

Perkembangan Terbaru Teknologi Surimi

Tina Nurkhoeriyati, Nurul Huda*, Ruzita Ahmad

Laboratorium Pengolahan Ikan dan Daging, Jurusan Teknologi Makanan,

Pusat Pengajian Teknologi Industri, Universiti Sains Malaysia,

Minden 11800, Pulau Pinang, MALAYSIA

Ringkasan

Makin menurunnya populasi ikan Alaska pollock sebagai bahan baku utama pembuatan surimi telah membawa arah baru dalam teknologi pembuatan surimi disebabkan diperlukannya pencarian bahan baku baru. Ikan pelagis merupakan sumber bahan baku baru yang potensial. Akan tetapi, ikan jenis ini memiliki kandungan lemak dan pigmen (myoglobin) yang tinggi. Pendekatan terhadap masalah ini dilakukan melalui perkembangan teknologi baru pembuatan surimi, yaitu teknologi solubilisasi asam-basa. Penelitian-penelitian mengenai teknologi ini menunjukkan bahwa teknologi ini dapat mengurangi lemak dan myoglobin yang signifikan dan lebih baik dibanding proses pembuatan surimi secara konvensional. Selain itu, teknologi ini juga memiliki beberapa kelebihan dibanding teknologi konvensional, yaitu protein sarkoplasma dapat dipertahankan pada produk akhir.

Kata kunci: surimi, cryoprotectant, gel, ikan berlemak tinggi, teknologi solubilisasi asam-basa.

Pendahuluan

Tujuan dari ulasan ini adalah untuk memberikan penjelasan mengenai perkembangan teknologi terbaru dalam pembuatan surimi dan mengapa hal tersebut menjadi penting. Sekilas pembahasan mengenai penelitian yang berkaitan dengan perkembangan teknologi pembuatan surimi juga dimasukkan di dalam ulasan ini.

Surimi merupakan konsentrat protein miofibril yang diperoleh dari pemisahan daging ikan secara mekanik, dicuci dengan air dan dicampur dengan *cryoprotectant*. Secara umum, surimi diproses melalui pemisahan daging, pencucian, pencampuran dengan *cryoprotectant* dan pembekuan (Park, 2005). Terdapat beberapa jenis ikan yang umum digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan surimi. Diantaranya adalah : *Alaska pollock, Pacific whiting, Arrowtooth flounder, Blue whiting, Mackerel, Menhaden, Bigeye snapper, Threadfin bream, Lizardfis dan Croacker*. (Guenneugues & Morrissey, 2005; Campo-Deano & Tovar, 2009; Perez-Mateos & Lanier, 2006; Benjakul *et al.*, 2004; Rawdkuen, *et al.*, 2008).

Surimi merupakan bahan baku antara (intermediet) yang potensial untuk pembuatan berbagai produk makanan berbasis surimi (surimi based-product) seperti daging kepiting tiruan, kamaboko, kamaboko berperisa, chikuwa, satsumi-age / tempura, hanpen, bakso ikan, sosis ikan dan lain-lain. Surimi menjadi populer dikarenakan memiliki tekstur yang unik dan juga memiliki nilai gizi yang tinggi (Jin *et al.*, 2009; Park, 2005; Zhou *et al.*, 2005). Surimi pada awalnya merupakan bahan pangan yang penting di Jepang dan saat ini, produk-produk berbasis surimi juga digemari di banyak negara dan penelitian mengenai surimi telah banyak dilakukan (Jin *et al.*, 2007; Park, 2005).

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sifat Fungsional Surimi

Surimi memiliki beberapa sifat fungsional yang penting seperti sifat pembentukan gel dan daya ikat air yang tinggi. Hal ini dikarenakan terdapatnya kandungan protein miofibril yang memiliki peranan penting dalam proses pengolahan produk makanan. Protein ini berperan dalam pembentukan gel dan emulsi dimana hal ini penting dalam stabilisasi produk-produk olahan daging (Xiong, 1997; Zhou *et al.*, 2005). Sifat-sifat fisikokimia protein miofibril mempengaruhi sifat fungsional pada daging dan berpengaruh pada mutu daging olahan (Li & Wick, 2001). Beberapa sifat fungsional protein yang penting dalam bahan makanan dapat dilihat pada Tabel 1. Banyak penelitian mengenai sifat fungsional surimi dan faktor yang dapat mempengaruhinya. Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat fungsional protein ini berkaitan dengan proses pembuatan surimi, seperti proses pencucian, *cryoprotectant* dan fosfat yang ditambahkan, dan pembekuan.

Tabel 1. Sifat fungsional yang harus dimiliki surimi dan faktor yang mempengaruhinya

No.	Sifat Fungsional	Mekanisme	Faktor yang Mempengaruhi
1	Pembentukan Gel (Park, 2005)	Selama pemanasan, pada pasta surimi yang telah digarami, lipatan protein menjadi terbuka, dan permukaan reaktif molekul protein yang berdekatan akan bereaksi membentuk ikatan intermolekular. Pada saat ikatan intermolekular mencukupi, maka akan terbentuk struktur tiga dimensi, menghasilkan gel.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Denaturasi yang berkelanjutan dari protein miofibril sebelum proses pembuatan. 2. Jenis dan habitat bahan baku, yang menentukan stabilitas protein miofibril terhadap panas 3. Aktivitas enzim-enzim proteolitik yang akan membuka struktur protein dan merusak gel. 4. Aktivitas oksidan protein 5. Enzim baik indigenus maupun yang ditambahkan, seperti enzim ikatan silang yang berkontribusi terhadap struktur ikatan silang protein. 6. Konsentrasi relatif protein miofibril terhadap protein sarkoplasma dan stroma
2	Daya Ikat Air (Zayas, 1997)	Air yang diikat oleh protein melalui interaksi antara molekul air dan gugus hidrofilik dari gugus samping protein terjadi melalui ikatan hidrogen.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Konsentrasi protein 2. pH 3. Kekuatan ionik 4. Suhu 5. Keberadaan komponen pangan lainnya 6. Lemak dan garam 7. Laju dan lama perlakuan panas 8. Kondisi penyimpanan
3	Emulsifikasi (Smith, 2001)	Film protein terdiri dari protein miofibril yang terlarut dan terekstrak selama emulsifikasi. Protein tersebut harus berdifusi ke permukaan droplet minyak kemudian menyerap ke permukaan droplet tersebut.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suhu 2. Input energi yang cukup 3. Protein terdenaturasi/tidak terdenaturasi 4. Konsentrasi protein yang cukup 5. Jumlah protein terekstrak yang cukup 6. Luas permukaan droplet

Secara konvensional, surimi dibuat melalui proses pencucian menggunakan air tawar ber pH netral. Akan tetapi, proses pencucian ini kemudian berkembang dengan menggunakan pH asam-basa. Penyimpanan beku digunakan secara luas dalam industri surimi untuk pengolahan dan pengawetan jangka waktu lama. Namun demikian, perubahan biokimia selama penyimpanan beku diasosiasikan dengan pengurangan sifat gelasi surimi dan hal ini dikarenakan denaturasi protein miofibril. Penyimpanan beku berkelanjutan dari empat spesies ikan (*Threadfin bream*, *Bigeye snail*, *Lizardfish*,

dan *Croacker*) pada suhu -18°C menyebabkan hilangnya kemampuan membentuk gel, yang dikarenakan terjadinya denaturasi protein (Benjakul *et al.*, 2004).

Cryoprotectant merupakan zat tertentu yang jika terdapat dalam konsentrasi tinggi ($>0.5\text{ M}$) akan menstabilkan protein miofibrillar selama pembekuan dan penyimpanan beku (Park, 2005). *Cryoprotectant* komersial yang umum digunakan dalam industri surimi adalah campuran 1:1 dari sukrosa dan sorbitol (Zhou *et al.*, 2006). Namun, kekurangan dari *cryoprotectant* komersial ini adalah tingginya kandungan kalori dan memberikan rasa manis yang tidak terlalu disukai oleh konsumen di bagian barat khususnya (Sultanbawa & Li-Chan, 1998). Banyak penelitian yang telah dilakukan mengenai *cryoprotectant* tanpa atau dengan sedikit rasa manis dan kandungan kalori, seperti: laktitol, litesse®, trehalose, palatinit, polydextrose®, and maltodekstrin (Sultanbawa & Li-Chan, 1998; Zhou *et al.*, 2006; Carvajal, *et al.*, 1999; Sych, *et al.* 1990). Zhou *et al.*, (2006) melaporkan bahwa konsentrasi trehalose dan sodium laktat pada 8% (b/b) mencegah denaturasi protein secara efektif pada surimi tilapia selama penyimpanan beku -18°C selama 24 minggu. Daftar penelitian berkaitan dengan *cryoprotectant* alternatif dapat dilihat pada Tabel 2.

Fosfat dalam bentuk pirofosfat dan tripolifosfat sudah banyak digunakan dalam pembuatan surimi (Matsumoto & Noguchi, 1992). Julavitayanukul, *et. al.* (2005) melaporkan bahwa kamaboko dan gel dari surimi *Bigeye snapper* yang dipanaskan ditambahkan dengan 0.05% polifosfat memiliki *breaking force* dan deformasi lebih baik dibandingkan dengan gel kontrol (tanpa penambahan fosfat).

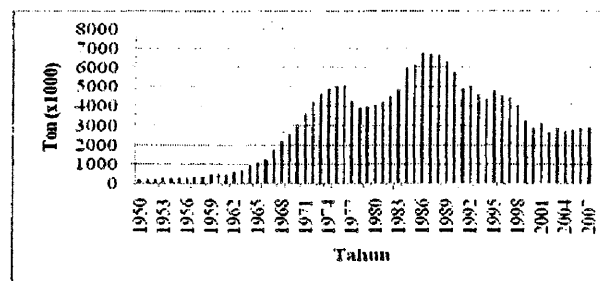
Tabel 2 Daftar penelitian *cryoprotectant* alternatif dalam surimi dan hasil utamanya

No.	Sampel	Cryoprotectant	Hasil Utama	Referensi
1.	<i>Cod</i>	Laktitol, palatinit ®, polydextrose ®, sukrosa, sorbitol	Palatinit ®, laktitol, dan polydextrose ® menstabilkan protein surimi sebaik campuran sukrosa/sorbitol	Sych <i>et al.</i> , (1990)
2.	<i>Ling cod</i>	Laktitol, litesse ®, sukrosa, sorbitol	Campuran <i>cryoprotectant</i> dengan konsentrasi total 4-12% efektif menjaga pembentukan gel yang baik selama penyimpanan beku pada -18°C selama empat bulan	Sultanbawa & Chan (1998)
3.	<i>Alaska Pollock</i>	Maltodekstrin, sukrosa, sorbitol	Semua maltodekstrin dengan rata-rata berat molekul mengindikasikan perlindungan terhadap penyimpanan beku pada -20°C , tapi perlindungan terhadap penyimpanan beku oleh maltodekstrin dengan berat molekul	Carvajal <i>et. al.</i> (1999)

			lebih besar dengan suhu penyimpanan lebih tinggi kurang baik.	
4.	<i>Bigeye snapper</i>	Senyawa fosfat	Studi mengenai mikrostruktur menemukan bahwa gel dengan struktur yang halus dibentuk dengan penambahan polifosfat. Oleh karena itu, penambahan polifosfat bersama dikombinasikan dengan CaCl ₂ dapat meningkatkan kekuatan gel dan <i>WHC</i> .	Julavittaya nukul, <i>et. al.</i> (2005)
5.	<i>Tilapia</i>	Trehalose, sodium laktat, sukrosa, sorbitol	<ol style="list-style-type: none"> 1. Trehalose menunjukkan efek perlindungan terbaik terhadap denaturasi protein. Pada konsentrasi 8% trehalose, diperoleh surimi dengan <i>breaking force</i> dan deformasi terbaik selama penyimpanan beku pada -18°C selama 24 minggu 2. Sodium laktat menunjukkan efek yang mirip dengan campuran sukrosa/sorbitol 	Zhou <i>et al.</i> (2006)

Sumber Bahan baku Pembuatan Surimi

Menurut Babji *et al.* (1995), suplai bahan baku surimi yang pada awalnya menggunakan ikan *Alaska pollock* mengalami masalah disebabkan semakin menurunnya populasi ikan tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan pencarian bahan baku alternatif baru yang ekonomis untuk diproses menjadi produk berbasis surimi bermutu tinggi. *Alaska Pollock*, jenis ikan terbanyak yang digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan surimi telah mengalami penurunan dalam hal jumlah tangkapan dari sekitar lebih dari 6,5 juta ton pada akhir 1980-an menjadi hanya kurang dari 3 juta ton sejak tahun 2000 (Guenneugues & Morrissey, 2005) (Gambar 1.)



