak daging ikan haruan dan ikan toman per oral pada tikus percobaan yang menderita luka diabetik (Apriasari et al., 2019)



Gambar 21. Kenaikan kadar MDA (malondialdehida) jaringan akibat pemberian ekstrak daging ikan haruan dan ikan toman per oral pada tikus percobaan yang menderita luka diabetik (Apriasari et al., 2019)

Sinaga et al. (2019a) melakukan penelitian menggunakan ekstrak daging ikan toman (*Channa micropeltes*) dan ikan bujuk (*Channa lucius*) untuk membuktikan bahwa suplementasi ekstrak daging ikan-ikan tersebut bersifat hepatoprotektif, artinya dapat melindungi hepar dari bahan-bahan toksik. Eksperimen dilakukan menggunakan tikus putih jantan galur *Sprague-Dawley* yang diintoksikasi dengan parasetamol 3 g/kg BB. Ekstrak ikan bujuk dan ikan toman (freeze-dried) diberikan dalam 3 tingkatan dosis, yaitu 2, 4, dan 6 g/kg BB, dan sebagai pembanding digunakan silymarin 100 mg/kg BB. Ekstrak ikan atau silymarin diberikan per oral sekali sehari selama 14 hari. Sebagai parameter fungsi hati diukur aktivitas GOT (Glutamat Oksaloasetat Transaminase), GPT (Glutamat Piruvat Transaminase), ALP (Alkalin Fosfatase) dan kadar bilirubin total dalam serum tikus.

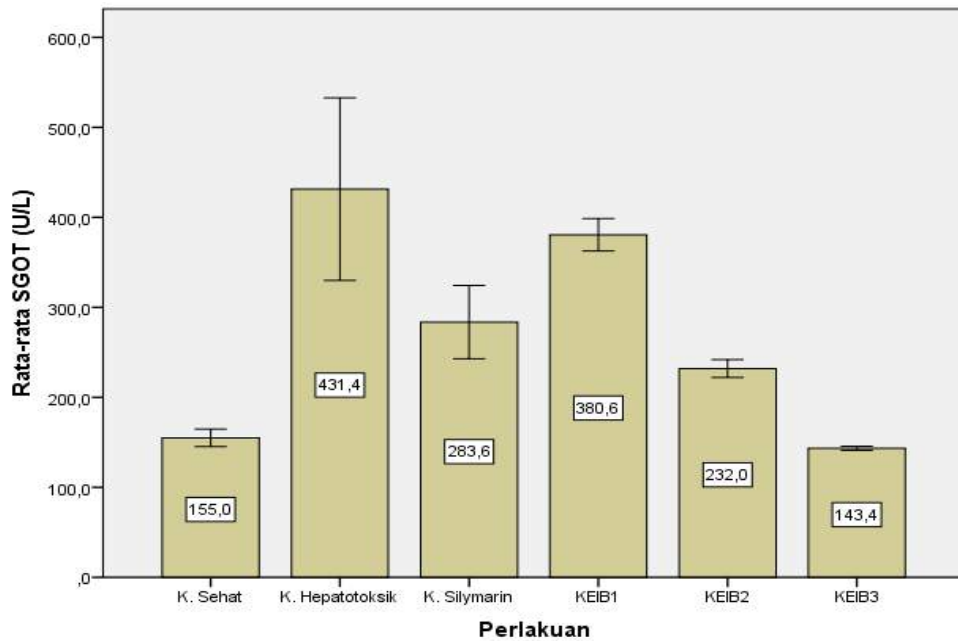
Hasil penelitian Sinaga et al. (2019a) menunjukkan bahwa pemberian atau suplementasi ekstrak daging ikan bujuk dan ikan toman dapat menghambat kenaikan aktivitas enzim-enzim

hepatik, yaitu GOT (Glutamat Oksaloasetat Transaminase), GPT (Glutamat Piruvat Transaminase, dan ALP (Alkalin Fosfatase), namun belum dapat menghambat kenaikan kadar bilirubin total dalam serum tikus yang diintoksikasi dengan parasetamol (Tabel 6 dan 7). Tikus percobaan yang diintoksikasi dengan parasetamol meningkat aktivitas sGOT, sGPT dan sALP nya masing-masing menjadi $431,4 \pm 226,7$; $433,8 \pm 283,7$, dan $334 \pm 104,8$ U/L, sedangkan tikus yang telah diberi suplementasi ekstrak ikan bujuk 6 g/kg bb selama 14 hari lalu diintoksikasi dengan parasetamol, aktivitas sGOT, sGPT dan sALP nya tetap rendah, yakni masing-masing $143,4 \pm 5,1$; $60 \pm 9,2$; dan $173,6 \pm 18,8$ U/L, tidak berbeda nyata dengan tikus sehat yang tidak diintoksikasi parasetamol, yakni masing-masing $155 \pm 21,8$; $66,4 \pm 13,1$; dan $183,2 \pm 30,1$ U/L (Tabel 6, Gambar 22-24).

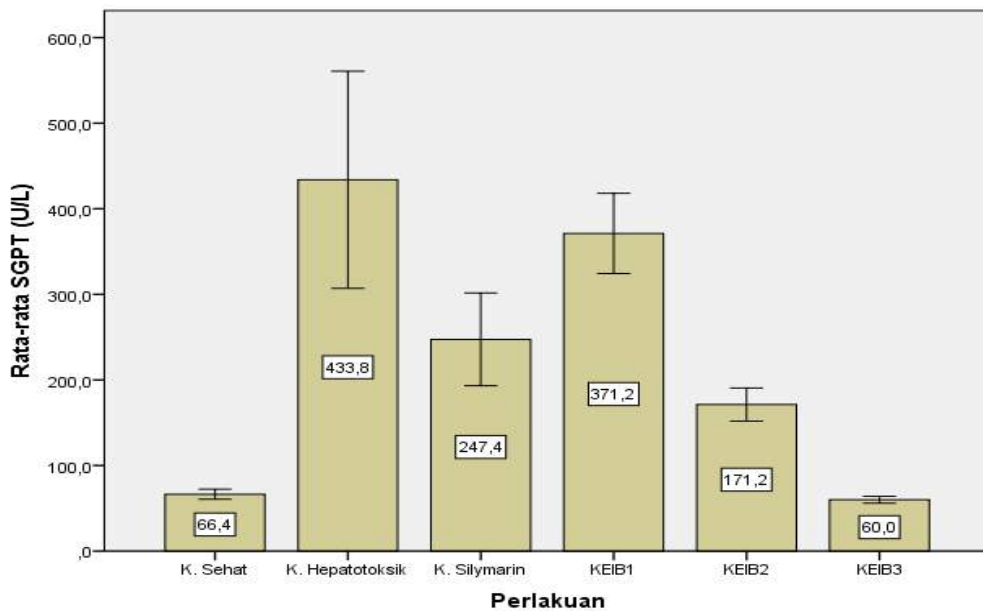
Demikian pula tikus yang diberi suplementasi ekstrak ikan toman 6 g/kg bb selama 14 hari lalu diintoksikasi dengan parasetamol, aktivitas sGOT, sGPT, dan sALP nya juga cukup rendah, yakni masing-masing 189 ± 38 ; 87 ± 6 ; dan 214 ± 55 U/L (Tabel 7, Gambar 25-27). Dari hasil penelitiannya ini, Sinaga et al. (2019a) menyimpulkan bahwa ekstrak daging ikan bujuk dan ikan toman mempunyai potensi sebagai bahan hepatoprotektif, namun efek hepatoprotektif ekstrak ikan bujuk lebih kuat dibandingkan dengan ekstrak ikan toman. Oleh sebab itu disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan untuk dapat mengembangkannya menjadi obat atau suplemen makanan yang bersifat hepatoprotektif.

Tabel 6. Pengaruh pemberian ekstrak ikan bujuk (*Channa lucius*) terhadap aktivitas SGOT, SGPT, ALP dan kadar bilirubin total (BT) dalam serum tikus yang diinduksi hepatotoksik dengan parasetamol

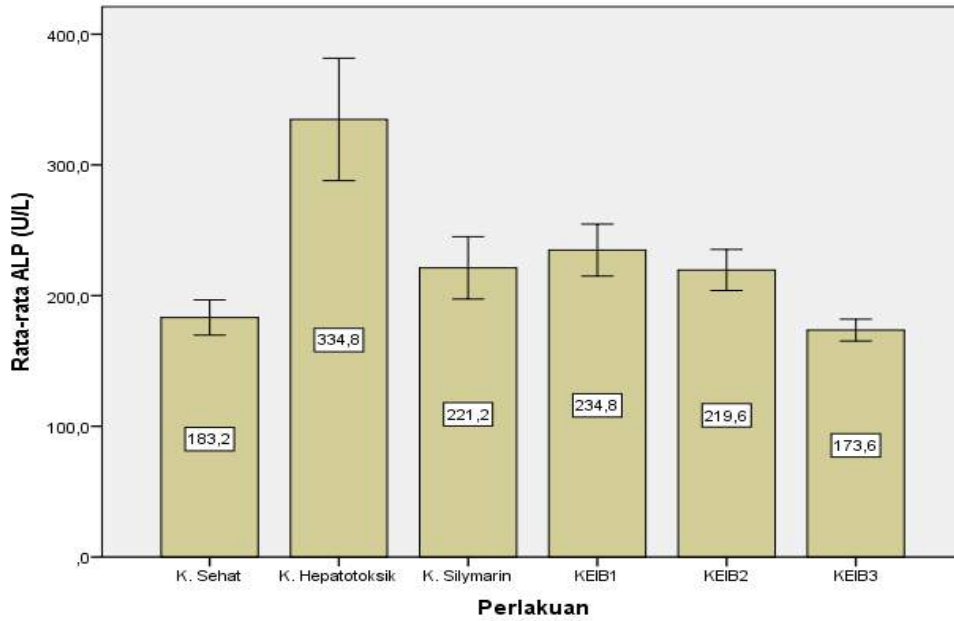
Perlakuan	SGOT (U/L) Rata-rata ± SD	SGPT (U/L) Rata-rata ± SD	ALP (U/L) Rata-rata ± SD	BT (mg/dL) Rata-rata ± SD
Tikus sehat	155 ± 21,8	66,4 ± 13,1	183,2 ± 30,1	0,20 ± 0,04
Tikus hepatotoksik (diintoksikasi dengan parasetamol 3 g/kg bb)	431,4 ± 226,7	433,8 ± 283,7	334 ± 104,8	0,33 ± 0,05
Tikus hepatotoksik yang diberi silymarin	283,6 ± 90,9	247,4 ± 121,3	221,2 ± 53,3	0,28 ± 0,04
Tikus hepatotoksik yang diberi ekstrak ikan bujuk dosis 2 g/kg bb	380,6 ± 40,2	371,2 ± 104,9	234,8 ± 44,4	0,42 ± 0,10
Tikus hepatotoksik yang diberi ekstrak ikan bujuk dosis 4 g/kg bb	232 ± 22,1	171,2 ± 43,3	219,6 ± 35,1	0,29 ± 0,07
Tikus hepatotoksik yang diberi ekstrak ikan bujuk dosis 6 g/kg bb	143,4 ± 5,1	60 ± 9,2	173,6 ± 18,8	0,25 ± 0,05



