

IDENTIFIKASI BAKTERI PATOGEN DI PERAIRAN WADUK KOTO PANJANG KABUPATEN KAMPAR RIAU

Henni Syawal^{1*}, Syafrudin Nasution¹, dan Risman Ferdiansyah²

^{1*} Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau

² Balai Besar Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Jakarta

*Email : hennirizal@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis bakteri patogen yang terdapat di Perairan Waduk Koto Panjang, yang berpotensi menyerang atau menginfeksi ikan-ikan yang dipelihara pada keramba jaring apung (KJA). Sehingga dapat menimbulkan wabah penyakit pada usaha budi daya ikan. Metode yang digunakan adalah metode survey, yaitu mengambil sampel di lapangan dan dianalisis di laboratorium. Pengambilan sampel dilakukan dilima stasiun yang memiliki kegiatan pemeliharaan ikan di KJA, yaitu stasiun 1 (Dam Site), stasiun 2 (Pulo Gadang), stasiun 3 (Batu Langkah Besar), stasiun 4 (Muara Mahat), dan stasiun 5 (Tanjung Alai). Pengambilan sampel dilakukan sebanyak tiga kali dalam waktu tiga bulan (bulan Juli, Agustus, September), setiap pengambilan sampel dilakukan ulangan sebanyak tiga kali. Berdasarkan hasil penelitian ditemukan 5 jenis bakteri patogen yang berpotensi menginfeksi ikan-ikan yang dibudidayakan di dalam keramba jaring apung, yaitu bakteri *Streptococcus* sp., *Vibrio* sp., *Enterobacter* sp., *Aeromonas* sp., dan *Pseudomonas* sp. Stasiun 1 (Dam Site) merupakan daerah yang paling banyak ditemukan jenis bakteri patogen pada bulan Juli, yaitu bakteri *Streptococcus* sp., *Vibrio* sp., *Enterobacter* sp., *Aeromonas* sp., dan *Pseudomonas* sp., sedangkan pada bulan September, ditemukan empat jenis, yaitu *Streptococcus* sp., *Vibrio* sp., *Aeromonas* sp., dan *Pseudomonas* sp.

Kata kunci: identifikasi, bakteri, patogen, dan Waduk Koto Panjang

ABSTRACT

*This study aimed to determine the types of pathogenic bacteria found in the waters of Koto Panjang Reservoir which potentially infected fish in floating net cages. Identification of pathogenic bacteria was important since the presence of these bacteria could lead to fish disease outbreaks which would affect fish farming business. Survey method was used in this study, where samples were taken from the field and analysed in the laboratory. Sampling was done in five stations which had fish farming in floating net cages: station 1 in Dam Site, station 2 in Pulo Gadang, station 3 in Batu Langkah Besar, station 4 in Muara Mahat, and station 5 in Tanjung Alai. Sampling was performed three times in three months (July, August, September), each sampling was done triplicate. Result showed that there were five types of pathogenic bacteria that potentially infected fish in the study areas: *Streptococcus* sp., *Vibrio* sp., *Enterobacter* sp., *Aeromonas* sp., and *Pseudomonas* sp. Pathogenic bacteria were mostly found in station 1, where all types were found in July and four types (*Streptococcus* sp., *Vibrio* sp., *Aeromonas* sp., and *Pseudomonas* sp.) were found in September.*

Key words: identification, bacteria, pathogen, Koto Panjang Reservoir

PENDAHULUAN

Pemanfaatan Waduk Koto Panjang untuk kegiatan perikanan keramba jaring apung (KJA) memiliki dampak positif, yaitu dapat membantu menumbuhkan perekonomian yang cukup tinggi untuk masyarakat setempat. Ikan mas merupakan salah satu komoditas perikanan

air tawar yang banyak dibudidayakan dengan sistem KJA karena memiliki pangsa pasar yang cukup baik di Kabupaten Kampar, Padang, Jambi, Batam, dan Sumatera Utara dan daerah lainnya. Dampak lain dari adanya kegiatan perikanan KJA adalah setiap tahunnya selalu dihadapkan kepada permasalahan, yaitu terjadinya kematian massal ikan di Waduk Koto Panjang.