Gambar 1. Produksi penangkapan global *Alaska pollock* (FAO, 2009)

Kelangkaan suplai bahan baku tentu saja mendorong naiknya harga *Alaska pollock*. Oleh karena itu, penelitian tentang pemanfaatan spesies baru dalam pembuatan surimi semakin meningkat intensitasnya. Pemanfaatan ikan selain *Alaska pollock*, contohnya, *Pacific whiting* untuk produksi surimi menunjukkan pertumbuhan yang pesat pada tahun 1990-an. Akan tetapi, ikan jenis ini memiliki beberapa masalah dalam hal mutu, yaitu adanya enzim protease yang bersifat stabil terhadap panas yang terdapat pada daging yang menyebabkan pelunakan gel. Masalah ini juga ditemukan pada ikan *Arrowtooth flounder* (Guenneugues & Morrissey, 2005).

Ikan tropis dan pelagis dianggap sebagai alternatif baru sebagai bahan baku baru untuk pembuatan surimi. Ikan tropis yang dapat digunakan dalam pengolahan surimi di Asia Tenggara terutama adalah *Threadfin bream*, *Bigeye snapper*, *Croakers*, and *Lizardfish*. Akan tetapi, manajemen perikanan dan jaminan suplai yang konsisten dari industri perikanan ini di Asia Tenggara masih dipertanyakan. Sementara itu, ikan *pelagis* yang secara tradisional digunakan untuk pembuatan surimi di Jepang juga merupakan sumber bahan baku surimi yang potensial. Akan tetapi, ikan jenis ini memiliki daging berwarna gelap/merah dan memiliki kandungan lemak yang tinggi (Guenneugues & Morrissey, 2005).

Pendekatan untuk mengatasi masalah ini telah banyak dilakukan melalui pengembangan teknologi-teknologi baru. Teknologi tersebut diantaranya adalah solubilisasi asam-basa yang dilanjutkan dengan proses pengendapan. Proses produksi surimi secara konvensional memiliki beberapa kekurangan. Diantaranya adalah hilangnya protein sarkoplasma dan sebagian protein miofibril yang terbawa oleh air yang digunakan untuk mencuci ikan. Hal ini menyebabkan rendemen protein total pada produk akhir berkurang (Nolsøe dan Undeland, 2009).

Teknologi Solubilisasi Asam-Basa pada Pengolahan Surimi

Prinsip dari teknologi tersebut adalah solubilisasi dan presipitasi pada pH isoelektrik. Prinsip teknologi ini telah lama digunakan seperti pada pembuatan keju dan isolat protein dari kedelai (Gehring et al, 2009). Protein dari daging ikan pertama-tama disolubilisasi pada pH asam maupun basa dalam air dengan perbandingan lima sampai sepuluh bagian terhadap bagian daging. Nilai pH yang digunakan pada proses solubilisasi biasanya adalah di bawah pH 3.5 untuk solubilisasi pada pH asam dan diatas pH 10.5 untuk solubilisasi pada pH basa (Hultin, et al., 2005). Pada nilai pH ini protein sarkoplasma tetap terlarut dalam larutan (Nolsøe dan Undeland, 2009). Protein daging kemudian akan dipresipitasi dengan mengatur pH mendekati pH isoelektrik, kemudian isolat protein akan diperoleh melalui proses pemisahan seperti sentrifugasi (Hultin, et al., 2005).

Gugus amino dan karboksil yang tidak terlibat pada ikatan peptida dapat memiliki muatan elektrostatik di dalam larutan. Sehingga, gugus-gugus ini terlibat dalam interaksi protein-air melalui ikatan lemah hidrogen (protein larut dalam air). Ketika asam

ditambahkan ke dalam larutan, asam akan terdisosiasi menghasilkan ion hidronium (H_3O^+). Gugus samping yang bermuatan negatif menjadi terprotonisasi dan muatan protein menjadi positif begitu juga sebaliknya ketika basa (OH^-) ditambahkan ke dalam larutan gugus samping akan terdeprotonisasi dan protein menjadi bermuatan negatif. Dikarenakan protein dapat bermuatan negatif atau positif, protein secara bertahap mulai berinteraksi dengan air. Pada saat interaksi protein-air meningkat, maka interaksi hidrofobik protein-protein menjadi berkurang. Oleh karena itu, dikarenakan protein menjadi semakin polar (bermuatan), maka akan lebih banyak air yang berinteraksi dengan protein, sehingga protein menjadi larut dalam air. Namun demikian, pH larutan protein dapat diatur sehingga jumlah muatan negatif sebanding dengan muatan positif, sehingga protein memiliki muatan total nol. pH pada saat protein memiliki muatan elektrostatis nol disebut pH isoelektrik (pI). Nilai pI ini sangat spesifik tergantung jenis protein (Gehring, et al., 2009).

Terdapat beberapa kelebihan utama daripada teknologi baru ini. Pertama, bahan baku daging tidak perlu dipisahkan dari tulang atau kulit secara mekanik sebelum proses. Bahan baku mentah hancuran dapat langsung diproses melalui solubilisasi protein dalam keadaan asam maupun basa. Kedua, protein sarkoplasma yang merupakan protein larut air dapat diperoleh pada akhir proses, dimana pada teknologi konvensional, protein sarkoplasma akan terbuang bersama air yang digunakan untuk mencuci daging. Sehingga rendemen protein pada produk akhir dengan teknologi solubilisasi ini lebih tinggi. Dan ketiga, keuntungan teknologi ini adalah, baik lemak netral maupun lemak membran, dengan kondisi tertentu dapat dihilangkan secara efisien. Hal ini dapat mengurangi reaksi oksidasi lemak selama penyimpanan (Nolsøe dan Undeland, 2009)

Teknologi ini dapat digunakan untuk mengisolasi protein dari bahan baku mentah bernilai ekonomi rendah termasuk spesies ikan dengan kandungan lemak yang tinggi (memiliki daging berwarna gelap/merah). Daging ikan yang berwarna terang dan gelap memiliki fungsi yang berbeda. Daging ikan yang berwarna terang berfungsi sebagai organ anaerobik yang mensuplai energi secara cepat dan intensif dan menggunakan glikogen sebagai sumber energi. Di sisi lain, daging berwarna gelap berfungsi untuk mensuplai energi pada jangka waktu lama. Spesies yang memiliki daging gelap merupakan spesies yang biasa melakukan migrasi jarak jauh dalam siklus hidupnya dan lemak merupakan sumber energinya. Oleh karena itu spesies ikan dengan daging berwarna gelap memiliki kandungan minyak lebih banyak dibanding spesies ikan berdaging terang. Kandungan lemak pada ikan bervariasi tergantung pada spesies, umur, makanan, dan jenis daging. Sedangkan kandungan protein relatif lebih konstan. Kandungan lemak biasanya berbanding terbalik dengan kadar air (Hultin, et al., 2005 : Gehring, et al., 2009).

Teknologi pengolahan surimi melalui solubilisasi dan presipitasi dapat mengurangi lemak netral maupun lemak membran. Jumlah lemak yang dapat dihilangkan melalui proses ini tergantung pada beberapa faktor, yaitu kandungan lemak awal pada

bahan baku, viskositas homogenat yang telah diatur pada nilai pH solubilisasi dan kecepatan sentrifugasi yang digunakan (Nolsøe dan Undeland, 2009).

Penelitian Berkaitan Teknologi Solubilisasi Asam-Basa

Beberapa penelitian mengenai penerapan teknologi ini pada proses pembuatan surimi dengan bahan baku ikan berlemak tinggi telah banyak dilakukan. Rawdkuen et al (2009) melakukan penelitian mengenai sifat gelasi dan biokimia surimi dari ikan yang diperoleh melalui proses solubilisasi asam-basa. Ikan yang digunakan merupakan ikan yang memiliki kandungan pigmen dan lemak non-struktural yang tinggi. Penelitian tersebut membuktikan adanya pengurangan lemak secara signifikan, yaitu pengurangan lemak terbesar diperoleh melalui proses solubilisasi basa ($88.6 \pm 2.13\%$) kemudian diikuti oleh proses solubilisasi asam ($85.2 \pm 3.13\%$) dan dengan proses konvensional ($67.8 \pm 1.33\%$).

Lebih rendahnya jumlah lemak yang dapat dikurangi melalui proses pembuatan surimi secara konvensional adalah dikarenakan karena lemak membran tidak dapat dihilangkan melalui proses pencucian. Lipin ini akan tepat terikat dengan protein dan tidak dapat dipisahkan. Sedangkan pada proses solubilisasi asam-basa, protein yang akan disolubilisasi pada pH rendah (asam) atau tinggi (basa) dan ini akan membuat protein terpisah dari lemak netral maupun lemak membran.

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, ikan yang memiliki kandungan lemak tinggi merupakan ikan dengan warna daging gelap atau merah. Ikan jenis ini memiliki kandungan pigmen yang tinggi termasuk myoglobin. Myoglobin bersifat rentan terhadap oksidasi sehingga ikan dengan daging berwarna gelap bersifat tidak stabil. Oleh karena itu, pengurangan myoglobin sangat penting.

Penelitian yang dilakukan oleh Rawdkuen et al (2009) juga menunjukkan bahwa proses solubilisasi asam-basa dapat menghasilkan surimi dengan kandungan myoglobin yang signifikan lebih rendah (21.4 ± 2.12 mg/100g untuk asam dan 18.5 ± 2.95 mg/100g untuk basa) dibanding surimi dengan proses konvensional (39.5 ± 3.03 mg/100mg). Penelitian mengenai pengaruh proses solubilisasi basa pada ikan *sardine* dan *mackerel* dilakukan oleh Chaijan et al. (2006). Surimi yang dihasilkan melalui solubilisasi basa memiliki kandungan myoglobin yang signifikan lebih rendah (2.25 ± 0.02 mg/g untuk ikan *sardine* dan 1.14 ± 0.01 untuk ikan *mackerel*) dibanding surimi yang dihasilkan melalui proses konvensional (3.84 ± 0.21 mg/g untuk *sardine* dan 3.71 ± 0.09 mg/g untuk *mackerel*).

Kesimpulan

Ikan pelagis merupakan bahan baku baru surimi yang potensial. Akan tetapi, ikan ini memiliki kandungan lemak yang tinggi. Pada pembuatan surimi dari ikan jenis ini, teknologi solubilisasi asam-basa dan presipitasi dapat mengurangi lemak dan myoglobin

yang signifikan lebih baik dibanding proses pembuatan surimi secara konvensional. Selain itu, teknologi ini juga memiliki beberapa kelebihan dibanding teknologi konvensional, yaitu protein sarkoplasma dapat diperoleh pada produk akhir dan bahan baku hancuran dapat langsung diproses tanpa harus dipisahkan daging dari kulit dan tulang secara mekanik.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan yang diberikan oleh Universiti Sains Malaysia (USM) dan Malayan Sugar Manufacturing Company Berhad yang telah menyediakan dana untuk melakukan penelitian dalam bidang ini.