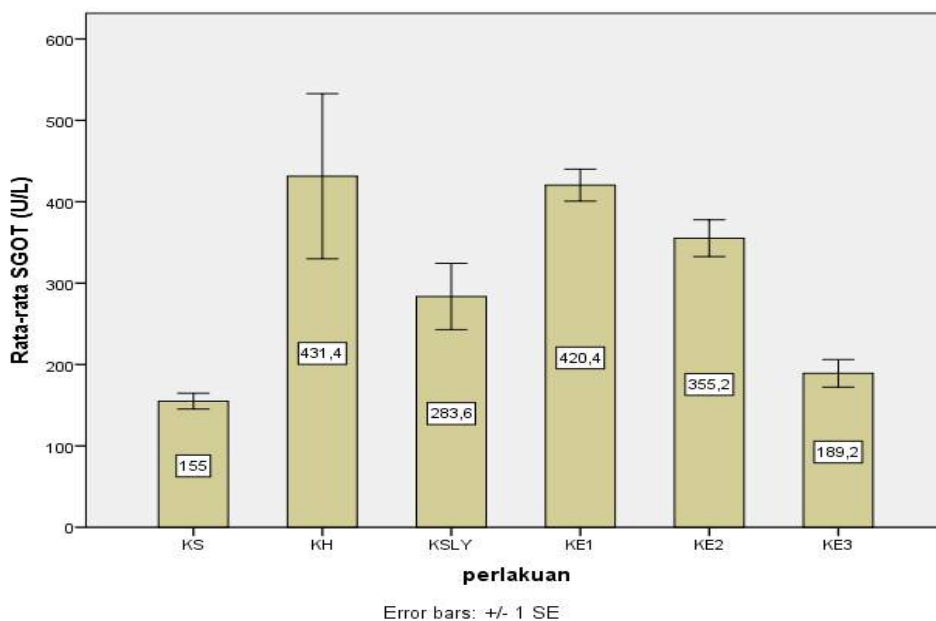
Gambar 22. Suplementasi ekstrak ikan bujuk dosis 4 g/kg bb (KEIB2) dan 6 g/kg bb (KEIB3) dapat mencegah kenaikan aktivitas sGOT tikus percobaan yang diintoksikasi parasetamol, lebih baik dari silymarin (Sinaga et al. (2019a)



Gambar 23. Suplementasi ekstrak ikan bujuk dosis 4 g/kg bb (KEIB2) dan 6 g/kg bb (KEIB3) dapat mencegah kenaikan aktivitas sGPT tikus percobaan yang diintoksikasi parasetamol, lebih baik dari silymarin (Sinaga et al. (2019a)



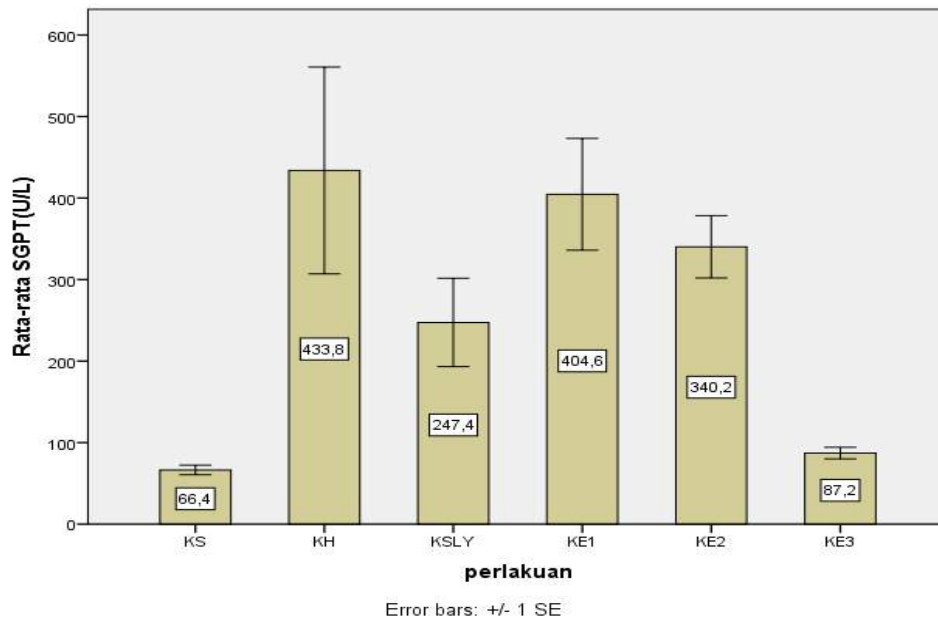
Gambar 24. Suplementasi ekstrak ikan bujuk dosis 2 sampai dengan 6 g/kg bb (KEIB1, KEIB2, dan KEIB3) dapat mencegah kenaikan aktivitas sALP tikus percobaan yang diintoksikasi parasetamol, setara dengan silymarin (Sinaga et al. (2019a)



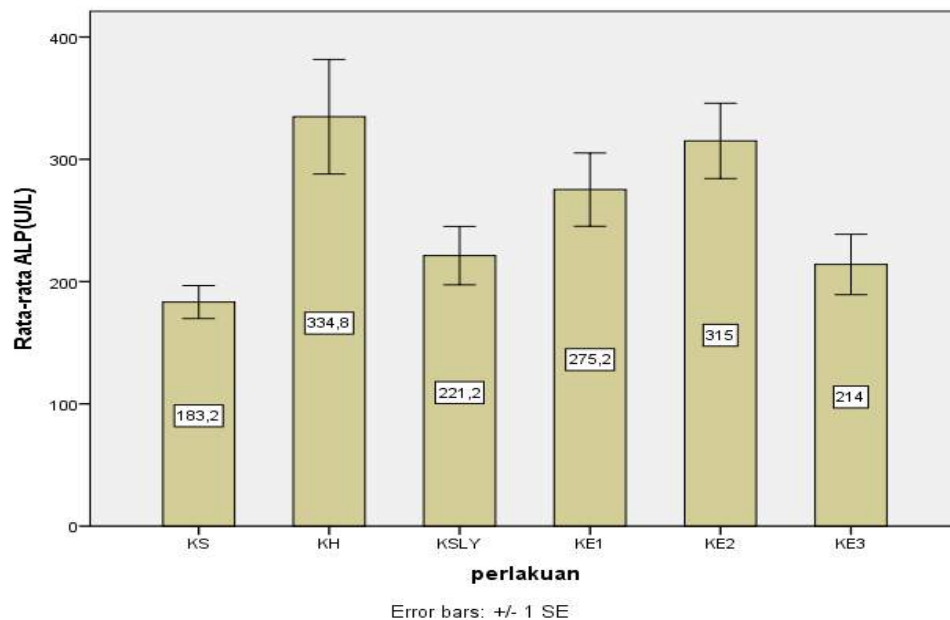
Gambar 25. Suplementasi ekstrak ikan toman dosis 6 g/kg bb (KE3) dapat mencegah kenaikan aktivitas sGOT tikus percobaan yang diintoksikasi parasetamol, sedikit lebih baik dibandingkan dengan suplementasi silymarin (Sinaga et al. (2019a)

Tabel 7. Pengaruh pemberian ekstrak ikan toman (*Channa micropeltes*) terhadap aktivitas SGOT, SGPT, ALP dan kadar bilirubin total (BT) dalam serum tikus yang diinduksi hepatotoksik dengan parasetamol

Perlakuan	SGOT (U/L) Rata-rata ± SD	SGPT (U/L) Rata-rata ± SD	ALP (U/L) Rata-rata ± SD	BT (mg/dL) Rata-rata ± SD
Tikus sehat	155 ± 21,8	66,4 ± 13,1	183,2 ± 30,1	0,20 ± 0,04
Tikus hepatotoksik (diintoksikasi dengan parasetamol 3 g/kg bb)	431,4 ± 226,7	433,8 ± 283,7	334 ± 104,8	0,33 ± 0,05
Tikus hepatotoksik yang diberi silymarin	283,6 ± 90,9	247,4 ± 121,3	221,2 ± 53,3	0,28 ± 0,04
Tikus hepatotoksik yang diberi ekstrak ikan toman dosis 2 g/kg bb	420 ± 44	405 ± 153b	275 ± 67	0,39 ± 0,08
Tikus hepatotoksik yang diberi ekstrak ikan toman dosis 4 g/kg bb	355 ± 51	340 ± 85b	315 ± 69	0,38 ± 0,07
Tikus hepatotoksik yang diberi ekstrak ikan toman dosis 6 g/kg bb	189 ± 38	87 ± 16	214 ± 55	0,39 ± 0,10



Gambar 26. Supplementasi ekstrak ikan toman dosis 6 g/kg bb (KE3) dapat mencegah kenaikan aktivitas sGPT tikus percobaan yang diintoksikasi parasetamol, lebih baik dari pada supplementasi silymarin (Sinaga et al. (2019a)



Gambar 27. Supplementasi ekstrak ikan toman dosis 6 g/kg bb (KE3) dapat mencegah kenaikan aktivitas sALP tikus percobaan yang diintoksikasi parasetamol setara dengan efek supplementasi silymarin (Sinaga et al. (2019a)

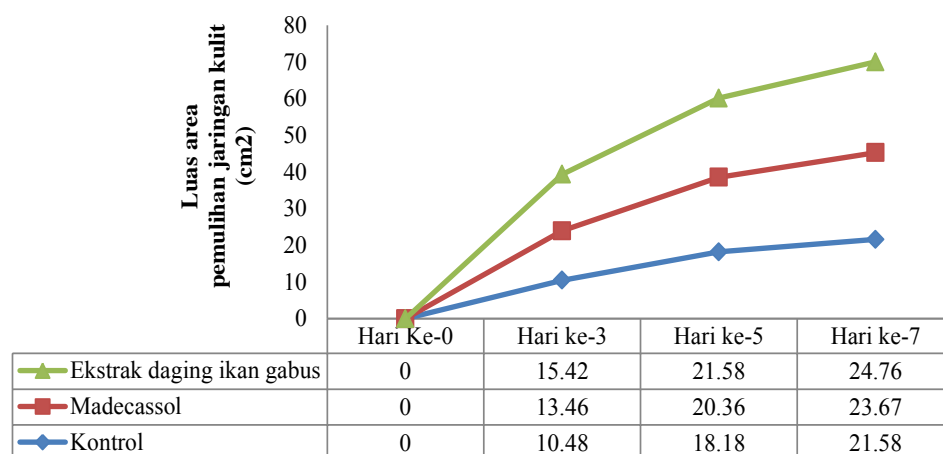
Efek penyembuhan luka

Penyembuhan luka adalah suatu proses yang dinamis dan sangat kompleks. Berbagai faktor terlibat di dalamnya dan banyak faktor yang dapat mengganggu proses penyembuhan luka. Salah satu jenis luka yang sukar sembuh adalah luka diabetes. Keadaan hiperglikemia, keseimbangan redoks yang terganggu dan berbagai keadaan ikutannya membuat luka diabetes sukar sembuh, bahkan seringkali bertambah parah dan dapat membawa pada kecacatan karena amputasi atau bahkan kematian.