Kegiatan masyarakat di daerah sepanjang aliran sungai, waduk, dan sepadan waduk, yakni berupa kegiatan pertanian, perkebunan, dan industri setiap tahun meningkat jumlahnya. Dengan demikian dapat menyebabkan semakin tingginya beban nutrien yang masuk ke kawasan waduk tersebut. Selain itu juga meningkatnya pemanfaatan waduk untuk kegiatan budidaya sistem keramba jaring apung (KJA), yaitu dengan pemberian pakan yang mengandung protein tinggi sebanyak 10 % dari biomassa ikan yang dipelihara maka beban limbah organik yang berasal dari sisa pakan yang tidak termakan dan dari feses yang masuk ke lingkungan waduk juga semakin tinggi. Beban limbah organik yang berasal dari luar dan dari kegiatan budidaya ikan dalam KJA ini akan mempengaruhi parameter kualitas lingkungan perairan (Siagian, 2010).

Penyakit ikan yang disebabkan oleh bakteri dapat ditularkan melalui air yang terkontaminasi. Apabila lingkungan perairan yang sudah terkontaminasi oleh bakteri patogen, maka ikan-ikan yang sehat akan terkontaminasi dengan bakteri tersebut. Jika ikan dalam keadaan sehat dan lingkungan perairan mendukung maka bakteri patogen tidak dapat menyebabkan penyakit pada ikan. Sebaliknya apabila faktor lingkungan tidak mendukung maka dapat menyebabkan ikan stress, dengan demikian kondisi ikan menjadi lemah sehingga bakteri akan mudah menyerang ikan dan dapat berakibat kematian.

Stasiun Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Kelas I Pekanbaru (2013) melaporkan bahwa kematian ikan mas di Waduk Koto Panjang hampir terjadi setiap tahunnya, pada tahun 2013 terjadi kematian secara masal sehingga menyebabkan kematian sebanyak 50 ton ikan mas yang dipelihara dalam keramba jaring apung yang diduga disebabkan oleh infeksi bakteri patogen. Gejala klinis ikan mas yang mati mengalami geripis pada sirip, *hemorrhage*, pembengkakan, dan adanya borok (*ulcer*) pada bagian tubuh ikan, *hemorrhage* pada insang sampai terbukanya *operculum* insang, Ikan mas yang mati rata-rata berukuran berat 250-300 gr. Selanjutnya Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Kampar (2014) juga melaporkan terjadi kematian masal ikan mas sebanyak 20 ton pada rentang waktu Januari sampai Februari 2014 dengan ciri-ciri yang hampir sama.

Penyakit ikan akibat serangan bakteri patogen merupakan masalah serius bagi petani ikan karena dapat menimbulkan kematian dalam jumlah yang cukup besar, sehingga merugikan petani ikan baik secara ekonomi maupun secara sosial. Bakteri patogen yang menyerang ikan juga dapat menurunkan mutu daging dari ikan yang terinfeksi akibat adanya borok, luka, dan ulcer yang dapat menyebabkan masyarakat tidak mau untuk mengkonsumsinya. Terjadinya kematian massal pada kegiatan perikanan KJA diduga berhubungan dengan adanya akumulasi bahan organik dan terjadinya penurunan kualitas perairan, sehingga dapat menurunkan kesehatan ikan yang dibudidayakan selain itu juga diduga bakteri patogen yang ada di Waduk Koto Panjang meningkat jumlahnya. Berdasarkan hal tersebut maka peneliti tertarik untuk melakukan identifikasi bakteri patogen pada perairan Waduk Koto Panjang Kabupaten Kampar.