Daftar Pustaka

- Carvajal, P. A., MacDonald, G. A., dan Lanier, T.C. (1999). *Cryostabilization Mechanism of Fish Muscle Proteins by Maltodextrin*. *Cryobiology*, 38, 16-26.
- Nolsøe, H. dan Undeland, I. (2009). *The Acid and Alkaline Solubilization Process for the Isolation of Muscle Proteins: State of the Art*. *Food Bioprocess Technology*, 2, 1-27. (doi: 10.1007/s11947-008-0088-4)
- Gehring, C. K., Davenport, M. P., dan Jaczynski, J. (2009). *Functional and Nutritional Quality of Protein and Lipid Recovered from Fish Processing by-Products and Underutilized Aquatic Species Using Isoelectric Solubilization / Precipitation*. *Current Nutrition & Food Science*, 5, 17-39.
- Hultin, H. O., Kristinsson, H. G., Lanier, T. C. dan Park, J.W. (2005). *Process for recovery of functional protein by pH shifts*. Di dalam : *Surimi and surimi seafood* . J.W. Park (Ed.). Hlm. 107-139. Boca Raton : CRC Press. (ISBN:0-8247-2649-9).
- Rawdkuen, S., Sai-Ut, S., Khamsorn, S., Chaijan, M. dan Benjakul, S. (2009). *Biochemical and gelling properties of tilapia surimi and protein recovered using an acid-alkaline process*. *Food Chemistry*, 112,112-119. (doi: 10.1016/j.foodchem.2008.05.047).
- Chaijan, M., Benjakul, S., Visessanguan, W. dan Faustman, C. (2006). *Physicochemical properties, gel-forming ability and myoglobin content of sardine (*Sardinella gibbosa*) and mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) surimi produced by conventional method and alkaline solubilisation process*. *Eur Food Res Technol*, 222, 58-63. (doi: 10.1007/s00217-005-0091-1).

Babji, A.S., Mukhlis, I., Gna, S.K., Seri Chempaka, M.Y., Norhaliza, M. dan Eraou, B. (1995). *Processing efficiency and physico-chemical properties of surimi type materials*. *Malaysian Journal of Animal Science*, 1, 52-58. (KDN HLM.9366/4/96)

Benjakul, S., Visessanguan, W., Thongkaew C. dan Tanaka, M. (2004). *Effects of frozen storage on chemical and gel forming properties of fish commonly used for surimi production in Thailand*. *Journal of Food Hydrocolloids*, 37, 177-185. (doi: 10.1016/j.foodhyd.2004.05.004)

Li, C.-T dan Wick, M. (2001). *Improvement of the physicochemical properties of pale soft and exudative (PSE) pork meat products with an extract from mechanically deboned turkey meat (MDTM)*, *Journal of Meat Science*, 58,189–195. (doi: 10.1016/S0309-1740(00)00151-0)

Campo-Deano, L. dan Tovar, C. (2009). *The effect of egg albumen on the viscoelasticity of crab sticks made from Alaska Pollock and Pacific Whiting surimi*. *Journal of Food hydrocolloids*, 23, 1641-1646. (doi: 10.1016/j.foodhyd.2009.03.013)

FAO. (2009). *FAO species identification and data programme: Theragra chalcogramma* [Internet document] URL <http://www.fao.org/fishery/species/3017/en>. Accessed 18/07/2009.

Guenneugues, P. & Morrissey, M.T. (2005). *Surimi Resources*. Di dalam: *Surimi and Surimi Seafood 2nd edition*. J. W. Park(Ed.). Hlm.. 375-433. Boca Raton, FL: CRC Press. (ISBN: 0-8247-2649-9)

Jin, S.K., Kim, I.S., Kim, S. J., Jeong, K. J., Choi, Y.J. & Hur, S. J. (2007). *Effects of muscle type and washing times on physicochemical characteristic and qualities of surimi*. *Journal of Food Engineering*, 81, 618-623. (doi: 10.1016/j.jfoodeng.2007.01.001)

Julavittayanukul, O., Benjakul, S. & Visessanguan, W. (2005). *Effects of phosphate compounds on gel-forming ability of surimi from bigeye snapper (Priacanthus tayenus)*. *Journal of Food Hydrocolloids*, 20, 1153-1163. (doi:10.1016/j.foodhyd.2005.12.007)

Matsumoto, J.J & Noguchi, S.F.(1992). *Cryostabilization of protein in surimi*. Di dalam: *Surimi Technology*. C.L. Tyre & M. L. Chong(Eds.). Hlm.. 357-383. New York, USA: Marcel Dekker, Inc. (ISBN 0824784707)

Park, J.W. (2005). *Surimi seafood : products, market, and manufacturing*. Di dalam: *Surimi and Surimi Seafood 2nd edition*. J. W. Park (Ed.). Hlm..375-433. Boca Raton, FL: CRC Press. (ISBN: 0-8247-2649-9)

Perez-Mateos, M. & Lanier, T.C. (2006). *Comparison of Atlantic menhaden gels from surimi processed by acid or alkaline solubilization*. *Journal of Food Chemistry*, 101, 1223-1229. (doi: 10.1016/j.foodchem.2006.03.026)

Rawdkuen, S., Sai-Ut, S., Khamsorn, S., Chaijan, M. & Benjakul, S. (2009). *Biochemical and gelling properties of tilapia surimi and protein recovered using an acid-alkaline process*. *Journal of Food Chemistry*, 112, 112-119. (doi: 10.1016/j.foodchem.2008.05.047)

Smith, D. M. (2001). *Functional properties of muscle proteins in processed poultry products*. Di dalam: *Book Reviews Poultry Meat Processing*. A. R. Sams (Ed.). Hlm..181-194. New York, USA : CRC Press. (ISBN: 0-8493-0120-3)

Sultanbawa, Y., & Li-Chan, E., C., Y. (2001). *Structural changes in natural actomyosin and surimi from ling cod during frozen storage in the absence or presence of cryoprotectants*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 4716-4725. (ISSN 0021-8561)

Sultanbawa, Y., & Li-Chan, E. C. Y. (1998). *Cryoprotective effects of sugar and polyol blends in ling cod surimi during frozen storage*. *Food Research International*, 31, 87-98. (PII: S0963-9969(98)00063-5).

Sych, L., Lacroix, C., Adambounou, L.T., & Castaigne, F. (1990). *Cryoprotective effects of lactitol, Palatinit, Polydextrose®, on Cod surimi proteins during frozen storage*. *Journal of Food Science*, 55, 356-360. (doi: 10.1111/j.1365-2621.1990.tb06762.x)

Xiong, Y.L. (1997) *Structure–function relationships of muscle proteins*. Di dalam: *Food Proteins and Their Applications*. Damodaran, S. and Paraf, A.(Eds.). Hlm.. 341–392. New York, USA : Marcel Dekker. (ISBN: 0824798201)

Zayas, J.F. 1997. *Functionality of proteins in food*. Hlm. 81-83. Berlin, German: Springer-verlag. (ISBN 3-540-60252-6)

Zhou, A., Benjakul, S., Pan, K., Gong, J. & Liu, X. (2006). *Cryoprotective effects of trehalose and sodium lactate of tilapia (*Sarotherodon nilotica*) surimi during frozen storage*. *Journal of Food Chemistry*, 96, 96-103. (doi: 10.1016/j.foodchem.2005.02.013)

EKOSISTEM TERUMBU KARANG SUATU OBJEK PENGEMBANGAN

Oleh : Nurmatias & Elisa F. Harahap **

Pendahuluan

Secara geografis kawasan pantai berada dilingkungan perairan, dan ekonomis dipengaruhi oleh sumberdaya perairan yang sifat pemilikannya umum (common property), serta merupakan mata pencaharian bagi nelayan skala kecil (small scale fishery). Karena merupakan milik bersama dan mata pencaharian bagi nelayan kecil maka kerusakan/gangguan ekosistem perairan pantai lebih mudah terjadi jika dibandingkan dengan perairan lain. Sadar atau tidak, langsung maupun tidak langsung dengan beralasan untuk memenuhi kebutuhan hidup aktifitas manusia telah merusak keseimbangan, kelestarian, produktivitas biota yang ada di perairan pantai.

Ekologi diartikan ilmu yang menangani hubungan timbal balik antara organisme hidup dan lingkungannya. Dengan pengertian, semua makhluk untuk memenuhi kebutuhannya demi kelangsungan hidup sangat tergantung satu sama lain sehingga terbentuk hubungan yang serasi dan seimbang sesuai dengan lingkungan atau ekosistemnya.

Semua makhluk hidup dapat hidup dalam keseimbangan dan keserasian jika tidak ada gangguan dari alam itu sendiri atau kerusakan ekosistem akibat ulah manusia. Bila gangguan lingkungan akibat alam itu sendiri maka manusia tidak dapat berbuat banyak, namun jika gangguan tersebut ulah manusia tentu dapat dicegah, demi kepentingan manusia itu sendiri baik untuk masa sekarang maupun masa mendatang.

Gangguan lingkungan terhadap sumberdaya alam terutama sumberdaya perikanan selalu ada, baik yang disebabkan oleh alam maupun ulah manusia yang tidak mempunyai itikad baik yang hanya berorientasi ekonomis bukan berorientasi ekologis. Permasalahan yang penting saat ini adalah, bagaimana memecahkan, menanggulangi kerusakan lingkungan perikanan dengan tujuan agar sumberdaya perairan dapat dipermanfaatkan dengan maksimal tanpa mengganggu kelestarian sumberdaya alam hayati lainnya.

Masalah mendasar kerusakan perairan pantai saat ini adalah kerusakan ekosistem terumbu karang. Terumbu karang memegang peranan yang penting di perairan pantai terutama untuk memecah gelombang, menunjang produksi perikanan, sebagai tempat pencari makan bagi hewan air, sebagai penghasil bahan obat-obatan, objek wisata bahari serta sebagai bahan baku bangunan. Sedangkan fungsinya terumbu karang bagi perikanan adalah tempat pemijahan ikan, tempat mencari makanan dan tempat pengasuhan anak ikan serta tempat berlindung ikan dari kejaran mangsa.

Permasalahan.

Letak lautan Indonesia yang beriklim tropis membawa konsekuensi suburnya karang atau binatang karang, karena terumbu karang bisa hidup subur pada suhu 20 °C ke atas, pada daerah dangkal, dekat dengan pantai, atau sampai kedalaman 40 m (sampai sinar matahari). Untuk tumbuh dan berkembang terumbu karang mencukupi kebutuhan hidupnya sendiri. Di daerah ini ditumbuhi oleh berbagai tumbuhan ganggang dan hewan seperti ikan yang berwarna cerah, udang-udangan, molusca, tripang dan ketam.

Terumbu karang merupakan suatu ekosistem, jika terjadi perusakan dapat menimbulkan perubahan yang bisa mengancam kelestarian biota lainnya. Ada beberapa penyebab rusaknya ekosistem terumbu karang:

a. Kerusakan akibat Pencemaran

Dengan banyaknya pabrik di kota-kota besar yang setiap hari membuang limbah beracun ke sungai yang mengalir kelaut, sehingga meningkatkan pencemaran di kawasan pesisir sehingga dapat mengancam kelestarian ekosistem terumbu karang. Pembuangan limbah dan sampah ke sungai atau kelaut lebih murah ongkosnya dari pada mencari pembuangan lain.

Pembuangan limbah ke sungai atau kelaut merupakan masalah yang lebih cepat meluasnya dari pada pengetahuan kita tentang bencana yang akan ditimbulkan. Selain itu gangguan lingkungan juga dapat disebabkan oleh tumpahan minyak, baik oleh kapal-kapal kecil maupun kapal tangki raksasa serta limbah domestik seperti plastik yang dapat menutupi karang.

b. Kerusakan akibat penggunaan bahan kimia dan peledak untuk penangkapan

Penangkapan ikan dengan bahan peledak sudah berjalan sejak berakhir perang dunia ke II hingga sekarang dengan cara sembunyi-sembunyi. Penangkapan ikan dengan menggunakan zat kimia sudah dilarang, karena dapat mengganggu ekosistem perairan juga dapat mengganggu orang yang mengkonsumsi ikan tersebut.

Seperti pemakaian Voltas tidak hanya dapat mematikan ikan-ikan juga dapat mematikan hewan-hewan lain dan tumbuhan seperti Rumput Laut (*Eucheuma spinosum*). Bahan ini mengandung racun Cyanida cukup tinggi dalam bentuk NaCN yang dapat menghambat pertumbuhan dan pembelahan sel serta dapat menyebabkan biota laut menjadi kering dan mati.