Beberapa hasil penelitian telah membuktikan bahwa ekstrak daging ikan gabus (*Channa striatus*), ikan toman (*Channa micropeltes*), dan ikan bujok memiliki aktivitas penyembuhan luka, baik diberikan per oral maupun secara topikal, baik pada luka non-diabetik maupun pada luka diabetik (Laila et al., 2011; Andrie dan Sihombing, 2017; Apriasari dan Puspitasari, 2018; Royyana et al., 2018; Khairunnida et al., 2019; Firlianty dan Pratasik, 2018; Nurdianty et al., 2019; Sahid et al., 2018; Sinaga et al., 2019b). Sebagian besar penelitian dilakukan dengan mengujikan sediaan yang mengandung ekstrak ikan, baik dalam bentuk spray, krim ataupun salep yang diaplikasikan secara topikal pada luka, baik luka insisi, eksisi, ataupun luka bakar, namun ada juga yang memberikan suplementasi ekstrak daging ikan per oral untuk menguji efeknya terhadap penyembuhan luka. Suplementasi ekstrak ikan gabus dalam diet secara signifikan dapat meningkatkan kadar albumin serum (Awan et al., 2014).

Laila et al. (2011) telah mengujikan spray ekstrak ikan gabus (*Channa striata*) terhadap luka insisi dan luka bakar pada tikus Sprague-Dawley. Luka insisi sepanjang 6 cm dan luka bakar dibuat di punggung tikus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa spray ekstrak ikan gabus tidak saja efektif mempercepat penyembuhan luka, tetapi juga aman diaplikasikan terhadap kedua jenis luka tersebut. Demikian pula Andrie dan Sihombing (2017) telah membuktikan bahwa salep yang mengandung

ekstrak daging ikan gabus dapat mempercepat penyembuhan luka akut stadium II terbuka. Sahid et al. (2018) bahkan telah mengujikan suplementasi ekstrak daging ikan gabus kepada ibu-ibu pasca melahirkan dengan bedah Caesar, dan membuktikan bahwa aplikasi spray ekstrak *Channa striatus* pada luka bedah Caesar menyebabkan pengurangan rasa sakit dan memberikan kepuasan kosmetik yang signifikan pada pasien dibandingkan dengan placebo. Ekstrak daging ikan gabus dengan dosis 9 ml/kg bb yang diinjeksikan secara intramuskuler selama 7 hari dilaporkan dapat mempercepat pemulihan jaringan kulit pasca-luka pada tikus Wistar (Gambar 28) (Sunarno et al., 2018).



Gambar 28. Injeksi intramuskular ekstrak ikan gabus dapat mempercepat pemulihan jaringan kulit pasca-luka pada tikus Wistar (Sunarno et al., 2018).

Untuk mengungkapkan mekanisme efek ekstrak ikan marga *Channa* dalam mempercepat penyembuhan luka, para peneliti melakukan eksperimen dengan menyertakan pemeriksaan beberapa faktor yang dianggap berperan atau terlibat dalam proses penyembuhan luka. Baie and Sheikh (2000) melaporkan bahwa pemberian krim yang mengandung ekstrak ikan haruan (*Channa striata*) secara signifikan mempercepat penyembuhan luka diabetik. Pemberian krim

yang mengandung ekstrak haruan secara topikal ini juga meningkatkan sintesis beberapa senyawa glikosaminoglikan selama proses penyembuhan luka. Pada hari ke-3 pasca perlukaan, kadar senyawa-senyawa asam uronat, heksosamin, dan dermatan secara signifikan meningkat dibandingkan kontrol. Senyawa-senyawa glikosaminoglikan ini merupakan komponen awal matriks ekstraseluler yang disintesis selama proses penyembuhan luka. Dengan demikian dapat diperkirakan bahwa ekstrak ikan haruan mempercepat penyembuhan luka dengan meningkatkan sintesis senyawa-senyawa glikosaminoglikan sejak awal proses penyembuhan luka.

Di samping ikan gabus, para peneliti juga menggunakan ikan-ikan marga *Channa* jenis lain sebagai bahan penelitian. Beberapa peneliti melaporkan bahwa pemberian suplemen ekstrak daging ikan toman per oral pada tikus percobaan yang menderita luka diabetik dapat mempercepat penyembuhan luka, yang diiringi dengan peningkatan jumlah limfosit, fibroblast, dan makrofag serta peningkatan neovaskularisasi pada jaringan luka yang sedang dalam proses penyembuhan (Apriasari dan Puspitasari, 2018; Royyana et al., 2018; Khairunnida et al., 2019).

Apriasari dan Puspitasari (2018) mengungkapkan bahwa pemberian ekstrak cair daging ikan toman (*Channa micropeltes*) per oral sebanyak 16 ml/kg bb pada tikus yang menderita diabetes dapat mempercepat penyembuhan luka dengan meningkatkan jumlah limfosit dan fibroblast yang diamati pada hari ke-4 setelah dilakukan perlukaan. Pada percobaan yang sama juga terungkap bahwa efek percepatan penyembuhan luka diabetik tersebut diiringi atau kemungkinan besar disebabkan oleh makin membaiknya neovaskularisasi atau angiogenesis pada jaringan luka (Royyana et al., 2018). Dengan percobaan yang sama juga diungkapkan bahwa pemberian ekstrak ikan toman per oral dapat meningkatkan jumlah makrofag pada jaringan luka diabetik yang sedang dalam proses

penyembuhan (Tabel 7), sehingga dapat mempercepat penyembuhan luka (Khairunnida et al., 2019). Melalui penelitian ini, terungkap bahwa pemberian ekstrak ikan toman per oral memberikan efek yang signifikan dalam mempercepat penyembuhan luka, yang kemungkinan disebabkan oleh makin meningkatnya neovaskularisasi atau angiogenesis (Tabel 7), makin meningkatnya jumlah makrofag (Tabel 8), serta makin meningkatnya jumlah limfosit (Tabel 9) dan fibroblast (Tabel 10) pada jaringan luka, terutama pada masa-masa awal proses penyembuhan luka. Dari penelitian ini juga terungkap bahwa efek pemberian ekstrak ikan toman (*Channa micropeltes*) ternyata lebih baik dibandingkan dengan ikan gabus atau ikan haruan (*Channa striata*).

Tabel 7. Efek suplementasi ekstrak daging ikan toman (*Channa micropeltes*) atau ikan haruan (*Channa striata*) terhadap peningkatan jumlah neovaskular pada jaringan luka yang sedang dalam proses penyembuhan (Royyana et al., 2018)

Hari	Jumlah neovaskular rata-rata jaringan luka		
	Suplementasi ekstrak ikan toman	Suplementasi ekstrak ikan haruan	Tanpa suplementasi
Ke-4	14,75 ± 1,25	13,50 ± 1,29	11,00 ± 0,81
Ke-8	7,50 ± 1,29	8,25 ± 0,95	10 ± 0,81
Ke-14	6,75 ± 0,95	7,75 ± 0,95	8,75 ± 0,95

Tabel 8. Efek suplementasi ekstrak daging ikan toman (*Channa micropeltes*) atau ikan haruan (*Channa striata*) terhadap peningkatan jumlah makrofag pada jaringan luka yang sedang dalam proses penyembuhan (Khairunnida et al., 2019)

Hari	Jumlah makrofag jaringan luka		
	Suplementasi ekstrak ikan toman	Suplementasi ekstrak ikan haruan	Tanpa suplementasi
Ke-4	12,25 ± 1,70 (10,0- 14,0)	11,0 ± 1,63 (9,0-13,0)	8,5 ± 1,29 (7,0-10,0)
Ke-8	10,25 ± 1,70 (8,0-12,0)	9,0 ± 1,70 (7,0-11,0)	8,25 ± 1,25 (7,0-10,0)
Ke-14	6,0 ± 0,82 (5,0-7,0)	7,25 ± 0,95 (6,0-8,0)	8,0 ± 0,81 (7,0-9,0)

Tabel 9. Efek suplementasi ekstrak daging ikan toman (*Channa micropeltes*) atau ikan haruan (*Channa striata*) terhadap peningkatan jumlah limfosit pada jaringan luka yang sedang dalam proses penyembuhan (Apriasari dan Puspitasari, 2018)

Hari	Jumlah limfosit jaringan luka		
	Suplementasi ekstrak ikan toman	Suplementasi ekstrak ikan haruan	Tanpa suplementasi
Ke-2	9,00 ± 1,00	7,2 ± 0,84	5,6 ± 2,30
Ke-4	15,20 ± 0,84	12,40 ± 1,14	8,20 ± 0,84
Ke-8	10,60 ± 1,14	10,40 ± 1,14	9,0 ± 1,41

Tabel 10. Efek suplementasi ekstrak daging ikan toman (*Channa micropeltes*) atau ikan haruan (*Channa striata*) terhadap peningkatan jumlah fibroblas pada jaringan luka yang sedang dalam proses penyembuhan (Apriasari dan Puspitasari, 2018)

Hari	Jumlah fibroblas jaringan luka		
	Suplementasi ekstrak ikan toman	Suplementasi ekstrak ikan haruan	Tanpa suplementasi
Ke-2	21,40 ± 2,88	18,60 ± 0,84	10,60 ± 1,14
Ke-4	24,20 ± 1,79	20,00 ± 1,58	15,60 ± 1,82
Ke-8	21,00 ± 1,00	16,20 ± 1,79	17,00 ± 2,12

Di samping ikan gabus dan ikan toman, dalam dua tahun terakhir ini telah pula dilakukan penelitian untuk mengungkapkan potensi medisinal ikan bujok (*Channa lucius*), salah satu jenis ikan marga *Channa* yang cukup mudah diperoleh, walaupun tidak semudah memperoleh ikan gabus dan ikan toman. Sejauh penelusuran pustaka yang dilakukan, nampaknya baru satu kelompok peneliti yang melakukan uji efektivitas ekstrak daging ikan bujok dalam mempercepat penyembuhan luka, yaitu yang berafiliasi di Universitas Nasional. Khusus tentang hasil penelitian kelompok ini dalam membuktikan efektivitas suplementasi ekstrak ikan bujok untuk mempercepat penyembuhan luka akan diuraikan secara lebih rinci dalam bab selanjutnya.

Aktivitas antinosiseptif

Potensi medisinal ekstrak daging ikan marga *Channa* yang sudah lebih dahulu diteliti adalah aktivitas antinosiseptif. Mat Jais et al. (1997) melaporkan bahwa pemberian ekstrak daging ikan gabus, demikian pula lendir tubuh ikan gabus, secara suntikan intraperitoneal (ip) menunjukkan aktivitas antinosiseptif pada mencit. Uji ini dilakukan menggunakan uji

konstriksi abdomen (abdominal constriction test) dengan induksi sakit menggunakan asam asetat 0,6% dosis 10 ml/kg bb. Pemberian ekstrak daging ikan gabus atau lendir tubuh ikan gabus (suntikan ip) dilakukan sebelum induksi dengan suntikan asam asetat. Hasilnya menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daging ikan gabus atau lendir tubuh ikan gabus (suntikan ip) secara signifikan dapat mengurangi rasa sakit pada mencit yang dimanifestasikan dengan menurunnya jumlah konstriksi abdomen (Tabel 11 dan 12).