BAHAN DAN METODE

Penelitian yang dilakukan merupakan jenis penelitian survey. Penentuan titik sampling diawali dengan survey pendahuluan untuk mengetahui kondisi riil di lapangan dan kemungkinan lokasi pengambilan sampel. Lokasi penelitian adalah Waduk Koto Panjang yang terletak terutama di daerah berlangsungnya kegiatan pengelolaan keramba jaring apung. Titik sampling yang diambil berjumlah 5 titik. Penentuan titik sampling tersebut berdasarkan pertimbangan keberadaan lokasi kolam jaring apung (KJA) sebagai salah satu sumber pencemar, padat tebar ikan dalam keramba, ukuran ikan, pakan yang diberikan. Titik sampling ditentukan dengan asumsi tinggi rendahnya kegiatan KJA yang ada di Waduk Koto Panjang, titik pengambilan sampel berada di sekitar Pulau Gadang (bendungan/ *dam site*) dengan populasi KJA yang padat, populasi KJA yang sedang berada di sekitar Muara Mahat dan daerah Batu Langkah Besar dan titik sampling yang memiliki aktivitas KJA yang rendah berada di sekitar Tanjung Alai sekaligus merupakan daerah transisi dengan daerah hulu dari Waduk Koto Panjang, denah lokasi disajikan pada Gambar 1



Gambar 1. Lokasi Stasiun Pengamatan dan Pengambilan Contoh.

Identifikasi bakteri pada air waduk dilakukan dengan mengambil contoh air secara aseptik dengan menggunakan botol steril sebanyak 100 mL. Pengawetan sampel dilakukan dengan memasukkannya ke dalam kotak es (*cooling box*) dan analisa bakteri dilakukan langsung di Laboratorium Uji stasiun Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan Kelas I Pekanbaru. Kepadatan bakteri pada air sampel dihitung dengan langkah-langkah sebagai berikut: Pemeriksaan dimulai dengan mengambil 1 mL air sampel selanjutnya dimasukan ke dalam tabung reaksi bertutup ulir yang telah berisi larutan fisiologis sebanyak 9 mL lalu dihomogenisasi menggunakan *vortex mixer* selama 3 – 5 menit. Suspensi diambil sebanyak 0,1 mL dengan menggunakan mikropipet, kemudian dimasukkan ke dalam test tube berisi 0,9 mL PBS atau larutan fisiologis steril sebagai pengenceran pertama (10^{-1}) dan dilakukan pengenceran hingga kesepuluh (10^{-10}).

Isolasi bakteri dengan menggunakan tehnik *spread plate* terhadap pengenceran 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} , 10^{-9} , 10^{-10} pada media TSA dengan cara mengambil 0,1 mL suspensi tersebut dan menyebarkannya pada permukaan media TSA dengan menggunakan *hockey stick*, kemudian diinkubasi selama 24 jam di dalam inkubator. Setelah 24 jam dilakukan penghitungan *Total Plate Count* (TPC) dan dihitung secara langsung dimana jumlah koloni yang dihitung adalah antara 30-300 koloni.

Jumlah bakteri yang ada dalam sampel air waduk dilakukan pemeriksaan secara kuantitatif. Penghitungan bakteri menggunakan metode *TPC* (*total plate count*) dan teknik

pengenceran, sedangkan penghitungan jumlah populasinya dilakukan dengan menghitung jumlah unit koloni CFU/mL. Penghitungan bakteri berdasarkan metode yang dikemukakan oleh Badjoeri (2008) adalah sebagai berikut:

$$X = (1000/V) \times C \times D$$

Keterangan :

X = Jumlah bakteri (cfu/ml)

V = Jumlah volume sampel yang diinokulasi (μ L)

C = Jumlah unit koloni yang tumbuh

D = Tingkat pengenceran sampel

Penentuan jenis bakteri pada air dilakukan dengan mengambil inokulan bakteri yang tumbuh pada hasil pengenceran yang dapat dihitung, masing-masing koloni yang tumbuh kemudian diisolasi pada media TSA, diinkubasikan pada suhu 25-30⁰C di dalam inkubator selama 18-24 jam setelah hasil pemurnian tumbuh selanjutnya untuk mengetahui karakteristik bakteri dan mengetahui sifat biokimianya dilakukan pengujian biokimia antara lain dengan pewarnaan Gram, uji biokimia antara lain, uji katalase, uji oksidase, MIO, OF, TSIA, LIA, gelatin, dan uji gula-gula. Hasil pengujian kemudian diidentifikasi sesuai dengan hasil uji lanjut bakteri yang dicocokkan dengan referensi literatur yang ada (Juklak Puskari, 2010).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil isolasi dan identifikasi terhadap air waduk dari setiap stasiun pengamatan dari rentang waktu bulan Juli sampai dengan September 2014 ditemukan 18 jenis bakteri patogen dan non patogen pada air seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis bakteri yang ditemukan pada air Waduk Koto Panjang