Bahan peledak yang sering digunakan adalah TNT (*trinitro toluene*) $\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}(\text{NO}_2)_3$ suatu zat padat berwarna kuning pucat sebagai bahan granat tangan. Bahan ini dimasukan pada sebuah media dan kemudian di hubungkan dengan detenator yang di hubungkan dengan sumbu yang berisikan obat yang mudah dinyalakan atau di hubungkan dengan kabel listrik sebagai media pembangkit tenaga. Kerusakan yang dapat ditimbulkan adalah hancurnya ekosistem terumbu karang.

c. Kerusakan akibat pengoprasian alat tangkap di ekosistem terumbu karang

Dengan banyaknya jumlah dan jenis ikan yang hidup di ekosistem terumbu karang maka nelayan melirik dan menjadikan tempat tersebut sebagai tempat penangkapan. Ada beberapa alat tangkap yang digunakan di ekosistem terumbu karang diantaranya pemakaian pukat harimau dan pukat lain dengan cara operasinya di tarik. Karang yang dilalui oleh alat tangkap ini umumnya akan patah-patah.

d. Kerusakan akibat penambangan karang

Karang keras dibentuk oleh binatang karang (zooxanthellae dan algae koralin) yang dapat menghasilkan kerangka zat kapur. Terbentuknya karang-karang tersebut berjalan sangat lambat. Penambangan karang di perlukan untuk fondasi rumah, untuk pengerasan jalan selain itu sebagai bahan baku kapur untuk keperluan pembangunan.

Dampak yang Ditimbulkan

Jika dilihat dari salah satu segi ekonomis saja maka usaha yang dilakukan seperti tersebut di atas menguntungkan, namun jika dilihat dari segi ekologis jelas mengakibatkan kerusakan atau kerugian yang bersifat ganda. Dampak negatif dari rusaknya ekosistem terumbu karang antara lain :

1. Menurunnya Sumberdaya Perikanan

a. Merosotnya Produksi Udangan

Tanpa di dukung oleh ekosistem terumbu karang yang serasi, pertumbuhan dan perkembangan udang *Spiny lobster* akan terganggu, karena untuk tumbuh udang selalu melakukan penggantian kulit (moulting) berulang-ulang, dalam keadaan demikian udang sangat rapuh dan mudah dimangsa oleh pemangsa. Biasanya udang kalau akan mengganti kulit akan pergi ke gus-gus, sela-sela karang untuk berlindung dari hewan pemangsa. Jika tempat ini tidak ada lagi maka perkembangan akan terganggu.

b. Menurunnya Populasi Ikan Hias (*Ornamental fish*)

Ikan hias banyak ditangkap dan diperdagangkan ke luar daerah bahkan keluar negeri. Ikan ini sangat indah harga di tingkat nelayan cukup tinggi dan diminati oleh penggemar ikan hias, sehingga keberadaannya di ekosistem terumbu karang selalu diburu, tanpa memikirkan keberlangsungannya. Ikan hias ini tidak seperti ikan konsumsi lainnya ia hidup dan berkembang hanya di ekosistem terumbu karang.

c. Menurunnya Sumberdaya Ikan Konsumsi

Secara keseluruhan produksi ikan di ekosistem terumbu karang mengalami penurunan. Untuk jenis-jenis ikan tertentu ikan sangat bergantung pada terumbu karang seperti ikan beronang, dan ada jenis ikan seperti kakap, kerapu mereka masih bisa berpindah ketempat lain, karena kehadirannya diterumbu karang kadang-kadang hanya untuk memburu mangsa.

d. Langkahnya jenis-jenis Penyu

Daging penyu banyak digemari oleh orang-orang bukan hanya untuk konsumsi sehari-hari, tetapi juga untuk hari-hari besar agama dan pesta, akibat dagingnya di digemari maka penyu tersebut di buruh dan ekosistem tempat nya sudah terganggu maka habitatnya akan musnah.

2. Mempercepat terjadinya Erosi Pantai

Penambangan karang yang dilakukan secara terus menerus akan mempercepat erosi (pengikisan) pantai. Kalau hanya sekedar pengikisan pantai akibat erosi dapat ditanggulangi dengan pembuatan tanggul-tanggul, jetty-jetty, pemecah gelombang (Wave Breaker)

3. Dampak lain

Dampak lain dari akibat kerusakan ekosistem adalah menurunnya nilai estetika dan keindahan perairan yang merupakan daya tarik tersendiri oleh wisatawan serta akan memperkecil areal usaha perikanan.

Usaha Penanggulangan

Dalam rangka penanggulangan kerusakan ekosistem terumbu karang perlu dikaji motif terjadinya perusakan terumbu karang oleh masyarakat. Motifnya dikarenakan oleh: sulitnya memperoleh pekerjaan, di lain pihak kebutuhan hidup terus meningkat, ingin mendapatkan keuntungan semata.

Secara rinci perusakan ekosistem terumbu karang oleh masyarakat disebabkan antara lain:

1. Sulitnya mendapatkan pekerjaan akibat rendahnya penguasaan ilmu pengetahuan dan keterampilan.
2. Alat yang digunakan nelayan sangat sederhana sehingga tidak bisa dikembangkan ke kawasan yang lebih dalam.
3. Adanya penampungan hasil sehingga hasil pengarang dapat dipastikan.
4. Tidak adanya atau kurang berjalannya peraturan bagi orang yang merusak ekosistem terumbu karang

5. Masyarakat hanya menilai nilai ekonomis dan tidak adanya pengetahuan mereka terhadap nilai ekologis ekosistem terumbu karang

Agar tidak meluasnya kerusakan ekosistem terumbu karang perlu dilakukan beberapa langkah diantaranya menyadarkan masyarakat akan arti ekologis terumbu karang dan membuat peraturan yang memperhatikan aspek ekologi, typology dan social ekonomi yang dituangkan dalam peraturan perundangan. Yang musti di taati bersama.

**"Jika Jaring yang bocor ikan kecil akan lepas sedangkan
ikan besar yang tertangkap"**

Tetapi

**"Jika undang-undang yang koyak Orang besar akan lepas sedangkan
orang kecil yang akan tertangkap"**

**EFEKTIVITAS EKSTRAK BAWANG PUTIH (*Allium sativum*)
UNTUK MENCEGAH SERANGAN BAKTERI *Streptococcus iniae* PADA IKAN
NILA MERAH (*Oreochromis sp.*)**

Oleh : Sri Utami Maya Siska Maida S.Pi

I. PENDAHULUAN

Dalam usaha peningkatan budidaya perikanan seringkali ditemukan hambatan dalam upaya pembudidayaannya. Salah satu hambatan tersebut adalah terjadinya serangan hama penyakit pada ikan yang dibudidayakan. Organisme patogen penyebab penyakit pada ikan salah satunya dari golongan bakteri. Streptococcosis termasuk dalam penyakit berbahaya yang disebabkan oleh bakteri pada budidaya ikan yang dapat mengakibatkan kematian ikan yang tinggi (> 50%) dalam waktu 3 – 7 hari. Selama ini usaha yang telah dilakukan mengatasi serangan streptococcosis pada ikan nila adalah dengan memberikan antibiotik buatan, seperti Chloramphenicol, Oxytetracycline dan lain sebagainya. Tetapi hal ini mempunyai beberapa efek negatif seperti menjadi resistennya bakteri terhadap antibiotik tersebut, adanya residu antibiotik yang mencemari lingkungan dan yang paling berbahaya adanya residu antibiotik dalam tubuh ikan. Bila ikan tersebut dimakan oleh manusia, maka residu antibiotika tersebut masuk ke dalam tubuh manusia dan kemungkinan akan menimbulkan efek negatif yang merugikan manusia.

Alternatif usaha yang dilakukan untuk mengganti antibiotik sintetis adalah dengan menggunakan antibiotik alami. Salah satu bahan alami yang berpotensi adalah bawang putih (*Allium sativum*). Bawang putih ini sudah sering digunakan sebagai obat untuk mengobati berbagai macam penyakit karena mengandung dua zat aktif yaitu alisin dan scordinin. Alisin merupakan zat aktif yang mempunyai daya antibiotik cukup ampuh dan dipercaya dapat membunuh bakteri gram positif dan negatif. Sedangkan scordinin, diyakini dapat memberikan atau meningkatkan daya tahan tubuh (stamina) dan perkembangan tubuh. Hal ini disebabkan kemampuan bawang putih dalam bergabung dengan protein dan menguraikannya, sehingga protein tersebut mudah dicerna oleh tubuh.

II. METODE

Dalam upaya pencegahan serangan bakteri *S. iniae* pada ikan nila merah dengan ekstrak bawang putih. Ada beberapa langkah yang dilakukan, yakni :

1. Uji Sensitivitas ekstrak Bawang putih dengan bakteri *S. iniae*
2. Uji Toksisitas ekstrak bawang putih pada ikan Nila Merah
3. Pencegahan serangan *S. iniae* dengan menggunakan ekstrak bawang putih yang diberikan secara perendaman.

III. HASIL

1. Sensitivitas *S. iniae* terhadap ekstrak bawang putih

Dari zona hambat yang ditunjukkan maka dapat diketahui nilai MIC (*Minimum Inhibitory Concentration*) pada pengujian sensitivitas ekstrak bawang putih dengan bakteri *S. iniae* yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri adalah pada konsentrasi 31.250 ppm atau pada pengenceran 2⁻⁵. Hal ini membuktikan bahwa bakteri *S. iniae* sensitive terhadap ekstrak bawang putih.

2. Studi tentang pencegahan serangan *S. iniae* dengan menggunakan ekstrak bawang putih yang diberikan secara perendaman

Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa ekstrak bawang putih dapat mencegah serangan bakteri *S. iniae*. Hal tersebut dapat dilihat dari kelulushidupan dan tingkat kelulushidupan relatif ikan nila perlakuan yang lebih tinggi dari ikan kontrol. Secara rinci ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kelulushidupan dan tingkat kelulushidupan relatif ikan nila merah setelah perendaman ekstrak bawang putih dengan berbagai konsentrasi kemudian diinfeksi dengan *S. iniae*.

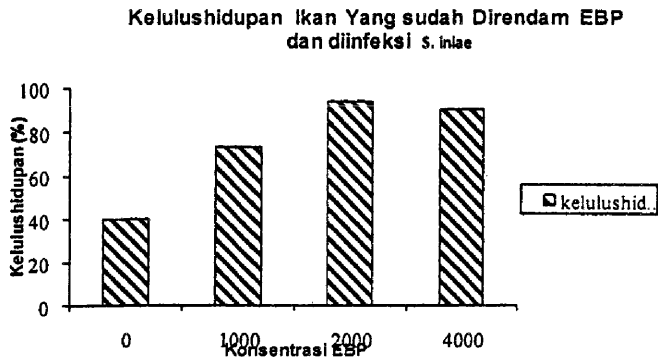
Konsentrasi ekstrak bawang putih	Ulangan	Jumlah ikan sebelum perlakuan	Total ikan hidup sesudah perendaman	Total ikan hidup sesudah diinfeksi	Jumlah total ikan hidup (%)	Rata-rata total ikan hidup (%)	RPS (%)
0 ppm	1	10	10	5	50	40	
	2	10	10	3	30		
	3	10	10	4	40		
1.000 ppm	1	10	10	7	70	73,33 *	56
	2	10	10	7	70		
	3	10	10	8	80		
2.000 ppm	1	10	10	10	100	93,33 **	89
	2	10	10	8	80		
	3	10	10	10	100		
4.000 ppm	1	10	10	8	80	90 ^{ns}	84
	2	10	10	9	90		
	3	10	10	10	100		

Catatan : tanda *, **, dan ^{ns}, menunjukkan tingkat perbedaan dari perlakuan sebelumnya

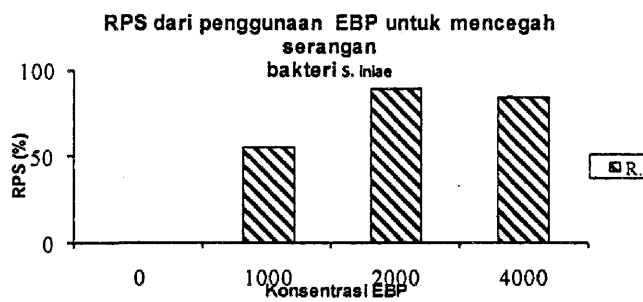
** = berbeda sangat nyata

* = berbeda nyata

ns = non significant (tidak berbeda nyata)



Gambar 1. Histogram dari kelulushidupan ikan nila merah yang sudah direndam dengan berbagai konsentrasi ekstrak bawang putih dan kemudian diinfeksi dengan *S. iniae*



Gambar 2. Histogram dari RPS ikan nila merah yang sudah direndam dengan berbagai konsentrasi ekstrak bawang putih dan kemudian diinfeksi dengan *S. iniae*.