Tabel 11. Efek antinosiseptif ekstrak daging ikan gabus pada mencit (Mat Jais et al., 1997)

Konsentrasi (%)	n	Jumlah konstriksi abdomen \pm SEM	Penghambatan (%)
0 (Kontrol)	44	27,5 \pm 1,8	0 (Kontrol)
10	25	18,0 \pm 2,4*	34,5
20	24	13,6 \pm 1,8**	50,5
40	36	11,8 \pm 1,3**	57,0

Tabel 12. Efek antinosiseptif lendir tubuh ikan gabus pada mencit (Mat Jais et al., 1997)

Konsentrasi (%)	n	Jumlah konstriksi abdomen \pm SEM	Penghambatan (%)
0 (Kontrol)	10	26,8 \pm 2,6	0 (Kontrol)
12,5	14	19,6 \pm 2,1*	26,9
25	13	13,8 \pm 1,2**	48,5
50	13	11,2 \pm 1,5**	58,2
100	71	8,2 \pm 0,6	68,9

Pemberian ekstrak daging dan lendir ikan gabus (ip) secara signifikan dapat memperkuat efek antinosiseptif dari morfin. Pada Tabel 13 tampak bahwa suntikan lendir ikan

gabus konsentrasi 12,5% yang dilakukan sebelum pemberian suntikan morfin dapat menurunkan rasa sakit sampai 100%.

Dalam penelitian ini uji aktivitas antinosiseptif menggunakan metode uji konstriksi abdomen (abdominal constriction test) menunjukkan hasil yang baik, tetapi pada uji menggunakan *tail-flick test* tidak tampak hasil yang positif. Uji konstriksi abdomen adalah uji antinosiseptif yang sangat sensitif dan umumnya dapat mendeteksi aktivitas antinosiseptif dari senyawa-senyawa atau bahan-bahan atau dosis yang tidak menunjukkan hasil positif pada *tail-flick assay*. Respon konstriksi abdomen diperkirakan melibatkan reseptor peritoneal lokal, sedangkan respon *tail-flick* secara esensial adalah refleks spinal. Perbedaan sensitivitas kedua metode uji ini dan mekanisme yang terjadi dapat menjelaskan mengapa efek antinosiseptif ekstrak ikan gabus tidak terdeteksi pada eksperimen menggunakan *tail-flick test*.

Data tentang aktivitas antinosiseptif ekstrak daging ikan gabus dan lendir tubuh ikan gabus ini sebetulnya merupakan informasi yang sangat berharga untuk mengembangkan ekstrak ikan gabus sebagai bahan obat atau nutrasetikal. Oleh sebab itu sebaiknya dapat dilanjutkan dengan penelitian yang lebih lengkap dan terinci.

Tabel 13. Efek pemberian ekstrak daging dan lendir ikan gabus dalam memperkuat efek antinospesitif morfin pada mencit (Mat Jais et al., 1997)

Pra-perlakuan	Perlakuan	n	Jumlah konstiksi abdomen \pm SEM	Pengham-batan (%)
Larutan Na-fisiologis 10 ml/kg bb (Kontrol)	Larutan Na-fisiologis 10 ml/kg bb	10	29,1 \pm 1,8	0 (Kontrol)
Lendir ikan gabus 12,5%	Larutan Na-fisiologis 10 ml/kg bb	13	22,3 \pm 2,4*	23,4
Ekstrak daging ikan gabus 10%	Larutan Na-fisiologis 10 ml/kg bb	14	19,9 \pm 1,8*	31,6
Larutan Na-fisiologis 10 ml/kg bb (Kontrol)	Morfin 1,5 mg/kg bb	14	13,8 \pm 1,4	52,6
Lendir ikan gabus 12,5%	Morfin 1,5 mg/kg bb	11	0	100
Ekstrak daging ikan gabus 10%	Morfin 1,5 mg/kg bb	13	0,38 \pm 0,27**	98,7

Aktivitas antidepresan

Shukkoor et al. (2017) membuktikan bahwa pemberian ekstrak daging ikan gabus dapat mengurangi depresi *post-partum* pada tikus percobaan betina. Untuk membuat model tikus *post-partum*, tikus percobaan di-ovarektomi dan diberikan progesteron dan estradiol benzoat dosis tinggi selama 23 hari untuk mensimulasi hormonal kehamilan. Pada hari ke-24 tikus percobaan dianggap sudah memasuki masa *post-partum*. Selama masa ini, ekstrak lipid daging ikan gabus diberikan dalam dosis 125, 250, dan 500 mg/kg melalui suntikan intraperitoneal (ip) selama 15 hari. Sebagai kontrol positif digunakan fluoksetin (10 mg/kg). Pada hari ke-15 post-partum, hewan percobaan diuji FST (forced swimming test) dan OFT (open field test) lalu dilakukan pemeriksaan biokimia darah dan jaringan otak. Penghentian pemberian hormon selama masa *post-partum* menginduksi perilaku *depressive-like* dalam FST. Pemberian ekstrak lipid daging ikan gabus dalam dosis 125, 250, dan 500 mg/kg melalui suntikan intraperitoneal (ip) selama 15 hari ternyata dapat mencegah perilaku *depressive-like* tersebut dalam FST. Mekanisme antidepresan atau *antidepressant-like effect* yang diperlihatkan kemungkinan dimediasi melalui penurunan kortikosteron plasma, peningkatan oksitosin plasma, dan penurunan nuclear factor-kappa B di dalam korteks prefrontal tikus percobaan (Shukkoor et al., 2017).

Sebelumnya, Shukkoor et al. (2016) juga telah membuktikan efek antidepresan (*antidepressant-like effect*) dari ekstrak lipid daging ikan gabus terhadap kondisi stres ringan kronis (chronic unpredictable mild stress, CUMS) pada tikus percobaan jantan. Hewan coba diinduksi CUMS selama 6 minggu menggunakan berbagai stressor. Pada akhir masa induksi stres, terhadap hewan dilakukan FST dan OFT, lalu dilanjutkan dengan uji biokimia darah dan jaringan otak. Induksi CUMS yang dilakukan ternyata dapat menimbulkan keadaan depresi atau *depressive-like* pada hewan coba, yang

dimanifestasikan dalam penurunan berat badan, penurunan kesukaan terhadap sukrosa (sucrose preference), dan peningkatan masa imobilitas dalam FST. Induksi CUMS juga meningkatkan kortikosteron plasma dan menurunkan kadar senyawa-senyawa monoamin (serotonin, noradrenalin, dan dopamin) dalam jaringan hippocampal dan korteks prefrontal. Induksi CUMS juga meningkatkan kadar interleukin-6 (dalam hippocampus dan korteks prefrontal) dan nuclear factor-kappa B (dalam korteks prefrontal, tetapi tidak dalam hippocampus). Pemberian ekstrak lipid daging ikan gabus dosis 125, 250, dan 500 mg/kg ternyata secara signifikan dapat mencegah terjadinya keadaan-keadaan yang menunjukkan stres tersebut, sehingga dapat dikatakan memberikan *antidepressant-like effect*. Mekanisme *antidepressant-like effect* ekstrak lipid daging ikan gabus ini dimediasi oleh penurunan kortikosteron plasma, peningkatan serotonin dalam jaringan korteks prefrontal, peningkatan dopamin dan noradrenalin di dalam hippocampus dan korteks prefrontal, peningkatan BDNF dalam hippocampus dan korteks prefrontal, dan penurunan IL-6 dan NF- κ B dalam korteks prefrontal.

Aktivitas antituberkulosis

Salah satu faktor penting dalam penyembuhan tuberkulosis adalah nutrisi. Suplemen mikronutrien yang sudah dibuktikan dapat membantu penyembuhan tuberkulosis antara lain Zinc (Zn), Selenium (Se), Besi (Fe), Tembaga (Cu), arginin, serta vitamin-vitamin A, C, D, dan E, serta kombinasinya (Abba et al., 2008; Gupta et al., 2009). Suplemen makronutrien juga sudah dibuktikan merupakan faktor penting dalam meningkatkan kesehatan penderitanya tuberkulosis (Paton et al., 2004). Ikan-ikan marga *Channa* merupakan salah satu sumber asam amino esensial dan asam lemak esensial yang murah. Ekstrak daging ikan gabus (*Channa striata*) mengandung 16 macam asam amino, 8 di antaranya merupakan asam amino esensial yaitu arginin, treonin, valin, metionin, isoleusin, leusin,

fenilalanin, dan lisin (Zakaria et al., 2006). Daging ikan gabus juga mengandung 8 macam asam lemak dan 2 di antaranya merupakan asam lemak esensial, yaitu asam linoleat (C18:2) dan asam arakhidonat (C20:4), keduanya dikelompokkan ke dalam kelompok asam lemak omega-6 (Zakaria et al., 2006).

Ma'rufi et al. (2019) memberikan suplementasi ekstrak ikan gabus kepada pasien-pasien tuberkulosis yang juga mendapatkan pengobatan antibiotika standar. Ekstrak ikan gabus diberikan per oral sebanyak 500 mg, tiga kali sehari selama satu bulan. Ekstrak ikan gabus yang diberikan mengandung 90% ekstrak ikan gabus dan 10% bahan-bahan lainnya. Hasil analisis menunjukkan bahwa suplemen ikan gabus ini mengandung 80,9% protein, 12,5% albumin, dan 6,6% senyawa polifenol bioflavonoid. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasien-pasien yang diberikan suplemen ekstrak ikan gabus lebih cepat menunjukkan kondisi ke arah kesembuhan dibandingkan dengan yang tidak mendapat suplemen. Parameter kesembuhan yang diamati adalah keberadaan bakteri *Mycobacterium tuberculosis* di dalam sputum yang diperiksa satu kali seminggu sejak awal penelitian sampai minggu ke-4, yaitu pada akhir penelitian (Tabel 14).

Tabel 14. Pengaruh pemberian suplemen ekstrak ikan gabus terhadap hasil pemeriksaan sputum (keberadaan bakteri *M. tuberculosis*)

Minggu ke-	Hasil pemeriksaan sputum			
	Kelompok yang diberi suplemen		Kelompok yang tidak diberi suplemen	
	Negatif (%)	Positif (%)	Negatif (%)	Positif (%)
0	10,7		13,4	
1	35,9		23,7	
2	56,3		37,1	
3	70,9		49,5	
4	90,3		68	

EFEKTIVITAS EKSTRAK IKAN BUJUK (*Channa Lucius*) DALAM PENYEMBUHAN LUKA DIABETIK DAN NON-DIABETIK

Luka diabetik adalah salah satu komplikasi kronis penyakit diabetes melitus yang sangat ditakuti. Luka diabetik adalah luka kronis yang sukar sembuh, yang terjadi pada sekitar 12-15% penderita diabetes. Luka diabetes paling banyak terjadi di kaki, sehingga dikenal dengan istilah *diabetic foot ulcer* (DFU). DFU adalah salah satu komplikasi utama penyakit diabetes, yang berdampak pada kualitas hidup penderita diabetes, karena dapat membawa kecacatan seumur hidup (amputasi kaki) bahkan kematian (Wound International, 2013; Zubair et al., 2015).