No	Titik Pengambilan Sampel	Waktu dan Hasil Identifikasi Bakteri		
		Juli	Agustus	September
1	Dam Site	1. <i>Moraxella</i>	1. <i>Corynebacterium sp</i>	1. <i>Aerococcus sp</i>
		2. <i>Pseudomonas sp*</i>	2. <i>Micrococcus sp</i>	2. <i>Pseudomonas sp*</i>
		3. <i>Micrococcus sp</i>	3. <i>Enterobacter sp*</i>	3. <i>Vibrio sp*</i>
		4. <i>Enterobacter*</i>	4. <i>Aeromonas sp*</i>	4. <i>Aeromonas sp*</i>
		5. <i>Vibrio sp*</i>		5. <i>Streptococcus sp*</i>
		6. <i>Aeromonas sp*</i>		6. <i>Bacillus sp</i>
		7. <i>Streptococcus sp*</i>		
2	Pulo Gadang	1. <i>Acinetobacter sp</i>	1. <i>Corynebacterium sp</i>	1. <i>Acinetobacter sp</i>
		2. <i>Bacteroides sp</i>	2. <i>Vibrio sp*</i>	2. <i>Corynebacterium sp</i>
		3. <i>Vibrio sp*</i>	3. <i>Micrococcus sp</i>	3. <i>Vibrio sp*</i>
		4. <i>Aerococcus sp</i>		4. <i>Bacillus sp</i>
3	Batu Langkah Besar	1. <i>Corynebacterium sp</i>	1. <i>Corynebacterium sp</i>	1. <i>Proteus sp</i>
		2. <i>Micrococcus sp</i>	2. <i>Micrococcus sp</i>	2. <i>Staphylococcus sp</i>
		3. <i>Bacillus sp</i>	3. <i>Bacillus sp</i>	3. <i>Citrobacter sp</i>
4	Muara Mahat	1. <i>Aeromonas sp*</i>	1. <i>Pseudomonas sp*</i>	1. <i>Shigella sp</i>
		2. <i>Pseudomonas sp*</i>	2. <i>Citrobacter sp</i>	2. <i>Pseudomonas sp*</i>
		3. <i>Actinobacillus sp</i>	3. <i>Vibrio sp*</i>	3. <i>Vibrio sp*</i>
		4. <i>Vibrio sp*</i>	4. <i>Streptococcus sp*</i>	4. <i>Micrococcus sp</i>
		5. <i>Micrococcus sp</i>		5. <i>Chromobacterium sp</i>

5	Tanjung Alai	1. <i>Micrococcus sp</i> 2. <i>Staphylococcus sp</i> 3. <i>Vibrio sp*</i> 4. <i>Pseudomonas sp*</i>	1. <i>Micrococcus sp</i> 2. <i>Staphylococcus sp</i> 3. <i>Pseudomonas sp*</i>	1. <i>Acinetobacter sp</i> 2. <i>Staphylococcus sp</i> 3. <i>Proteus sp</i> 4. <i>Aeromonas sp*</i>
---	--------------	--	--	--

Keterangan : tanda * merupakan bakteri yang bersifat patogen pada ikan

Berdasarkan data pada Tabel 1, maka bakteri pada air waduk yang bersifat patogen terhadap ikan teridentifikasi ada lima (5) jenis, yaitu bakteri *Streptococcus sp*, *Vibrio sp*, *Enterobacter sp*, *Aeromonas sp*, dan *Pseudomonas sp*., karakteristik bakteri tersebut antara lain adalah :

1. *Streptococcus sp*

Bakteri ini berbentuk bulat, Gram positif, anaerobik, non motil, tidak berspora, menunjukkan hasil negatif pada uji katalase dan sitokrom oksidase, dan mampu memfermentasi glukosa pada uji O/F media (Cowan, 1974). Bakteri *Streptococcus sp* ini merupakan bakteri patogen bagi ikan yang dapat menimbulkan penyakit *Streptococciosis* terutama dari jenis *Streptococcus iniae* dan *Streptococcus agalactiae*. Bakteri *Streptococcus sp* teridentifikasi pada air dari Stasiun 1 pada bulan Juli dan September, sedangkan pada Stasiun 4 ditemukan pada bulan Agustus.

Berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No 26 tahun 2013 tentang Penetapan Jenis-jenis Hama Penyakit Ikan Karantina, Golongan, Media Pembawa dan Sebarannya bakteri *Streptococcus iniae* dan *Streptococcus agalactiae* termasuk ke dalam penyakit ikan karantina golongan II, yaitu hama dan penyakit ikan yang dapat disucihamakan dan/ atau dapat disembuhkan dari media pembawanya karena teknologi perlakuannya sudah dikuasai dengan daerah penyebaran Jawa, Sumatera, dan Jayapura.

2. *Vibrio sp*

Bakteri ini berbentuk batang, termasuk Gram negatif, motil, aerobik, hasil uji katalase dan sitokrom oksidase menunjukan hasil positif, dan mampu memfermentasi glukosa pada uji O/F media (Cowan, 1974). Bakteri ini penyebab penyakit *Vibriosis* dengan gejala klinis, kehilangan nafsu makan, kulit mengalami pemucatan (*discolor*), terjadi peradangan dan nekrotik, dilanjutkan dengan kulit melepuh dan borok, *necrosis* pada jaringan otot, dan beberapa lainnya mirip seperti infeksi bakteri *Aeromonas sp*.

Hasil pengamatan pada stasiun pengamatan 1 teridentifikasi *Vibrio sp* pada bulan Agustus dan September, pada bulan Juli, Agustus dan September bakteri *Vibrio sp* teridentifikasi pada stasiun pengamatan 2 dan 4 sedangkan pada stasiun pengamatan 5 teridentifikasi pada bulan Juli. *Vibrio sp* juga merupakan bakteri patogen yang bersifat oportunistik yang banyak terdapat pada saluran pencernaan hewan. Keberadaan bakteri *Vibrio sp* yang mengkontaminasi perairan diduga dapat menyebabkan infeksi pada ikan yang hidup diperairan tersebut.

3. *Enterobacter sp*

Bakteri ini termasuk dalam Gram negatif, berbentuk batang, motil, aerobik, katalase positif, sitokrom oksidase negatif, mampu memfermentasi glukosa pada uji O/F media, VP positif (Cowan, 1974). Pada umumnya bakteri-bakteri yang termasuk kedalam kelompok *Enterobacteria* merupakan bakteri yang dijadikan sebagai indikator sanitasi. Bakteri *Enterobacter sp* teridentifikasi pada stasiun pengamatan 1, yaitu pada bulan Juli dan Agustus.

Salah satu kelompok bakteri yang termasuk dalam bakteri *Enterobacter sp* sebagai indikator sanitasi adalah bakteri *coliform*, bakteri tersebut juga terbagi menjadi *faecal coliform* dan *non faecal coliform*. Bakteri *Escherchia coli* merupakan bakteri *faecal coliform*

yang banyak ditemukan dalam saluran pencernaan manusia dan hewan, sedangkan bakteri *non faecal coliform* biasanya banyak ditemukan pada lingkungan perairan, hewan, dan tanaman yang telah mati contoh bakteri ini adalah *Enterobacter aerogenes*.

Jumlah total bakteri pada air waduk yang didapat pada masing-masing stasiun pengamatan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Total Bakteri pada Air Waduk Selama Pengamatan

No	Stasiun Pengamatan	Jumlah Total Bakteri (cfu/ mL) pada Air Waduk		
		Juli	Agustus	September
1	Stasiun 1	7,1 X 10 ⁸	8,5 X 10 ⁸	7,4 X 10 ⁸
2	Stasiun 2	7,0 X 10 ⁸	8,1 X 10 ⁸	7,0 X 10 ⁸
3	Stasiun 3	5,3 X 10 ⁷	5,2 X 10 ⁷	5,3 X 10 ⁷
4	Stasiun 4	6,0 X 10 ⁸	6,1 X 10 ⁸	5,9 X 10 ⁸
5	Stasiun 5	6,3 X 10 ⁸	6,4 X 10 ⁸	6,4 X 10 ⁸