Pengamatan tingkah laku ikan

1. Tingkah laku ikan sebelum dan sesudah perendaman ekstrak bawang putih

Pengamatan tingkah laku meliputi kecepatan bukaan operculum per menit dan pola berenang ikan. Secara keseluruhan, pengamatan perubahan tingkah laku ikan saat pengujian dengan ekstrak bawang putih dapat dilihat dalam Tabel 8.

Tabel 2. Tingkah laku ikan sebelum dan sesudah perendaman ekstrak bawang putih

Sebelum Perendaman EBP	Setelah Perendaman EBP
<ul style="list-style-type: none"> • Rata-rata bukaan operculum 130/menit. • Pola berenang normal, tidak selalu bergerombol, dan selalu berada di tengah ataupun di dasar wadah. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rata-rata bukaan operculum 98/menit. • Banyak ikan yang berenang <i>flashing</i>, miring, melayang-layang tidak beraturan dan banyak juga ikan yang berada di dasar wadah dengan kondisi diam dan posisi tubuh miring.

2. Tingkah laku ikan dan gejala klinis setelah perendaman ekstrak bawang putih lalu diinfeksi bakteri *S. iniae*

Pengamatan tingkah laku ikan yang sudah diberi perlakuan EBP, lalu diinfeksi dengan bakteri *S. iniae* meliputi kecepatan bukaan operculum per menit dan pola berenang. Selanjutnya dilakukan juga pengamatan gejala-gejala klinis yang terjadi setelah perendaman dan diinfeksi bakteri. Pengamatan gejala klinis meliputi pengamatan eksternal dan internal, terutama pengamatan terhadap mata, sirip, dan sisik. Untuk pengamatan internal yang diamati meliputi insang dan hati. Pengamatan tingkah laku dan gejala klinis ikan yang sudah diberi perlakuan EBP, lalu diinfeksi dengan bakteri *S. iniae* dapat dilihat dalam Tabel 9.

Tabel 3. Tingkah laku ikan dan gejala klinis, setelah perendaman EBP lalu diinfeksi bakteri *S. iniae*.

Ikan Pada Perlakuan	Sebelum Penginfeksian	Sesudah Penginfeksian
P ₀	<ul style="list-style-type: none"> • Rata-rata bukaan operculum 130/menit • Pola berenang normal. • Organ luar tampak normal 	<ul style="list-style-type: none"> • Rata-rata bukaan operculum 124/menit • Tidak lincah dan sering mengambang. • Warna tubuh pucat, terjadinya exophthalmia, kornea keputihan, produksi lendir lebih banyak, hemoragik, sirip robek. • Pada organ dalam, hati membengkak dan insang pucat.
P ₁	<ul style="list-style-type: none"> • Rata-rata bukaan operculum 133/menit • Pola berenang normal. • Organ luar tampak normal 	<ul style="list-style-type: none"> • Rata-rata bukaan operculum 122/menit. • Pola berenang normal, namun ada beberapa ekor yang sering diam. • Produksi lendir sedikit lebih banyak, sirip robek. • Insang berwarna merah, ditemukannya bakteri <i>S. iniae</i> saat isolasi hati
P ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Rata-rata bukaan operculum 128/menit • Pola berenang normal. • Organ luar tampak normal 	<ul style="list-style-type: none"> • Rata-rata bukaan operculum 127/menit. • Pola berenang normal. • Organ luar tampak normal • Insang berwarna merah, ditemukannya bakteri <i>S. iniae</i> saat isolasi hati.
P ₃	<ul style="list-style-type: none"> • Rata-rata bukaan operculum 126/menit • Pola berenang normal. • Organ luar tampak normal 	<ul style="list-style-type: none"> • Rata-rata bukaan operculum 131/menit. • Pola berenang normal. • Organ luar tampak normal. • Insang berwarna merah, ditemukannya bakteri <i>S. iniae</i> saat isolasi hati.

Nilai MIC ekstrak bawang putih terhadap pertumbuhan bakteri *S. iniae* terdapat pada konsentrasi 31.250 ppm. Untuk ekstrak murni bawang putih lebar zona hambat yang terbentuk 12 mm. Nilai tersebut tidak jauh berbeda dengan Novobiocin yang lebar zona hambatnya 15 mm. Sivam *et al.*, dalam Lukistyowati *et al.*, (2005) menyatakan bahwa ekstrak bawang putih merupakan antibiotik berspektrum luas yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan bakteri gram negatif. Fulder *et al.*, (2000) menambahkan bahwa, bawang putih dapat melawan bakteri disebabkan adanya

sulfida pada bawang putih yang menyebabkan bawang putih dapat melawan katalisator biologis yang mengandung sulfur (enzim), khususnya yang berada di dalam atau di bawah lapisan bakteri yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan reproduksi bakteri.

Pada uji pencegahan ikan dari serangan bakteri *S. iniae* dengan ekstrak bawang putih, upaya yang dilakukan adalah dengan perendaman ikan dengan ekstrak bawang putih. Ekstrak bawang putih yang digunakan dalam penelitian ini adalah ekstrak bawang putih jenis Lumbu hijau, dikarenakan bawang putih jenis ini lebih mudah dijumpai dalam masyarakat. Sebelum dilakukan uji utama, dilakukan uji pendahuluan dengan perendaman ikan dalam air yang sudah dilarutkan dengan ekstrak bawang putih. Hal ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi perendaman yang tidak mengakibatkan kematian. Dari hasil uji pendahuluan, konsentrasi 5000 ppm adalah konsentrasi yang mengakibatkan kematian ikan lebih dari 50%. Sebaliknya konsentrasi 0, 156, 312, 625, 1.250, 2.500 dan 4.000 ppm tidak didapatkan kematian satu ekor pun. Sehingga konsentrasi yang digunakan untuk uji pencegahan serangan bakteri *S. iniae* dengan ekstrak bawang putih adalah 0, 1000, 2000, 4000 ppm. Konsentrasi ekstrak bawang putih yang diberikan masih dalam konsentrasi aman. Hal demikian membuat ikan dapat bertahan hidup terhadap stress yang disebabkan oleh perlakuan yang diberikan.

Kematian ikan nila merah yang diperlakukan dengan ekstrak bawang putih kemungkinan terjadi karena adanya zat aktif dalam ekstrak bawang putih tersebut. Menurut Watanabe (2001), dalam bawang putih terdapat alicin yang mengandung 2 gugus sulfur yang sangat aktif dan bersifat membakar/ mengiritasi jaringan. Alicin baru menunjukkan sifat aktif bila bawang putih sudah mendapatkan tekanan fisik seperti diiris, dicincang ataupun di buat juice. Dalam penelitian ini, ekstraksi bawang putih dengan menggunakan juicer menyebabkan aktifnya alicin, sehingga pada waktu diberikan pada ikan, alicin mengiritasi ikan.

Adanya iritasi/ rasa membakar pada tubuh ikan dapat dilihat dengan adanya reproduksi mukus/ lendir yang berlebihan dan gerakan ikan yang tidak terkendali. Menurut Irianto (2005), stress kimiawi misalnya dari tindakan pengobatan atau pencegahan penyakit dapat menyebabkan kerusakan mukus sehingga ikan akan kehilangan salah satu sistem perlindungan tubuh, kehilangan fungsi osmoregulasi, kehilangan pelicin tubuh yang sangat diperlukan untuk pergerakan dalam air.

Selain produksi mukus yang berlebihan, adanya gerakan ikan yang melompat-lompat tidak terkendali juga menunjukkan bahwa ikan merasa tidak nyaman dengan lingkungannya, sehingga mereka berusaha menghindar. Akibat adanya rasa sakit/ panas tersebut kemungkinan ikan menjadi *shock*, kondisi tubuh melemah dan akhirnya mati.

Sifat iritasi dari alicin juga dapat dilihat dari kondisi insang ikan yang mati. Pada ikan yang mati terlihat jelas warna lamella insang yang sedikit kehitaman. Perubahan warna ini terjadi karena adanya pembuluh darah yang pecah sehingga menimbulkan pendarahan dan rusaknya struktur lamella insang. Kerusakan ini menyebabkan insang kehilangan fungsinya sebagai alat untuk mengambil oksigen dari air.

Pada uji perendaman EBP dengan konsentrasi 0 ppm, 1.000 ppm, 2.000 ppm dan 4.000 ppm dilakukan selama 10 menit. Dengan waktu 10 menit tersebut, perendaman dianggap cukup efektif karena selain ikan tidak begitu stres proses penyerapan bawang putih dianggap sudah bekerja (Lukistyowati, 2005). Interval waktu perendaman 4 hari

sekali, sebanyak 4 kali. Dengan tenggang waktu yang diberikan ikan mempunyai kesempatan untuk memulihkan tubuhnya dari stress (Lukistyowati *et al.*, 2005).

Pada pengujian pencegahan serangan *S. iniae*, ikan yang telah diberi perlakuan perendaman ekstrak bawang putih diinfeksi bakteri dengan dosis $9,57 \times 10^8$ cfu/ml. Bakteri yang diinfeksi pada ikan adalah bakteri *S. iniae* yang telah diuji virulensinya. Dari hasil pengujian diperoleh konsentrasi yang efektif, yakni pada konsentrasi 2000 ppm. Berdasarkan hasil perhitungan secara statistik (Anava) diketahui bahwa kelulushidupan ikan yang diperlakukan dengan ekstrak bawang putih dengan konsentrasi 2.000 dan 4.000 ppm berbeda nyata dengan kontrol ($F_{hitung} > F_{tabel 1\%}$) (Lampiran 6). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak bawang putih efektif untuk mencegah serangan bakteri *S. iniae* pada ikan nila merah.

Dari Gambar 1 dan Gambar 2 dapat dilihat bahwa Ikan nila merah yang direndam dalam ekstrak bawang putih dengan konsentrasi 1.000 ppm relatif masih rentan terhadap serangan bakteri *S. iniae*, dimana kelulushidupannya 73,33% dan tingkat kelulushidupan relatifnya 56%. Namun dibanding ikan kontrol, kelulushidupan ikan yang diberikan ekstrak bawang putih lebih tinggi. Pada konsentrasi perendaman 2.000 ppm, diperoleh nilai kelulushidupan tertinggi yakni 93,33% dengan tingkat kelulushidupan relatif 89%.

Bawang putih mengandung zat aktif alicin dan scordinin. Alicin merupakan zat aktif yang dapat membunuh dan menghambat pertumbuhan bakteri penyebab penyakit, dan scordinin merupakan zat aktif yang mampu bergabung dengan protein dan menguraikannya, sehingga protein tersebut mudah dicerna oleh tubuh, yang pada akhirnya dapat meningkatkan ketahanan tubuh. Diduga dalam pengujian ini scordinin lah yang sangat berperan dalam upaya pencegahan dari serangan *S. iniae*, sehingga ikan yang diberi perlakuan dengan perendaman EBP daya tahan tubuhnya lebih tinggi terhadap serangan *S. iniae* daripada ikan kontrol. Irianto (2005) menyatakan bahwa, tidak semua ikan akan mengalami sakit manakala terjadi serangan patogen. Beragam faktor mempengaruhi masing-masing individu dalam menanggapi suatu patogen potensial. Patogen harus dapat menembus sistem imun ikan untuk dapat menimbulkan penyakit.