Jumlah penderita diabetes di seluruh dunia semakin meningkat dari tahun ke tahun, pada tahun 2014 diperkirakan 422 juta orang dewasa menderita diabetes, pada tahun 2017 meningkat menjadi 451 juta, dan pada tahun 2045 diperkirakan akan meningkat menjadi 693 juta (WHO, 2016; Cho et al., 2018). Dari review sistematis dan analisis-meta diperkirakan prevalensi luka diabetes pada kaki (DFU, diabetic foot ulcer), prevalensinya sebesar 6,3% di seluruh dunia, suatu jumlah yang cukup besar dan mengkhawatirkan karena terus meningkat dari tahun ke tahun (Zhang et al., 2017).

Penyembuhan luka adalah proses yang dinamis, sangat kompleks, dan memerlukan koordinasi dari berbagai jenis sel, faktor pertumbuhan (growth factors), dan sitokin. Proses penyembuhan luka berlangsung dalam empat fase yang saling *overlapping* satu sama lain, yakni hemostasis, inflamasi, proliferasi dan remodeling. Fase hemostasis terjadi kurang dari satu jam setelah luka, dicirikan dengan terjadinya vasokonstriksi dan pembekuan darah, yang diinisiasi oleh platelet melalui pembentukan fibrin. Fase inflamasi diawali dengan hadirnya netrofil, yang diikuti oleh makrofag dan limfosit pada lokasi luka. Sel sel ini bekerja membuang sel sel nonfungsional dan membunuh bakteri. Makrofag memproduksi berbagai faktor yang mempengaruhi angiogenesis, fibroplasia, dan sintesis matriks ekstraseluler (ECM). Fase proliferasi ditandai dengan granulasi jaringan, angiogenesis, sintesis komponen ECM dan re-epitelisasi. Fase terakhir adalah fase remodeling. Pada fase ini matriks luka

diganti dengan molekul proteoglikan dan kolagen, bersamaan dengan terjadinya pematangan vaskular (Enoch et al., 2006; Tsourdi et al., 2013; Thiruvoth et al., 2015).

Pada luka diabetes, berbagai faktor ekstrinsik dan intrinsik, memperparah kondisi luka dan menghambat penyembuhan luka. Faktor intrinsik yang sangat berpengaruh adalah kondisi hiperglikemia itu sendiri, yang menghambat penyembuhan luka melalui pembentukan produk akhir glikasi yang menginduksi pembentukan molekul molekul peradangan seperti TNF dan IL-1 dan mengganggu sintesis kolagen (Tsourdi et al., 2013).

Redox signaling adalah faktor kunci dalam proses penyembuhan luka, terutama melalui pengaruhnya terhadap matriks ekstraseluler (ECM). Pada keadaan diabetes, *redox signaling* terganggu dan menyebabkan stres oksidatif. Stres oksidatif patologis akan mengganggu penyembuhan luka melalui gangguan terhadap *redox signaling* yang selanjutnya akan berefek pada struktur dan fungsi ECM, yang merupakan faktor penting dalam penyembuhan luka (Kunkemoeller and Kyriakides, 2017). Faktor lain yang juga diperkirakan menyebabkan sukar sembuhnya luka diabetes adalah terganggunya proliferasi dan migrasi fibroblas. Disfungsi fibroblas kemungkinan disebabkan oleh resistensi insulin yang dipicu oleh tingginya kadar glukosa melalui stres oksidatif (Kido et al., 2017).

Penelitian tentang efektivitas bahan alam dalam penyembuhan luka diabetes cukup banyak dilakukan, walaupun di Indonesia masih sedikit. Sebagian besar penelitian tersebut menggunakan ekstrak bahan alam yang diaplikasikan secara topikal, baik dalam bentuk salep ataupun gel. Penelitian tentang efektivitas bahan alam dalam penyembuhan luka diabetes yang diberikan per oral belum banyak dilakukan, apa lagi tentang pemanfaatan bahan alam sebagai nutrasetikal untuk membantu penyembuhan luka diabetes di Indonesia, masih sangat sedikit.

Bahan alam yang terbukti efektif dalam penyembuhan luka diabetes yang diberikan secara topikal, antara lain ekstrak kulit batang *Strychnos pseudoquina* (Sarandy et al., 2017), ekstrak daun *Lycium depressum* (Naji et al., 2017), ekstrak buah *Momordica charantia* (Singh et al., 2017), ekstrak daun *Euphorbia hirta* (Tuhin et al., 2017), ekstrak daun *Moringa oleifera* (Muhammad et al.,

2016), ekstrak daun *Amaranthus viridis* (Sahoo et al., 2015), dan ekstrak *Centella asiatica* (Shetty et al., 2013). Para peneliti Indonesia juga melaporkan efektivitas beberapa bahan alam dalam menyembuhkan luka diabetes ketika diaplikasikan secara topikal, antara lain kunyit (*Curcuma domestica*) (Winarsih et al., 2009), bandotan (*Ageratum conyzoides* L.) (Afrianty et al., 2016), dan binahong (*Anredera cordifolia*) (Wijonarko et al., 2016, Kintoko dan Novitasari, 2016). Penelitian efektivitas bahan alam dalam penyembuhan luka diabetes dengan pemberian per oral masih sangat sedikit, antara lain dilaporkan oleh Saini dan Verma, (2017) yang membuktikan bahwa ekstrak etanol dan etil asetat akar *Jasminum mesnyi* yang diberikan per oral berpotensi sebagai antidiabetes dan mempercepat penyembuhan luka pada tikus diabetes.

Ikan gabus dan kerabatnya ikan-ikan marga *Channa* memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan menjadi nutrasetikal yang dapat membantu penyembuhan luka diabetik. Namun demikian, sampai saat ini penelitian yang mengkonfirmasi efektivitas suplementasi ekstrak ikan-ikan marga *Channa* dalam penyembuhan luka masih sangat sedikit dan masih belum mengungkapkan mekanisme kerjanya dengan cukup lengkap. Beberapa penelitian telah mengungkapkan efektivitas suplementasi ekstrak ikan gabus untuk membantu penyembuhan luka diabetik, namun pemanfaatan ikan-ikan marga *Channa* lainnya, antara lain ikan bujuk dan ikan serandang, hampir dikatakan belum dilakukan.

Ikan bujuk adalah kerabat dekat ikan gabus. Namun demikian belum banyak penelitian yang dilakukan untuk mengungkapkan potensi ikan bujuk sebagai nutrasetikal dalam membantu penyembuhan luka, baik luka non-diabetik maupun luka diabetik. Sepanjang penelusuran pustaka yang dilakukan, penelitian pertama untuk mengungkapkan potensi medisinal ikan bujuk (*Channa lucius*) untuk dikembangkan sebagai nutrasetikal membantu penyembuhan luka, baik luka diabetik maupun non-diabetik dilakukan oleh Ernawati Sinaga dan kawan-kawan dari Universitas Nasional. Penelitian ini dilakukan mulai tahun 2018 dan masih berlanjut sampai saat ini.

Berikut ini akan diuraikan secara rinci pelaksanaan penelitian yang dilakukan untuk membuktikan efektivitas suplementasi ikan bujuk dalam membantu atau mempercepat penyembuhan luka serta hasil yang diperoleh. Penelitian ini diawali dengan pembuatan ekstrak atau jus/perasan daging ikan bujuk. Kemudian ekstrak ikan bujuk diberikan per oral sebagai suplemen kepada tikus-tikus percobaan, dan diamati efeknya dalam membantu penyembuhan luka, baik luka non-diabetik maupun luka diabetik.

Pembuatan ekstrak ikan bujuk

Ekstrak ikan bujuk dibuat dengan jalan mengukus daging ikan bujuk yang sudah dibersihkan dan dipotong-potong ukuran 2x2 cm (Gambar 29) pada suhu 70°C selama 2 jam. Setelah itu, daging ikan dihancurkan, lalu diperas (Gambar 30), sehingga dihasilkan cairan berwarna putih seperti susu yang disebut ekstrak daging ikan bujuk (Gambar 31). Sebelum dibekukan, ekstrak yang diperoleh disentrifugasi terlebih dahulu untuk mengendapkan sisa-sisa potongan daging ikan, lalu supernatannya disimpan dalam lemari pembeku. Setelah beku, ekstrak daging ikan bujuk dikeringkan dengan cara “freezedryng”, kemudian ekstrak kering (Gambar 32) disimpan dalam lemari pendingin sampai saat akan digunakan.



Gambar 29. Daging ikan bujuk dibersihkan, lalu dipotong-potong ukuran 2x2x2 cm.



Gambar 30. Daging ikan bujuk yang sudah dibersihkan dan dipotong-potong, dikukus pada suhu 70°C selama 2 jam. Setelah itu, daging ikan diperas



Gambar 31. Hasil perasan daging ikan diperoleh cairan seperti susu, disebut ekstrak cair daging ikan



Gambar 32. Ekstrak kering daging ikan bujuk hasil *freeze-drying*

Induksi diabetik

Untuk menginduksi diabetes, tikus percobaan diberikan suntikan aloksan secara intraperitoneal (i.p.). Suntikan aloksan hanya diberikan satu kali (dosis tunggal), dengan dosis 125 mg/kg bb pada hari pertama penelitian. Setelah 72 jam, kadar glukosa darah puasa tikus percobaan diperiksa. Tikus dianggap diabetes apabila kadar glukosa darah puasa lebih besar dari 200 mg/dL.

Pembuatan luka eksisi

Luka eksisi dibuat di bagian dorsal (punggung) tubuh tikus. Luka dibuat bentuk lingkaran dengan diameter 2 cm (Gambar 33).