Berdasarkan data pada Tabel 2 terlihat adanya peningkatan jumlah bakteri dari setiap stasiun pada bulan Agustus, namun pada Stasiun 3 terjadi penurunan total bakteri. Kondisi ini diduga terjadi karena adanya peningkatan masukan bahan organik ke dalam Perairan Waduk Koto Panjang seiring dengan meningkatnya jumlah kepadatan aktivitas KJA pada masing-masing stasiun pengamatan dimana aktivitas KJA banyak terpusat di sekitar Dam Site atau stasiun pengamatan 1 dan Pulo Gadang sebagai titik pengamatan stasiun 2. Bahan organik yang tinggi dalam perairan digunakan oleh organisme sebagai bahan makanan dan energi yang diperoleh melalui proses oksidasi sehingga menyebabkan jumlah bakteri yang tinggi, Pujiastuti *et al.*, (2013) menyatakan bahwa oksidasi aerob dapat menyebabkan penurunan kandungan oksigen terlarut di perairan sampai pada tingkat terendah bahkan anaerob, sehingga dalam hal ini bakteri yang bersifat anaerob akan menggantikan peran dari bakteri yang bersifat aerob dalam mengoksidasi bahan organik dengan cara oksidasi anaerobik. Perairan dengan nilai BOD5 tinggi mengindikasikan bahwa bahan pencemar yang ada dalam perairan tersebut juga tinggi, yang menunjukkan semakin besarnya bahan organik yang terdekomposisi menggunakan sejumlah oksigen di perairan oleh bakteri.

Bakteri merupakan salah satu bagian dari makhluk hidup dimana pertumbuhan dan perkembangannya dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik faktor biotik maupun abiotik. Menurut (Musdalifah, 2013), Faktor biotik meliputi bentuk mikroorganisme, sifat mikroorganisme terkait respons terhadap perubahan lingkungan, kemampuan menyesuaikan diri (adaptasi), serta keberadaan organisme lainnya di dalam lingkungan tersebut. Sedangkan faktor abiotik meliputi susunan dan jumlah senyawa yang dibutuhkan di dalam medium kultur, lingkungan fisik (suhu, kelembaban, cahaya, dan sebagainya), serta keberadaan senyawa-senyawa lain yang dapat bersifat toksik, penghambat, atau pemacu yang berasal dari lingkungan maupun yang dihasilkan sendiri.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian terhadap identifikasi bakteri patogen di lima stasiun pada Perairan Waduk Koto Panjang selama bulan Juli sampai September ditemukan lima (5) jenis bakteri patogen, yaitu bakteri *Streptococcus* sp, *Vibrio* sp, *Enterobacter* sp, *Aeromonas* sp, dan *Pseudomonas* sp.

DAFTAR PUSTAKA

- Badjoeri, M. 2008. Identifikasi Bakteri Patogen pada Sistem Keramba Jaring Apung (KJA) di Danau Maninjau Sumatera Barat. Pusat Penelitian Limnologi LIPI. *Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 34 (2) 169-184. Jakarta
- Cowan, S.T., 2003. Manual Identification For The Identification Of Medical Bacteria, Cambridge University. United Kingdom.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, 2011. Upaya Pencegahan dan Penanggulangan *Up Wellings* Bagi Pembudidaya Ikan Keramba jaring Apung (KJA) di Danau/ Waduk. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Kementerian kelautan dan Perikanan. Jakarta. 78 hlm.
- Pujiastuti, P, B. Ismail, Pranoto. 2013. Kualitas dan Beban Pencemaran Perairan Waduk Gajah Mungkur. *Jurnal EKOSAINS*. 5 (1) 59-75.
- SKIPM Kelas I Pekanbaru, 2013. Laporan Hasil Pemantauan Hama dan Penyakit Ikan Karantina di Provinsi Riau. Kementerian Kelautan dan Perikanan. 63 hlm.
- Siagian, M. 2010. Strategi Pengembangan Keramba Jaring Apung Berkelanjutan Di Waduk PLTA Koto Panjang Kampar Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*.15 (2) 145-160.