Jika ditinjau dari segi ekonomis, konsentrasi ekstrak bawang putih yang paling efektif untuk mencegah serangan bakteri *S. iniae* juga pada konsentrasi 2.000 ppm. Hal ini karena jumlah ekstrak bawang putih yang diberikan relatif rendah, tetapi kelulushidupan ikan lebih tinggi daripada perlakuan dengan konsentrasi 4.000 ppm. Pada konsentrasi 4.000 ppm kelulushidupan 2.000 ppm, justru sedikit lebih rendah di bandingkan pada perlakuan dengan konsentrasi 2.000 ppm. Hal ini mungkin, ikan pada konsentrasi tinggi (4.000 ppm) mengalami stress lebih tinggi dibanding pada konsentrasi 2.000 ppm, sehingga dalam upaya peningkatan daya tahan tubuh tidak optimal. Konsentrasi EBP yang efektif untuk mencegah serangan bakteri *S. Iniae* pada ikan nila merah, sama dengan konsentrasi yang efektif dalam upaya pencegahan penyakit MAS pada ikan mas, yakni 2000 ppm (Lukistyowati *et al.*, 2005).

Sensitifitas ikan nila terhadap perubahan lingkungan yang kurang baik, lebih rendah dibanding ikan mas. Namun pemberian ekstrak bawang putih dengan metode perendaman lalu diinfeksi dengan bakteri patogen, terbukti menunjukkan perubahan yang berarti dalam pertahanan tubuh ikan nila dalam upaya mencegah serangan bakteri patogen dibanding dengan ikan kontrol. Dengan demikian, ekstrak bawang putih mampu

memberikan perubahan terhadap fisiologis ikan nila, yang merupakan ikan yang lebih tahan terhadap perubahan lingkungan yang lebih buruk.

Dari hasil penelitian Ndong dan Fall (2007) pakan yang dicampur dengan ekstrak bawang putih 0,5 % jumlah leukositnya lebih tinggi daripada pakan yang diberikan ekstrak bawang putih 1% dan 0 %. Hal ini mungkin disebabkan bau bawang putih yang menyengat dapat mengurangi nafsu makan ikan bila diberikan dalam persentase yang lebih tinggi. Namun bila diberikan dalam persentase yang lebih rendah, ikan lebih suka, sehingga dapat meningkatkan daya tahan tubuh ikan dari pakan yang diberikan.

Ikan nila merah yang direndam dengan ekstrak bawang putih, diduga telah mampu membentuk pertahanan nonspesifik, yaitu dengan memproduksi sel-sel mukosa. Pada hasil pengujian mengenai sel darah ikan mas yang telah direndam ekstrak bawang putih, terbukti terjadinya peningkatan nilai parameter hematologi ikan seperti hematokrit, leukokrit, jumlah sel darah merah, jumlah sel darah putih, serta aktivitas paghositosisnya (Lukistyowaty *et al.*, 2006).

Tingkah laku ikan dalam pengujian perendaman terjadi perubahan yang signifikan dibanding sebelum pengujian perendaman. Pada reaksi awal terjadi perubahan tingkah laku ikan. Pada permulaan perendaman ikan meloncat-loncat bahkan hingga ke luar wadah. Setelah \pm 2 menit ikan mulai kembali tenang tapi semakin lama semakin lemah dan banyak terdapat di dasar wadah. Ikan direndam selama 10 menit, setelah itu ikan yang direndam dipindahkan ke dalam wadah yang berisi air baru. Ikan yang baru dipindahkan kondisinya masih lemah sehingga berenangannya tampak belum normal dan miring di dasar perairan. Bukaan operculum juga tampak lemah setelah direndam EBP. Namun kembali normal setelah beberapa menit dipindahkan ke air segar. Irianto (2005) menyatakan bahwa, pada dasarnya hewan mampu beradaptasi terhadap stres untuk jangkauan waktu terbatas. Selama masa tersebut hewan akan tampak normal, tetapi cadangan energinya terus menyusut karena digunakan untuk menjaga aktivitas normal (termasuk menjaga osmoregulasi).

Banyaknya lendir yang dihasilkan oleh ikan disebabkan ekstrak bawang putih yang diberikan, hingga membuat ikan stres dan mengeluarkan banyak lendir dalam mempertahankan kondisi tubuh. Hal tersebut wajar terjadi, karena lendir merupakan sistem pertahanan tubuh non spesifik pertama, selain sisik dan kulit (Nitimulyo, 2001). Pada pengamatan bukaan operculum, tampak terjadi perubahan yang signifikan pada sistem pernafasan ikan. Ikan tampak megap-megap dan bukaan operculum semakin melemah, hal ini mungkin disebabkan rasa iritasi yang di sebabkan EBP. Irianto (2005), mengungkapkan bahwa stress juga berakibat pada peningkatan respirasi dan tekanan darah. Adapun cadangan sel-sel darah merah akan dibebaskan ke sirkulasi. Pada kondisi ini maka sel-sel darah merah cenderung belum sempurna, sebagai akibatnya maka kemampuan hemoglobin dalam mengikat oksigen belum optimal, ikan akan cenderung kekurangan oksigen.

Pada awal pemberian ekstrak bawang putih, kondisi ikan stress lebih lama, namun setelah pemberian ekstrak bawang putih dilakukan pada interval waktu berikutnya, ikan lebih cepat pulih dari stress yang disebabkan oleh bawang putih. Hal ini disebabkan ikan sudah terbiasa dengan perlakuan yang diberikan. Dari uji perendaman ini, diharapkan zat aktif bawang putih yang dibawa oleh darah, yang masuk melalui insang melalui proses

pertukaran gas-gas dan ion-ion pada saat uji perendaman, dapat meningkatkan daya tahan tubuh ikan.

Pada ikan nila merah kontrol yang diinfeksi dengan *S. iniae*, terdapat gejala-gejala klinis dari serangan bakteri. Gejala klinis yang muncul disebabkan kerja dari bakteri tersebut yang merusak sistem organ pada tubuh ikan dalam mendapatkan nutrisi untuk tumbuh dan berkembang. Sehingga menyebabkan fungsi fisiologis tubuh ikan terganggu, disusul dengan kerusakan-kerusakan pada organ-organ tubuh. Pada tiga hari pertama, pergerakan ikan terlihat lambat dan tidak lincah seperti biasa, sering mengambang, nafsu makan berkurang dan warna tubuh pucat. Tujuh hari selanjutnya tampak terjadi exophthalmia, kornea berwarna keputihan dan terjadinya hemoragik serta adanya sirip yang robek. Dari pengamatan organ dalam, insang ikan terlihat pucat, dan adanya inflamasi pada hati. Hasil pengujian Russo *et al.*, (2006) menunjukkan bahwa ikan yang hampir mati menunjukkan karakteristik memutar. Sebaliknya pada ikan perlakuan, pergerakan ikan tetap normal. Pada pengamatan organ dalam yang dilakukan secara konvensional, tidak terlihat adanya kerusakan organ dalam setelah diinfeksi bakteri. Hanya saja saat dilakukan pembedahan dan mengisolasi bakteri pada organ hati, koloni bakteri masih ditemukan.

Ekstrak bawang putih yang diberikan sebaiknya ekstrak yang masih segar. Fulder *et al.*, (2000) menyatakan hal tersebut dikarenakan Allicin yang merupakan salah satu senyawa aktif yang dapat membunuh bakteri bersifat reaktif dan cenderung tidak stabil, hingga dapat mengurangi khasiatnya jika tidak diberi perlakuan khusus. Misalnya dalam beberapa hari Allicin sudah dapat menjadi senyawa sulfur berminyak yang berbau sangat tajam. Oleh karena itu sebaiknya bawang putih tidak disimpan terlalu lama sampai berminggu-minggu, karena akan kehilangan khasiatnya.

Pada upaya pencegahan yang dilakukan, kondisi lingkungan yang mendukung berpengaruh terhadap perlakuan yang diberikan. Salah satu diantaranya adalah suhu air. Suhu yang relatif lebih tinggi tidak cocok dalam upaya pencegahan streptococcosis dengan ekstrak bawang putih. Hal ini disebabkan suhu yang tinggi merupakan suhu yang baik terhadap kehidupan bakteri *S. iniae*. Seperti yang diungkapkan Kusuda dan Salati (1999) bahwa Infeksi *Streptococcus iniae* terjadi selama musim panas pada temperature air yang lebih tinggi. Selain itu suhu yang tinggi membuat senyawa aktif Allicin cepat menguap, yang tentunya dapat mengurangi keefektifan dalam perlakuan pencegahan streptococcosis yang diberikan.

Frekuensi pergantian air yang rutin dilakukan merupakan hal penting dalam menjaga kualitas air sebagai media hidup ikan nila merah. Seperti yang diungkapkan (Magnadottir, 2006), bahwa Faktor lingkungan dapat berpengaruh pada parameter kekebalan bawaan ikan, yang menyebabkan ikan dalam budidaya intensif rentan dengan cepatnya penyebaran infeksi.

Amonia setelah perendaman ikan dengan ekstrak bawang putih sedikit lebih tinggi, hal ini disebabkan ikan stress dengan perlakuan yang diberikan, sehingga menghasilkan lendir dan buangan dari metabolisme yang lebih tinggi. Secara keseluruhan, hasil rata-rata amonia yang diukur juga tidak menunjukkan kisaran yang terlalu tinggi, sehingga masih bisa ditoleransi ikan. Selain itu rendahnya amonia juga dikarenakan sedikitnya sisa pakan yang tebuang dalam wadah pengujian. Hal ini

disebabkan ikan tidak terlalu bernafsu untuk makan. Sehingga jumlah pakan yang diberikan jumlahnya dikurangi.

Suhu juga merupakan salah satu parameter kualitas air yang sangat berpengaruh terhadap tingkat pertumbuhan dan patogenitas bakteri. Dwidjoseputro (2005) menyatakan bahwa, temperatur turut menentukan populasi dalam air. Temperatur sekitar 30°C atau lebih sedikit, baik bagi kehidupan bakteri patogen yang berasal dari hewan maupun manusia.

Selain parameter kualitas air, kondisi lingkungan seperti tingkat kepadatan ikan juga mempengaruhi tingkat kematian ikan. Dari hasil pengujian yang dilakukan oleh Shoemaker *et al.*, (2000) peningkatan yang signifikan dari kematian yang disebabkan oleh *S. iniae*, terjadi pada tilapia dengan kepadatan $\geq 11,2$ g/l, hingga diperlukan strategi dalam manajemen kesehatan dengan mengurangi kepadatan ikan untuk memperendah tingkat kematian dari penyakit streptococcosis. Chang dan Plumb (1996) menyatakan keberhasilan dalam penginfeksi ikan dengan *Streptococcus* sp. pada saat bergesekan kulit disaat perendaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Chang, P.H., J.A. Plumb. 1996. Histopathology of experimental *Streptococcus* sp. infection in tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), and channel catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque). *J. Fish Dis.* 19: 235–241.
- Dwidjosaputro, D. 2005. Dasar-Dasar Mikrobiologi. Djambatan, Jakarta. 214 hal.
- Fulder, S. Blackwood, J dan E. Soetrisno. 2000. Terapi bawang Putih Obat Asli Alami . Inovasi. Jakarta. 115 hal.
- Irianto Agus. 2005. Patologi Ikan Teleostei. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 256 hal.
- Kusuda R. dan F. Salati. 1999. *Enterococcus seriolicida* dan *Streptococcus iniae*. *Fish Diseases and Disorders*, vol 3:303-317
- Lukistyowati, Windarti dan Riau waty. 2005. Studi Efektifitas Bawang Putih (*Allium sativum*) Untuk Mencegah dan Mengobati Penyakit MAS Pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian Universitas Riau (tidak diterbitkan) 49 hal.
- Lukistyowati, Windarti dan Riau waty. 2006. Studi Efektifitas Bawang Putih (*Allium sativum*) Untuk Mencegah dan Mengobati Penyakit MAS Pada Ikan Mas

(*Cyprinus carpio*). Laporan Penelitian. Lembaga Penelitian Universitas Riau (tidak diterbitkan) 75 hal.

Magnadottir, B. 2006. Innate immunity of fish (overview). *Fish Shellfish Immunol.* 20, 137-151.

Ndong D. dan Jean Fall. 2007. The effect of garlic (*Allium sativum*) on growth and immune responses of hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus x Oreochromis aureus*). *Ocean Docs.* <http://iodeweb1.vliz.be/odin/hande/1834/1472> [terhubung berkala] [13 Mei 2008]

Russo, Hugh dan Roy. 2006. Characterization of *Streptococcus iniae* isolated from ornamental cyprinid fishes and development of challenge models. *Aquaculture* 256 ;105–110.