Pemberian suplemen ekstrak ikan bujuk

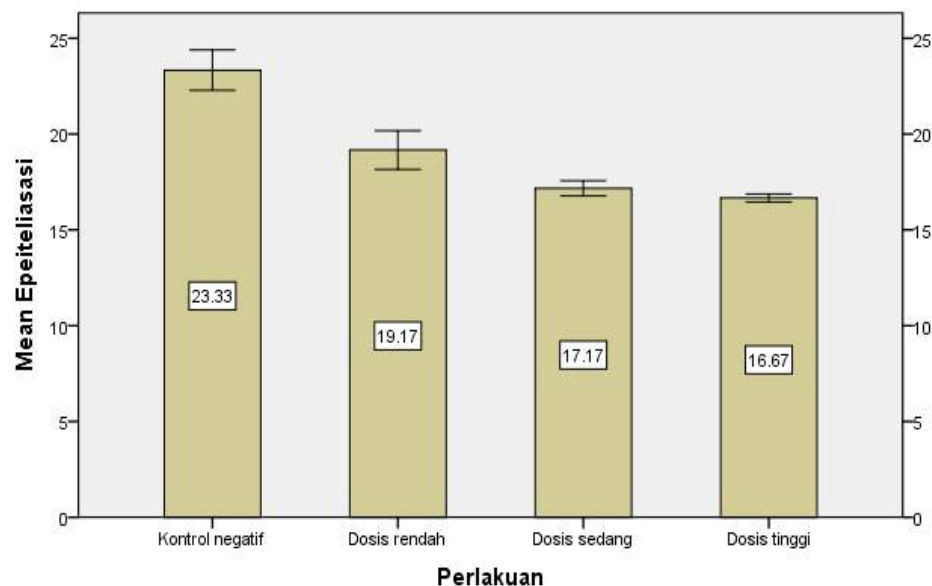
Suplemen ekstrak ikan bujuk diberikan per oral menggunakan sonde lambung. Ekstrak ikan bujuk disuspensikan dalam air suling, lalu diberikan kepada tikus percobaan dengan dosis 2 sampai dengan 6 gram ekstrak per kg berat badan. Pemberian suspensi dilakukan satu kali sehari, mulai saat tikus mendapatkan perlakuan sampai luka sembuh sempurna.



Gambar 33. Pembuatan luka eksisi

Pengaruh suplementasi ekstrak ikan bujuk terhadap kecepatan penyembuhan luka

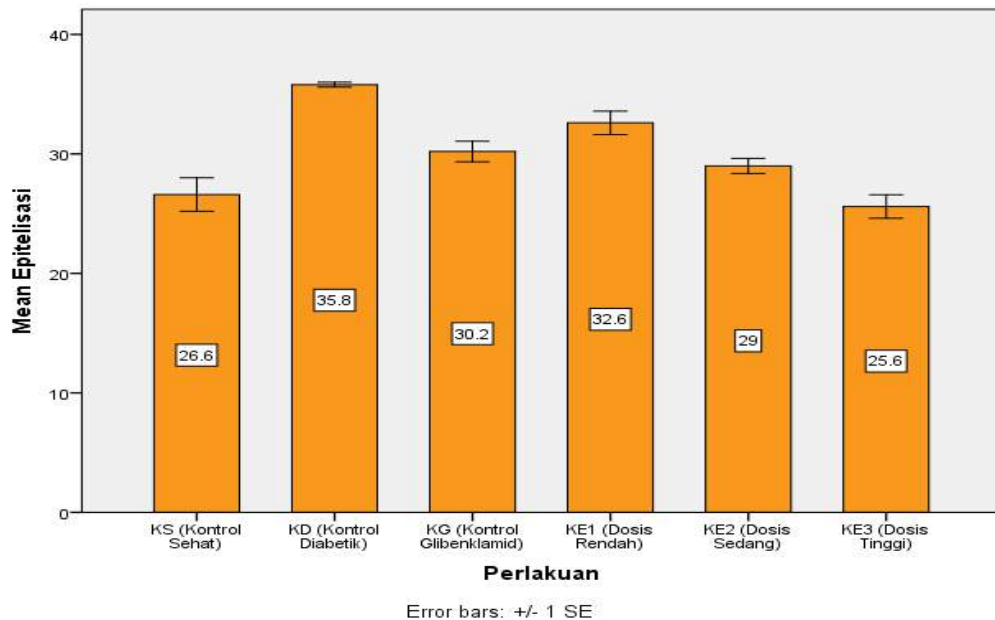
Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian suplemen ekstrak ikan bujuk secara signifikan dapat mempercepat penyembuhan luka, baik luka diabetik maupun non-diabetik. Dari gambar 34 dan 35 tampak bahwa pemberian suplemen ekstrak ikan bujuk mempercepat waktu epitelisasi sempurna, yaitu waktu ketika luka sudah sembuh sempurna dan semua sisa-sisa jaringan mati dari luka sudah luruh seluruhnya. Luka pada tikus yang tidak diberi ekstrak baru sembuh sempurna rata-rata pada hari ke-23,33, sedangkan pada tikus yang diberi ekstrak luka lebih cepat sembuh, yaitu rata-rata pada hari ke-19,17 (dosis ekstrak 2 g/kg bb), hari ke-17,17 (dosis ekstrak 4 g/kg bb), dan hari ke-16,67 (dosis ekstrak 6 g/kg bb). Ada kemungkinan apabila dosis ekstrak ditambah, waktu kesembuhan luka juga akan makin lebih cepat.



Gambar 34. Perbandingan rata-rata waktu epitelisasi sempurna luka tikus (non-diabetik) yang diberi ekstrak ikan bujuk (Dosis rendah, sedang, dan tinggi) dengan yang tidak diberi ekstrak (kontrol negatif)

Pemberian ekstrak ikan bujuk tidak hanya dapat mempercepat kesembuhan luka non-diabetik, tetapi juga luka diabetik. Tanpa pemberian ekstrak, luka diabetik baru mencapai kesembuhan sempurna rata-rata pada hari ke-35,8 (Gambar 35).

Pemberian suplemen ekstrak ikan bujuk dapat mempercepat kesembuhan luka masing-masing menjadi hari ke-32,6 (dosis ekstrak 2 g/kg bb), hari ke-29,0 (dosis ekstrak 4 g/kg bb), dan hari ke-25,6 (dosis ekstrak 6 g/kg bb). Mengingat efek pemberian ekstrak ikan bujuk bersifat dose-dependent, ada kemungkinan apabila dosis ekstrak ditambah, waktu kesembuhan luka juga akan makin lebih cepat. Hasil penelitian ini memberikan harapan yang sangat besar dalam upaya membantu kesembuhan penderita luka diabetik atau yang lebih populer dengan sebutan DFU (Diabetic Foot Ulcer). Selama ini DFU atau luka diabetik menjadi momok yang menakutkan karena sangat sukar sembuh, bahkan tak jarang membawa kecacatan karena harus diamputasi, bahkan juga membawa kematian.



Gambar 35. Perbandingan rata-rata waktu epitelisasi sempurna luka diabetik yang diberi ekstrak dan yang tidak diberi ekstrak
Ket.: KS (Tikus non-diabetik); KD (Tikus diabetik yang tidak diberikan pengobatan apapun); KG (Tikus diabetik yang diberikan pengobatan glibenklamid); KE1 (Tikus diabetik yang diberikan ekstrak ikan bujuk dosis 2 g/kg bb); KE2 (Tikus diabetik yang diberikan ekstrak ikan bujuk dosis 4 g/kg bb); KE3 (Tikus diabetik yang diberikan ekstrak ikan bujuk dosis 6 g/kg bb)

Kecepatan penyembuhan luka juga dapat dilihat melalui pengurangan luas luka dari hari ke hari. Pada tabel 15 dan 16 tampak jelas bahwa pengurangan luas luka pada kelompok tikus yang diberi suplemen ekstrak ikan bujuk berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan yang tidak diberikan ekstrak. Pada tabel 15 tampak bahwa pada hari ke-9 penyembuhan luka atau pengurangan luas luka pada kelompok tikus yang tidak diberi ekstrak ikan bujuk rata-rata baru sekitar 78%, sedangkan pada kelompok tikus yang diberi ekstrak sudah mencapai 91-94%. Pada hari ke-12, pengurangan luas luka pada kelompok tikus yang tidak diberi ekstrak rata-rata sekitar 88%, sedangkan pada kelompok tikus yang diberi ekstrak sudah mencapai 95-96%. Pada hari ke-21, kelompok tikus yang diberi ekstrak sudah seluruhnya sembuh sempurna (100% sembuh), sedangkan yang tidak diberi ekstrak masih ada yang belum sembuh sempurna.

Tabel 15. Pengaruh pemberian ekstrak ikan bujuk terhadap penyembuhan luka non-diabetik (%)

Hari ke-	Rata-rata persentase pengurangan luas luka (%)			
	Kontrol negatif	Dosis 2 g/kg BB	Dosis 4 g/kg BB	Dosis 6 g/kg BB
1	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
3	0 ± 0	47 ± 17	48 ± 17	59 ± 5
6	69 ± 9	77 ± 12	79 ± 6	73 ± 11
9	78 ± 7	92 ± 3	94 ± 3	91 ± 8
12	88 ± 11	95 ± 3	96 ± 3	95 ± 4
15	96 ± 4	99 ± 1	99 ± 1	98 ± 2
18	99 ± 2	100 ± 1	100 ± 0	100 ± 0
21	99 ± 1	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0
24	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0

Pencapaian penyembuhan luka (non-diabetik) secara sempurna pada keseluruhan tikus yang tidak diberi ekstrak baru tercapai pada hari hari-24, jauh lebih lambat dibandingkan dengan tikus yang diberi ekstrak dosis 4 g/kg bb atau 6 g/kg bb, luka pada

seluruh tikus sudah sembuh sempurna pada hari ke-18 (Tabel 15). Berarti pemberian ekstrak ikan bujuk dapat mempercepat penyembuhan luka 133% lebih cepat dibandingkan dengan yang tidak diberi ekstrak.

Tabel 16 Pengaruh pemberian ekstrak ikan bujuk terhadap penyembuhan luka diabetik (%)

Hari ke-	Rata-rata persentase pengurangan luas luka (%)					
	KS	KD	KG	KE1	KE2	KE3
0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
3	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
6	48 ± 7	13 ± 4	19 ± 3	12 ± 2	21 ± 3	27 ± 2
9	67 ± 8	19 ± 1	35 ± 2	30 ± 7	48 ± 7	57 ± 8
12	77 ± 6	30 ± 2	55 ± 8	52 ± 10	62 ± 5	70 ± 5
15	87 ± 11	45 ± 10	74 ± 6	71 ± 7	79 ± 5	88 ± 3
18	95 ± 4	53 ± 4	84 ± 5	82 ± 13	93 ± 4	94 ± 2
21	98 ± 1	63 ± 5	93 ± 2	88 ± 8	94 ± 3	97 ± 2
24	99 ± 1	72 ± 3	97 ± 1	93 ± 4	97 ± 2	99 ± 1
27	99 ± 1	82 ± 2	98 ± 1	96 ± 2	99 ± 1	100 ± 0
30	100 ± 0	90 ± 2	99 ± 1	98 ± 2	100 ± 0	100 ± 0
33	100 ± 0	97 ± 1	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0	100 ± 0
36	100 ± 0	100 ± 0	101 ± 0	101 ± 0	102 ± 0	102 ± 0

Ket.: KS (Tikus non-diabetik);

KD (Tikus diabetik yang tidak diberikan pengobatan apapun);

KG (Tikus diabetik yang diberikan pengobatan glibenklamid);





































KE1 (Tikus diabetik yang diberikan ekstrak ikan bujuk dosis 2 g/kg bb);

KE2 (Tikus diabetik yang diberikan ekstrak ikan bujuk dosis 4 g/kg bb);

KE3 (Tikus diabetik yang diberikan ekstrak ikan bujuk dosis 6 g/kg bb)

Pengurangan luas luka yang lebih cepat karena pemberian ekstrak ikan bujuk juga terjadi pada tikus diabetes (Tabel 16). Pada hari ke-18, luka diabetik pada tikus yang tidak diberi pengobatan apapun baru sembuh rata-rata 53%. Pemberian suplemen ekstrak ikan bujuk ternyata menyebabkan luka diabetik sudah sembuh sekitar 82-94% pada hari ke-18, bergantung pada dosis ekstrak yang diberikan (Tabel 16). Pada hari ke-27, tikus yang menderita luka diabetik dan mendapatkan suplemen ekstrak ikan bujuk dengan dosis 6 g/kg bb sudah seluruhnya sembuh sempurna,

sedangkan yang tidak mendapatkan ekstrak kesembuhan lukanya baru sekitar 82%. Pada hari ke-36 baru seluruh luka pada tikus diabetik yang tidak diberi ekstrak sembuh sempurna (100%). Berarti pemberian ekstrak ikan bujuk dapat mempercepat penyembuhan luka diabetik 133% lebih cepat dibandingkan dengan yang tidak diberi ekstrak. Gambaran morfologis perubahan luka disajikan pada Gambar 36 dan 37.

Hari ke-	Kontrol negatif	Dosis rendah (2 g/kg bb)	Dosis sedang (4 g/kg bb)	Dosis tinggi (6 g/kg bb)
0				
3				
6				
9				
12				
15				
18				
21				
24				

Gambar 36. Gambaran penyembuhan luka (non-diabetik) pada tikus yang diberi ekstrak ikan bujok dan yang tidak diberi ekstrak (kontrol)

Hari	0	9	18	21	24	27	30	33
KS								
KD								
KG								
KER								
KEM								
KET								

Gambar 37. Gambaran penyembuhan luka diabetik pada tikus yang diberi ekstrak ikan bujuk dan yang tidak diberi ekstrak (kontrol)

PUSTAKA

- Abba K, Sudarsanam TD, Grobler L, and Volmink J. Nutritional supplements for people being treated for active tuberculosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, no. 4, 2008.
- Afrianti R, Nofiandi D, Dira, Ulfa W. Pengujian efektivitas penyembuhan luka mencit diabetes melitus yang diberikan sediaan krim ekstrak etanol daun bandotan. *Scientia* 2016; 6(1): 50-58.
- Ahmed S, Arifur AFMR, Mustafa G, Belal MH, Nahar N. 2012. Nutrient composition of indigenous and exotic shes of rainfed waterlogged paddy elds in Lakshmpur, Bangladesh. *World Journal of Zoology* 7(2):135-140.
- Ali AB. Aspects of the reproductive biology of female snakehead (*Channa striata* Bloch) obtained from irrigated rice agroecosystem, Malaysia. *Hydrobiologia* 1999; 411: 71-77.
- Allen, D.J. 2012. *Channa maruloides*. The IUCN Red List of Threatened Species 2012: e.T181238A1712499.
<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012-1.RLTS.T181238A1712499.en>.
- Andrie M dan Sihombing D. Efektivitas Sediaan Salep yang Mengandung Ekstrak Ikan Gabus (*Channa striata*) pada Proses Penyembuhan Luka Akut Stadium II Terbuka pada Tikus Jantan Galur Wistar. *Pharm Sci Res* 2017; 4(2): 88-101.
- Apriasari ML and Puspitasari D. Effect of *Channa micropeltes* for increasing lymphocyte and fibroblast cells in diabetic wound healing. *J. Med Sci* 2018; 18(4): 205-210.
- Apriasari ML, Ainah Y, Febrianty E, Carabelly AN. Antioxidant effect of channa micropeltes in diabetic wound of oral mucosa. *Int J Pharmacol* 2019; 15: 137-143.
- Asikin AN an Kusumaningrum I. Albumin profile of snakehead fish (*Channa striata*) from East Kalimantan, Indonesia. *IOP Conf Ser, Earth Environ Sci* 2018; 144.
- Azrita, Syandri H, Nugroho E, Dahelmi, dan Syaifullah. Fekunditas, diameter telur, dan makanan ikan bujuk (*Channa lucius* Cuvier) pada habitat perairan berbeda. *J. Ris. Akuakultur* 2012; 7(3): 381-392.
- Azrita, Syandri H, Dahelmi, Syaifullah, dan Nugroho E. Karakterisasi Morfologi Ikan Bujuk (*Channa lucius*) pada Perairan Danau Singkarak Sumatera Barat, Rawa Banjiran Tanjung Jabung Timur Jambi dan Rawa Banjiran Kampar Riau. *Jurnal Natur Indonesia* 2013; 15(1): 1-8.

- Baie K and Sheikh KA. The wound healing properties of *Channa striatus*-cetrimide cream-wound contraction and glycosaminoglycan measurement. *Journal of Ethnopharmacology* 2000; 73(1-2): 15-30.
- Bijaksana U. Kajian Fisiologi Reproduksi Ikan Gabus (*Channa Striata* Blkr) di Dalam Wadah dan Perairan Rawa sebagai Upaya Domestikasi. Disertasi. Institut Pertanian Bogor. 2010
- Bijaksana U. 2012. Domestikasi ikan gabus (*Channa striata* Blkr), upaya optimalisasi perairan rawa di Provinsi Kalimantan Selatan. *Jurnal Lahan Suboptimal* 1(1): 92-101.
- Chasanah E, Nurilmala M, Purnamasari AR, dan Fithriani D. Komposisi kimia, kadar albumin dan bioaktivitas ekstrak protein ikan gabus (*Channa striata*) alam dan hasil budidaya. *JPB Kelautan dan Perikanan* 2015; 10(2): 123–132.
- Cho NH, Shaw JE, Karuranga S, Huang Y, da Rocha Fernandes JD, Ohlrogge AW, and Malanda B. IDF Diabetes Atlas: Global estimates of diabetes prevalence for 2017 and projections for 2045. *Diabetes Res Clin Pract* 2018; 138: 271-281. doi: 10.1016/j.diabres.2018.02.023.
- Courtenay, Jr., W.R. and J.D. Williams. 2004. USGS Circular 1251: Snakeheads (Pisces, Channidae) - A Biological Synopsis and Risk Assessment. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey. Denver.
- Courtenay, Jr. WR, Williams JD, Britz R, Yamamoto MN, and Loiselle PV. Identity of introduced snakeheads (Pisces, Channidae) in Hawai'i and Madagascar, with comments on ecological concerns. Bishop Museum Occasional Papers Number 77. 2004. Bishop Museum Press Honolulu.
- Firlianty, Suprayitno, E, Nursyam H, Hardoko, dan Mustafa A. (2013). Chemical composition and amino acid profile of Channidae collected from Central Kalimantan, Indonesia. *IEESE International Journal of Science and Technology (IJSTE)* 2013; 2(4), 25-29.
- Firlianty dan Pratasik SB. Potensi Puding Ikan Toman (*Channa micropeltes*) dan Ikan Gabus (*Channa striata*) untuk Percepatan Penyembuhan pada Hewan Uji Tikus (The Potential of *Channa micropeltes* and *C. striata* Pudding for Healing Acceleration of the White Rat). *Agrikan* 2018; 11(2): 65-69.
- Fitriyani E dan Deviarni IM. Pengaruh suhu dan waktu ekstraksi ikan toman (*Channa micropeltes*) menjadi serbuk albumin. *Jurnal Galung Tropika* 2018; 7(2): 102-114.
- Gupta K, Gupta R, Atreja A, Verma M, and Vishvkarma S. Tuberculosis and nutrition. *Lung India* 2009; 26(1): 9-16.

- Kartamihardja ES. Biologi Reproduksi Populasi Ikan Gabus (*Channa striata*) di Waduk Kedungombo. Buletin Perikanan Darat 1994; 12(2): 113-119.
- Khairunnida, Carabelly AN, Apriasari ML. The effect of giant snakehead (*Channa micropeltes*) extract on the number of macrophage in diabetes melitus wound healing. Dentino Jurnal Kedokteran Gigi 2019; 4(1): 14-20.
- Kido D, Mizutani K, Takeda K, Mikami R, Matsuura T, Iwasaki K, and Izumi Y. Impact of diabetes on gingival wound healing via oxidative stress. PLoS One 2017; 12(12), e0189601.
<http://doi.org/10.1371/journal.pone.0189601>
- Kottelat M, Whitten AJ, with Kartikasari SN, and Wirjoatmodjo S. Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi. *Periplus Edition* (HK), Jakarta. 1993.
- Kintoko dan Novitasari PR. Studi In Vivo Efektivitas Gel Ekstrak Etanol Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore) Steen) Sebagai Penyembuh Luka Diabetes. Prosiding Seminar Nasional Tumbuhan Obat Indonesia Ke-50, Samarinda, 20-21 April 2016.
- Kunkemoeller B and Kyriakides TR. Redox Signaling in Diabetic Wound Healing Regulates Extracellular Matrix Deposition. *Antioxid Redox Signal* 2017; 27(12): 823-838. doi: 10.1089/ars.2017.7263. Epub 2017 Aug 10.
- Laila L, Febriyenti F, Salhimi SM, and Baie S. Wound healing effect of Haruan (*Channa striatus*) spray. *International Wound Journal* 2011; 8(5): 484-491.
- Lee PG and Ng PKL. The systematics and ecology of snakeheads (Pisces: Channidae) in Peninsular Malaysia and Singapore. *Hydrobiologia* 1994; 285: 59. <https://doi.org/10.1007/BF00005654>
- Lestari LW dan Muslim. 2005. Studi Biodiversitas Ikan di Reservat Perikanan Lebung Karang, Indralaya Ogan Ilir. Laporan Hasil Penelitian. Lembaga Penelitian Unsri. Indralaya.
- Makmur S, Rahardjo MF, dan Sukimin S. Biologi Reproduksi Ikan Gabus (*Channa striata* Bloch) di Daerah Banjiran Sungai Musi Sumatera Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia* 2003; 3(2): 57-62.
- Ma'rufi I, Ali K, Sedemen IA, Purwanto P, and Khoiri A. *Channa striata* (Ikan Gabus) Extract and the Acceleration of Tuberculosis Treatment: A True Experimental Study," *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, vol. 2019, Article ID 8013959, 7 pages, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/8013959>.
- Mat Jais, AM, Dambisya, YM, and Lee, TL. Antinociceptive activity of *Channa striatus* (haruan) extracts in mice. *Journal of*