Shoemaker, C.A., Evans, J.J., Klesius, P.H. 2000. Density and dose: factors affecting mortality of *Streptococcus iniae* infected tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture* 188, 229–235.

Watanabe, T. 2001. *GarlicTherapy*. Alih Bahasa Sumintadiredja : Penyembuhan Der Terapi Bawang Putih. Penerbit PT. Gramedia pustaka Utama. Jakarta 103 hal.

EFISIENSI ECHOSOUNDER PADA USAHA PERIKANAN PURSESEINE

Oleh : Sunarti

PENDAHULUAN

Satu hal yang penting dalam operasi penangkapan dengan alat tangkap *purse seine* adalah menentukan *fishing ground*. Penggunaan *echosounder* sebagai alat pendeteksi gerombolan ikan dapat meningkatkan efisiensi usaha perikanan *purse seine*. Bila penentuan perairan penangkapan cepat dilakukan maka dalam usaha perikanan *purse seine* yang menggunakan *echosounder* diharapkan biaya operasional dapat ditekan sehingga lebih efisien.

Berdasarkan hasil pengamatan kondisi perikanan umum di Desa Paluh Sibaji yang telah dilaksanakan sebelumnya, terdapat beberapa masalah yang ditemui. Satu hal yang menarik perhatian adalah mengenai penggunaan *echosounder* oleh nelayan *purse seine*. Sebagian nelayan percaya penggunaan alat bantu ini dapat menekan biaya produksi sehingga keuntungan yang diperoleh lebih besar dan efisien. Namun banyak juga yang berpendapat bahwa penggunaan instrumen ini tidak memberi pengaruh nyata pada keuntungan sebab harganya yang cukup mahal.

Permasalahan yang menjadi pembahasan yakni bagaimana gambaran perbedaan hasil penangkapan dengan alat bantu *echosounder* dengan yang tidak terhadap produksi nelayan? Bagaimana penggunaan *echosounder* yang dilakukan, mampukah mempengaruhi produksi penangkapan?

Dalam suatu usaha kita perlu mengetahui mana yang lebih efisien sehingga usaha yang kita lakukan dapat memperoleh keuntungan yang lebih besar. Oleh karena itulah penelitian mengenai penggunaan *echosounder* sebagai alat bantu pada usaha penangkapan dengan alat tangkap *purse seine* belum pernah dilakukan di daerah Pantai Labu, maka penelitian tentang itu penting segera dilakukan.

Oleh sebab itu penulis melakukan penelitian mengenai efisiensi penggunaan *echosounder* pada usaha penangkapan *purse seine*. Dengan harapan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi nelayan dalam mengambil keputusan untuk menggunakan instrumen sejenis dalam usaha penangkapan. Selain itu sulitnya mendapatkan modal juga merupakan kendala dalam melakukan usaha penangkapan. Dengan diadakannya penelitian ini diharapkan para pemilik modal mau menanamkan modal atau memberikan pinjaman untuk usaha penangkapan khususnya usaha penangkapan *purse seine*.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efisiensi penggunaan *echosounder* pada usaha penangkapan *purse seine*. Selain itu juga mengetahui permasalahan dalam usaha penangkapan *purse seine* dan kemungkinan pemecahannya. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat diketahui tingkat efisiensi

penggunaan *echosounder* pada usaha penangkapan *purse seine*. Sehingga dapat dijadikan masukan bagi nelayan *purse seine* dalam meningkatkan pendapatan.

Pengertian efisiensi itu sendiri ada tiga macam 1) efisiensi teknis, 2) efisiensi harga, 3) efisiensi ekonomis. Seorang nelayan secara teknis dikatakan lebih efisien dibandingkan dengan nelayan lain, apabila dia dapat memproduksi lebih tinggi (secara fisik) dengan input yang sama. Efisiensi harga dapat dicapai apabila seseorang mampu memaksimumkan keuntungan (mampu menyamakan produk marginal setiap faktor produksi dengan harga inputnya). Sedangkan efisiensi ekonomis akan tercapai bila efisiensi teknis dan efisiensi harga sudah tercapai atau efisiensi kombinasi dari efisiensi teknis dan efisiensi harga (Soekartawi dalam Syafrizal, 1992). Dalam penelitian ini yang digunakan adalah efisiensi ekonomi atau penggabungan efisiensi teknis dan harga.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di desa Paluh Sibaji Kecamatan Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara selama satu bulan mulai tanggal 28 April sampai dengan 28 Mei tahun 2008.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa kapal, alat tangkap *purse seine* dan *echosounder*. Adapun alat yang digunakan adalah meteran untuk mengukur ukuran utama kapal, kamera untuk dokumentasi, alat tulis untuk mencatat informasi yang diperoleh

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

H_0 : penggunaan *echosounder* tidak berpengaruh terhadap produksi usaha perikanan *purse seine*.

H_1 : penggunaan *echosounder* berpengaruh terhadap produksi usaha perikanan *purse seine*.

Dengan asumsi (1) kondisi daerah penangkapan dianggap sama, (2) keahlian nelayan dalam pengoperasian alat tangkap dianggap sama, dan (3) penggunaan *echosounder* sebagai alat bantu penangkapan ikan mampu meningkatkan produksi.

Penelitian ini akan dilaksanakan dengan menggunakan metode:

1. Observasi, dengan mengamati langsung nelayan *purse seine* melakukan operasi penangkapan dengan alat bantu *echosounder*.
2. Survei, dengan mengukur langsung panjang kapal (LOA), mengidentifikasi mesin (jenis, merk, PK, dan jenis bahan bakar), mencatat jumlah produksi/trip, jenis ikan dan nilai ekonominya.
3. Wawancara langsung dengan narasumber yang terdiri dari 22 orang nelayan *purse seine* dan aparat instansi terkait.

Guna mempermudah analisis data, data primer yang dikumpulkan akan ditabulasi. Data tersebut diharapkan dapat menggambarkan tingkat efisiensi penggunaan *echosounder* pada usaha penangkapan *purse seine*. Besar modal, biaya-biaya yang timbul pada usaha penangkapan, serta hasil yang diperoleh merupakan parameter yang akan dianalisis. Analisis yang digunakan adalah analisis usaha yaitu :

1. Analisis laba/rugi

Rumus keuntungan = penerimaan – (total biaya tetap + total biaya variabel)

2. *Revenue Cost Ratio (R/C)*

$$\text{Rumus R/C} = \frac{\text{Total penerimaan}}{\text{Total biaya tetap + total biaya variabel}}$$

3. *Payback Period of Capital (PPC)*

$$\text{Rumus PPC} = \frac{\text{Total investasi x 1 tahun}}{\text{Keuntungan}}$$

4. *Break Event Point*

$$\text{BEP Harga} = \frac{\text{Total biaya}}{\text{Total produksi}}$$

$$\text{BEP Produksi} = \frac{\text{Total biaya}}{\text{Harga/kg}}$$

(Effendi, 2006)

Untuk melihat pengaruh penggunaan *echosounder* terhadap produksi digunakan uji t dengan rumus : $T = \frac{X_1 - X_2}{S \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}}$ dimana $S = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}$

Pengambilan kesimpulan dilakukan berdasarkan pada perbandingan nilai t hitung dan t tabel. Jika t hitung > t tabel, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima berarti penggunaan *echosounder* berpengaruh terhadap produksi usaha perikanan *purse seine*. Namun jika t tabel > t hitung, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak berarti penggunaan *echosounder* tidak berpengaruh terhadap produksi usaha perikanan *purse seine*. (Sudjana dalam Syafrizal, 1992).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mesin dan kapal penangkapan ikan merupakan modal utama dalam usaha perikanan tangkap. Di Desa Paluh Sibaji sendiri penggunaan mesin pada kapal *purse seine* kurang bervariasi. Hal ini dapat dilihat dari penggunaan merk mesin yang hampir seragam yaitu merk Dongfeng, berukuran antara 12-26 *Horse Power* (HP) jika dibandingkan dengan ukuran panjang kapal yakni antara 7-14 meter perbandingan ini tidaklah sesuai. Dalam buku terbitan BPPI Semarang yang berjudul Kumpulan Desain

Alat Tangkap Tradisional merekomendasikan mesin berkekuatan 33-45 HP untuk kapal *purse seine* yang berukuran panjang 10-15 meter.

Purse seine yang terdapat di Desa Paluh Sibaji telah mengalami modifikasi. Dari ciri umum yang dimiliki alat tersebut seperti cara pengoperasiannya yang melingkari *fishing ground* yang diduga terdapat gerombolan ikan, alat ini masuk dalam kategori *surrounding net*. Seperti yang dinyatakan Sudirman dan Mallawa, (2000) bahwa prinsip menangkap ikan dengan *purse seine* ialah melingkari gerombolan ikan dengan jaring, sehingga jaring tersebut membentuk dinding vertikal, dengan demikian gerakan ikan ke arah horizontal dapat dihalangi. Setelah itu, bagian bawah jaring dikerucutkan untuk mencegah ikan lari ke arah bawah.

Dilihat dari perbandingan ukuran panjang kapal dan ukuran panjang alat tangkap nampaknya sudah sesuai (lihat lampiran 2). BPPI Semarang (1998) menyarankan untuk kapal *purse seine* yang berukuran panjang 10-15 meter dianjurkan jaring yang digunakan berukuran panjang 250 meter. Untuk kapal yang berukuran agak besar, alat tangkap yang digunakan juga agak besar. Dan demikian pula sebaliknya, untuk kapal yang berukuran agak kecil, maka alat tangkap yang digunakan relatif kecil. Sebagaimana yang dinyatakan oleh Sudirman dan Mallawa, (2000) bahwa semakin besar dimensi kapal maka kemampuan kapal tersebut untuk membawa jaring dan alat bantu penangkapan ikan lainnya semakin besar, dengan demikian jarak jangkauan *fishing ground*-nya akan semakin luas.

Dilihat dari ukuran mata jaring yaitu 0,5 inchi jelas bahwa ikan yang menjadi sasaran adalah yang berukuran kecil. Sebagaimana yang dinyatakan Sudirman dan Mallawa, (2000) bahwa *mesh size* merupakan faktor penting yang harus diperhatikan pada jaring *purse seine*, karena berhubungan langsung dengan ukuran ikan yang menjadi tujuan utama penangkapan. Ukuran panjang ikan yang menjadi sasaran tangkap oleh alat tangkap *purse seine* yang ada di desa Paluh Sibaji berkisar antara 5-7 cm. Ukuran mata jaring 0,5 inchi atau hampir sama dengan 2,5 cm sudah sesuai dengan peraturan yang dituangkan dalam Surat Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor ; 85 tahun 1982.

Bahan dasar jaring *purse seine* terbuat dari benang *multifilament*. Pelampung terbuat dari plastik dan pemberat terbuat dari timah. Pada jaring berukuran panjang antara 150-250 meter tali cincin berukuran pendek yakni sekita 30 cm. Sementara pada jaring yang berukuran panjang > 250 meter tali cincin panjangnya mencapai sekitar 1 meter. Karakteristik *purse seine* yang ada di desa Paluh Sibaji disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel.III. 01. Karakteristik *purse seine* yang menggunakan *echosounder* dan tidak menggunakan *echosounder* di Desa Paluh Sibaji tahun 2008.

No	Keterangan	Dengan <i>echosounder</i>	Tanpa <i>echosounder</i>
1	LOA kapal	11,0 – 14,0 meter	7,3 – 12,0 meter
2	Lebar kapal	2,5 – 4,0 meter	1,5 – 2,5 meter
3	Dalam kapal	1,0 – 1,5 meter	0,5 – 1,0 meter
4	Panjang jarring	200 – 300 meter	150 – 200 meter
5	Dalam jarring	1,0 – 2,5 meter	0,5 – 1,0 meter
6	Kekuatan mesin	23 – 26 PK	12 – 20 PK
7	Hawling	Menggunakan roller	manual
8	Jumlah ABK	7 – 11 orang	5 – 8 orang
9	Fishing ground	< 6 mil dari pantai	< 6 mil dari pantai

Sumber : data primer

Dari tabel di atas dapat dilihat adanya perbedaan antara kapal *purse seine* antara yang menggunakan *echosounder* dengan yang tidak menggunakan *echosounder*, namun dioperasikan pada *fishing ground* yang sama. Sedangkan ukuran bagian-bagian *purse seine* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel III. 02 Ukuran komponen-komponen *purse seine* di desa Paluh Sibaji pada tahun 2008.