- Ethnopharmacology 1997; 57(2), 125–130. doi:10.1016/s0378-8741(97)00057-3
- McBean GJ. Cysteine, Glutathione, and Thiol Redox Balance in Astrocytes. *Antioxidants (Basel, Switzerland)* 2017; 6: 62.
- Mishra, SK. Reproductive biology of a freshwater teleost. *Channa gachua* (Ham.). Proc. Nat. Symp. Freshwater Aquacul 1991; 55-56.
- Muchtar A, Khaidir P, Rasul H dan Pardinan. 1984. Biologi Ikan Gabus (*Ophiocephalus striata* Bloch) Lingkungan Rawa-Rawa di Sekitar Pekanbaru. Laporan Hasil Penelitian. Lembaga Penelitian Universitas Riau. Pekanbaru.
- Muhammad AA, Arulselvan P, Cheah PS, Abas F, Fakurazi S. Evaluation of wound healing properties of bioactive aqueous fraction from *Moringa oleifera* Lam on experimentally induced diabetic animal model. *Drug Design, Development and Therapy* 2016;10:1715-1730. doi:10.2147/DDDT.S96968.
- Muslim. 2005. Analisis Biologi Reproduksi Ikan Gabus (*Channa striata*) di Rawa Banjiran Sungai Kelekar Indralaya. Laporan Hasil Penelitian. Lembaga Penelitian Unsri. Indralaya.
- Muslim. 2007. Analisis Tingkat Kematangan Gonad (TKG) Ikan Gabus (*Channa striata*) di Rawa Sekitar Sungai Kelekar. *Jurnal Agria* 2007; 3(2): 25-27.
- Muslim. Budidaya Ikan Rawa Seri 1: Ikan Gabus (*Channa striata*). UPT Penerbit dan Percetakan Universitas Sriwijaya. Palembang. 2017 .
- Naji S, Zarei L, Pourjabali M, and Mohammadi R. The Extract of *Lycium depressum* Stocks Enhances Wound Healing in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *The International Journal of Lower Extremity Wounds* 2017; 16(2).
- Ningrum DIL dan Abdulgani N. Pengaruh Pemberian Ekstrak Ikan Gabus (*Channa striata*) pada Struktur Histologi Hati Mencit (*Mus musculus*) Hiperglikemik. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits* 2014; 2(1): 2337-3520.
- Nurdianty AV, Apriasari ML, Carabelly AN. The effect of topical toman (*Channa micropeltes*) fish extract on the number of neutrofil cells in diabetes melitus wound healing (in vivo study on male Wistar rat's back). *Dentino Jurnal Kedokteran Gigi* 2019; 4(2): 110-115.
- Paton NI, Chua YK, Earnest A, and Chee CBE, "Randomized controlled trial of nutritional supplementation in patients with newly diagnosed tuberculosis and wasting," *American Journal of Clinical Nutrition* 2004; 80(2): 460-465.
- Radzak HA, Akim AM, Sazali SS, et al. 2014. Total Phenolic Content, Antioxidant, Cytotoxicity and Hepatoprotective Activities of

- Aqueous Extract of *Channa striatus* (Haruan). IOSR Journal of Nursing and Health Science (IOSR-JNHS) 2014; 3(6): 52-59.
- Royyana A, Carabelly AN, Aspriyanto D. The influence of toman fish (*Channa micropeltes*) extract on the number of neovascular in diabetes mellitus wound healing. Dentino Jurnal Kedokteran Gigi 2018; 3(2): 101-107.
- Sahid NA, Hayati F, Rao CV, et al. 2018. Snakehead Consumption Enhances Wound Healing? From Tradition to Modern Clinical Practice: A Prospective Randomized Controlled Trial. *Evidence-based complementary and alternative medicine : eCAM* 2018: 3032790-
- Sahoo HB, Sahoo SK, Mishra K, Sagar R. Evaluation of the wound-healing potential of *Amaranthus viridis* (Linn.) in experimentally induced diabetic rats. *Int J Nutr Pharmacol Neurol Dis* 2015;5:50-55.
- Said A. Beberapa Jenis Kelompok Gabus (Marga Channa) di Daerah Aliran Sungai Musi, Sumatera Selatan. BAWAL 2007a; 1(4): 121-126.
- Said A. Penelitian Beberapa Aspek Biologi Ikan Serandang (*Channa Pleurophthalmus*) di DAS Musi, Sumatera Selatan. Neptunus 2007b; 14(1): 15-23.
- Said A. Beberapa aspek biologi ikan bujuk (*Channa cyanospilos*) di DAS Musi, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia* 2008; 15(1): 27-34.
- Saini P and Verma PK. Evaluation of the Wound Healing Properties of *Jasminum mesnyi* in Diabetic Rats. *Ann Pharmacol Pharm.* 2017; 2(18): 1096.
- Sarandy MM, Novaes RD, Xavier AA, Vital CE, Leite JPV, Melo FCSA, and Gonçalves RV. Hydroethanolic Extract of *Strychnos pseudoquina* Accelerates Skin Wound Healing by Modulating the Oxidative Status and Microstructural Reorganization of Scar Tissue in Experimental Type I Diabetes. *BioMed Research International* 2017; Volume 2017, Article ID 9538351, 11 pages <https://doi.org/10.1155/2017/9538351>
- Shetty BS, Pemmineti S. Evaluation of *Centella asiatica* leaf extract for wound healing in streptozotocin induced diabetic rats. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences* 2013;4(2):1082-1090.
- Shukkoor MSA, Baharuldin MTH, Mat Jais AM, Moklas MAM, and Sharida Fakurazi S. Antidepressant-Like Effect of Lipid Extract of *Channa striatus* in Chronic Unpredictable Mild Stress Model of Depression in Rats. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* Volume 2016, Article ID 2986090, 17 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2016/2986090>.

- Shukkoor MSA, Baharuldin MTH, Mat Jais AM, Moklas MAM, Fakurazi S, and Basir R. Antidepressant-Like Effect of Lipid Extract of *Channa striatus* in Postpartum Model of Depression in Rats. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine vol. 2017, Article ID 1469209, 15 pages, 2017.
<https://doi.org/10.1155/2017/1469209>.
- Singh R, Garcia-Gomez I, Gudehithlu KP; Singh AK. Bitter Melon Extract Promotes Granulation Tissue Growth and Angiogenesis in the Diabetic Wound. *Advances in Skin & Wound Care* 2017; 30(1):16-26. DOI:10.1097/01.ASW.0000504758.86737.76, PMID: [27984270](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27984270/)
- Sinaga TP, Rahadjo MF, dan Syafei DS. 2000. Bioekologi Ikan Gabus (*Channa striata*) pada Aliran Sungai Banjaran Purwokerto. Prosiding Seminar Nasional Keanekaragaman Sumberdaya Hayati Ikan. Hal.133-140.
- Sinaga, Suprihatin, Ispandi, dan Siregar F. Aktivitas hepatoprotektif ekstrak daging ikan bujuk (*Channa lucius*) dan ikan toman (*Channa micropeltes*) pada tikus putih jantan yang diinduksi hepatotoksik dengan parasetamol. Laporan penelitian Universitas Nasional. 2019a.
- Sinaga E, Suprihatin, Isrizal, dan Istiqomah F. Suplementasi ekstrak daging ikan bujuk (*Channa lucius*) dapat mempercepat penyembuhan luka, baik pada tikus non-diabetik maupun tikus diabetik. Laporan penelitian Universitas Nasional. 2019b.
- Sunarno S, Damayanti R, Devi A, Fikri M, Pratiwi F, and Ayu L. Aplikasi biomaterial aktif dari daging ikan gabus (*Channa striata*) untuk penyembuhan luka pascaoperasi pada hewan model tikus Wistar. *Jurnal Biologi Tropika* 2018; 1(2): 13-20.
- Susilowati R, Januar HI, Fithriani D, dan Chasanah E. Potensi Ikan Air Tawar Budidaya Sebagai Bahan Baku Produk Nutrasetikal Berbasis Serum Albumin Ikan. *JPB Kelautan dan Perikanan* 2015; 10(1): 37-44.
- Suwandi R, Nurjanah, dan Winem M. Proporsi bagian tubuh dan kadar proksimat ikan gabus pada berbagai ukuran. *JPHPI* 2014, 17(1): 22-28.
- Taverna M, Marie A-L, Mira J-P, et al. Specific antioxidant properties of human serum albumin. *Annals of intensive care* 2013; 3:
- Tuhin RH, Begum M, Rahman MS, Karim R, Begum T, Ahmed SU, Mostofa R, Hossain A, Abdel-Daim M, and Begum R. Wound healing effect of *Euphorbia hirta* Linn. (Euphorbiaceae) in alloxan induced diabetic rats. *BMC Complementary and Alternative Medicine* (2017) 17:423 DOI 10.1186/s12906-017-1930-x

- Tsourdi E, Barthel A, Rietzsch H, Reichel A, and Bornstein SR. Current Aspects in the Pathophysiology and Treatment of Chronic Wounds in Diabetes Mellitus. *BioMed Research International* 2013; Volume 2013, Article ID 385641, 6 pages.
<http://dx.doi.org/10.1155/2013/385641>
- Thiruvoth FM, Mohapatra DP, Sivakumar DK, Chittoria RK, Nandhagopal V. Current concepts in the physiology of adult wound healing. *Plast Aesthet Res* 2015; 2: 250-6.
- Vidthayanon C. *Handbook of Freshwater Fish*. 2nd ed. Sarakadee Press, Bangkok. 2005.
- Weber, M. and L.F. de Beaufort. 1922. The Fishes of The Indo-Australian Archipelago IV:321-322. E.J. Brill. Leiden.
- Wee KL. Snakehead (*Channa striatus*) Farming in Thailand. Institute of Aquaculture University of Stirling, Stirling FK9 4LA, Scotland, United Kingdom. 1981
- Wijonarko B, Anies, Mardiono. Efektivitas Topikal Salep Ekstrak Binahong (*Anredera cordifolia* (Tenore) Steenis) terhadap Proses Penyembuhan Luka Ulkus Diabetik pada Tikus Wistar (*Rattus norvegicus*). *Jurnal Ilmiah Kesehatan (JIK)* 2016; 9(2).
- Winarsih, W., I.Wientarsih E. Handharyani, S. Estuningsih, SD.Widhyari. Kajian aktivitas ekstrak rimpang kunyit (*Curcuma longa*) dalam proses persembuhan luka pada mencit sebagai model penderita diabetes. *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian IPB*. 2009.
- World Health Organization (WHO). *Global Report On Diabetes*. 2016
- Wounds International. *International Best Practice Guidelines: Wound Management in Diabetic Foot Ulcers*. Wounds International, 2013. Available from: www.woundsinternational.com
- Yanti S, Agus Priyadi, dan Ningrum S. 1997. Pemberian Pakan Buatan untuk Ikan Gabus (*Channa striata*) dalam Karamba di Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 1997; 3(3): 35-40.
- Zakaria ZA, Arifah AK, MatJais AM, Sulaiman MR, and Somchit MN. G09 Amino acid and fatty acid compositions of the aqueous extract of *Channa striatus*. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics* 2006; 29: 208-209.
- Zubair M, Malik A, Ahmad J. Diabetic foot ulcer: A review. *American Journal of Internal Medicine* 2015; 3(2): 28-49
- Zhang P, Lu J, Jing Y, Tang S, Zhu D, and Bi Y. Global epidemiology of diabetic foot ulceration: a systematic review and meta-analysis. *Annals of Medicine* 2017; 49(2).