Bagian-bagian <i>purse seine</i>	Ukuran	Satuan
Pelampung (diameter)	6	Inchi
Pemberat	50	Gram
Tali ris atas (diameter)	10	Milimeter
Tali ris bawah (diameter)	10	Milimeter
Tali kolor (diameter)	18	Milimeter
Tali cincin (diameter)	6	Milimeter
Mesh size	½	Inchi
Diameter cincin	2	Inchi
Batu nong	3	Kilogram
Pelampung tanda (diameter)	10	Inchi

Sumber : data primer

Efisiensi juga dapat diartikan mampu menjalankan tugas dengan tepat cermat dan berdaya guna dengan tidak membuang waktu dan tenaga (KBBI, 2001). Melihat banyaknya labuh jaring dan lamanya waktu operasi penangkapan antara kapal *purse seine* yang menggunakan *echosounder* dengan yang tidak, maka dapat disimpulkan bahwa kapal *purse seine* yang menggunakan *echosounder* lebih **efisien**. Walaupun waktu yang diperlukan untuk sekali labuh jaring kapal *purse seine* yang menggunakan *echosounder*

nampaknya lebih lama ketimbang yang tidak menggunakan *echosounder*, namun secara keseluruhan tidak demikian. Sebab labuh jaring kapal *purse seine* yang menggunakan *echosounder* hanya rata-rata empat kali atau sama dengan 100-120 menit sedangkan pada kapal *purse seine* yang tidak menggunakan *echosounder* rata-rata sampai dua belas kali atau sama dengan 240-300 menit. Sementara spesifikasi teknis *echosounder* disajikan pada table dibawah ini.

Tabel. III. 04. Spesifikasi teknis *echosounder*

No	Item	Karakteristik
1	Frekwensi	<ul style="list-style-type: none"> ● rendah 10 – 20 kHz ● sedang 20 – 100 kHz ● tinggi 100 – 400 kHz
2	Multi frekwensi	<ul style="list-style-type: none"> ● 2 atau lebih frekwensi
3	Lebar beam	<ul style="list-style-type: none"> ● lebar 20^o - 30^o ● sedang 10^o - 20^o ● sempit 4^o - 10^o
4	Panjang pulsa	<ul style="list-style-type: none"> ● panjang > 2 ms ● sedang 1 – 2 ms ● pendek 0,1 – 1 ms
5	Daya pancar	<ul style="list-style-type: none"> ● tinggi 5 – 10 kW ● sedang 1-5 kW ● rendah < 1 kW
6	Amplifier	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Simple initial supression</i> ● <i>Time Varied Gain (TVG)</i> ● <i>Frekwency band with selection</i>
7	Transducer	<ul style="list-style-type: none"> ● tidak distabilisasi ● distabilisasi
8	Penyajian sinyal	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Lamp display (flaser)</i> ● <i>Chart Recorder</i> (kertas basah atau kering) ● <i>Chart Recorder</i> dengan skala ● <i>Chart Recorder</i> dikombinasi dengan CRT ● <i>Display type TV</i>, dengan atau tanpa warna

Sumber : Brown (2007)

Sebagaimana yang telah disebutkan sebelumnya bahwa penangkapan dilakukan pada kedalaman 10-40 meter (termasuk dalam) oleh sebab itu frekwensi yang cocok digunakan adalah frekwensi rendah. Dilihat dari penggunaan *echosounder* di desa Paluh Sibaji sudah sesuai bahwa yang digunakan adalah yang juga memiliki frekwensi rendah yakni 20 kHz.

Nelayan di desa Paluh Sibaji meletakkan kabinet atau yang biasa mereka sebut monitor tepat di depan kemudi dan terlindung dari panas dan mudah dilihat. Sedangkan untuk *transduser*, dahulu nelayan meletakkan *transduser* di bawah kapal, namun

sekarang tidak lagi. Hal ini karena mereka berpendapat bahwa dengan diletakkan di dinding lambung kapal saja sudah cukup jelas gambar yang disajikan pada monitor. Mereka meletakkan *transduser* tepatnya di ruang mesin di sebelah lunas kapal. Penempatan ini secara teknis kurang tepat, karena kebisingan yang berasal dari mesin kapal akan berpengaruh terhadap kinerja *transduser* dan pada akhirnya akan berdampak pada tampilan monitor.

Letak *transduser* yang berjarak sekitar 2/3 panjang total kapal di belakang haluan atau pada ruang mesin tidak sesuai dengan yang direkomendasikan oleh **Burczynsky** dan **Ben-Yami** (dalam **Brown**, 2000) bahwa posisi *transduser* yang baik adalah pada daerah di belakang haluan yaitu antara 1/2 sampai 1/3 panjang total kapal. Kemudian lagi menyatakan bahwa baling-baling menimbulkan *noise* lebih besar pada satu sisi dari pada sisi lain, bergantung pada arah putarannya. Jika putarannya searah jarum jam, sebaiknya *transduser* diletakkan pada posisi kanan lunas. Sebaliknya jika putarannya berlawanan dengan arah jarum jam, *transduser* sebaiknya ditempatkan pada sisi kiri lunas.

Untuk menduga besarnya kelompok ikan di bawah kapal lebih tepat bila menggunakan horizontal *sounder* atau *scanning* sonar. **Misund** (dalam **Brown**, 2000) mengemukakan bahwa sebuah *scanning* sonar mampu memvisualisasikan dengan segera dunia bawah air di bawah kapal dan mempunyai lingkup deteksi yang lebih lebar. **Thomson** (dalam **Brown**, 2000) menyatakan cara kerja sonar hampir sama dengan *echosounder*, tapi *tranduser*nya dapat berputar pada sumbu mendatar ($+5^{\circ}$ ke arah permukaan air) maupun ke bawah (-90° ke arah dasar perairan). Sebagaimana besar *transduser* sonar dapat berputar pada sumbu tegak sejauh 360° . frekwensi yang digunakan 10.000 s/d 40.000 Hz dengan luaran daya hingga 10 kW.

Menurut informasi yang didapat dari nelayan, produksi tertinggi dari alat tangkap *purse seine* terjadi pada musim pasang Barat yaitu pada bulan-bulan Agustus sampai dengan Januari. Sedangkan pada musim pasang Timur yang terjadi pada bulan-bulan Februari sampai dengan Juli produksi penangkapan relatif sedikit. Bahkan untuk kapal-kapal yang tidak dilengkapi *echosounder* kerap kali pulang tanpa membawa hasil. Masa puncak terjadi pada bulan Oktober sampai September, pada saat itu tangkapan mampu mencapai 200 kg/trip bagi yang tidak menggunakan *echosounder* dan 600kg/trip bagi yang menggunakan *echosounder*. Pada bulan April sampai Mei merupakan masa paceklik, selain tangkapan sangat rendah bahkan tidak ada, namun jika diambil rata-ratanya dapat diperoleh 50 kg/trip bagi kapal yang tidak menggunakan *echosounder* dan 100 kg bagi yang menggunakan alat bantu tersebut.

Nontji (1986) menyatakan bahwa pada bulan Desember, Januari dan Februari terjadi angin musim Barat. Sebaliknya pada bulan Juli, Agustus, September berhembuslah angin musim Timur. Dalam bulan Maret angin masih berhembus, tetapi kecepatannya berkurang. Dalam bulan April dan Mei arah angin sudah tidak menentu dan periode ini dikenal sebagai musim peralihan atau pancaroba awal tahun. Demikian pula terjadi dalam bulan Oktober dan November arah angin tidak menentu dan periode ini

dikenal sebagai musim pancaroba akhir tahun. Kekuatan angin umumnya lemah pada musim pancaroba dan karena itu lautpun umumnya tenang.

Jelas sekali bahwa musim memberi pengaruh pada produksi penangkapan. Angin musim Barat dan Timur yang bertiup secara teratur setiap tahunnya berpengaruh terhadap arah arus di lautan dan arus tersebut nampaknya berpengaruh terhadap ruaya ikan. Namun demikian walaupun ikan sulit dijumpai pada masa paceklik atau pasang Timur nelayan masih terbantu dengan adanya *echosounder*. Dengan alat bantu ini masih mungkin bagi nelayan untuk melakukan operasi penangkapan dan masih ada hasil yang diperoleh walaupun tidak sebanyak masa puncak.

Dilihat dari analisis usaha antara usaha perikanan *purse seine* yang menggunakan *echosounder* dengan yang tidak menggunakan *echosounder* sangat berbeda. Keuntungan yang diperoleh usaha perikanan *purse seine* yang menggunakan *echosounder* lebih besar dibandingkan dengan yang tidak menggunakan *echosounder* yakni Rp. 14.057.500,- bagi usaha perikanan *purse seine* yang menggunakan *echosounder* dan Rp. 4.357.600,- bagi yang tidak menggunakan *echosounder*.

Demikian pula dengan *Payback Periode of Capital* usaha perikanan *purse seine* yang menggunakan *echosounder* lebih cepat dibandingkan dengan yang tidak menggunakan *echosounder*. *Payback Periode of Capital* usaha perikanan *purse seine* yang menggunakan *echosounder* yaitu 6 tahun 4 bulan 23 hari, sedangkan yang tidak menggunakan *echosounder* yaitu selama 7 tahun 9 bulan 19 hari. Karena efisien juga berarti tidak membuang waktu, maka dapat dikatakan usaha perikanan *purse seine* yang menggunakan *echosounder* lebih efisien karena waktu yang dibutuhkan untuk pengembalian modal usaha lebih singkat ketimbang usaha perikanan *purse seine* yang tidak menggunakan *echosounder*.

Revenue Cost Ratio (R/C) kedua usaha ini lebih besar dari satu menandakan kedua usaha perikanan *purse seine* baik yang menggunakan *echosounder* dengan yang tidak menggunakan *echosounder* masih layak untuk dijalankan. Namun nilai R/C usaha perikanan *purse seine* dengan *echosounder* lebih besar (1,08) dari pada yang tidak menggunakan *echosounder*, hal ini menunjukkan usaha perikanan *purse seine* dengan *echosounder* lebih menguntungkan dibanding dengan usaha perikanan *purse seine* tanpa menggunakan *echosounder* (1,05). Menurut Soekartawi (1995) bahwa suatu usaha dapat dikatakan efisien jika pemanfaatan sumberdaya tersebut menghasilkan keluaran (output) yang melebihi masukan (input). R/C adalah perbandingan antara penerimaan dan biaya/pengeluaran, jika kita analogikan penerimaan sebagai *output* (keluaran) dan biaya-biaya/pengeluaran sebagai *input* (masukan), maka dapat disimpulkan bahwa usaha perikanan *purse seine* yang menggunakan *echosounder* lebih efisien dibandingkan dengan usaha perikanan *purse seine* yang tidak menggunakan *echosounder*.

Untuk lebih jelasnya hasil analisis usaha perikanan *purse seine* yang menggunakan *echosounder* dan yang tidak menggunakan *echosounder* dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel III. 05. Rentabilitas usaha perikanan *purse seine* yang menggunakan *echosounder* dengan yang tidak menggunakan *echosounder* di desa Paluh Sibaji tahun 2008

Keterangan	Menggunakan <i>echosounder</i>	Tidak menggunakan <i>echosounder</i>
Keuntungan	Rp. 14.057.500	Rp. 4.357.600
Revenue cost ratio	1,08	1,05
Payback Periode of Capital	6 tahun 4 bulan	7 tahun 9 bulan
BEP harga	Rp. 1844,46/kg	Rp. 1899,31/kg
BEP produksi	83.327,5 kg	41.073,7 kg

Sumber : data primer

Usaha dinyatakan layak bila nilai BEP produksi lebih besar dari jumlah unit yang sedang diproduksi saat ini (Effendi, 2006). BEP produksi usaha perikanan *purse seine* yang menggunakan *echosounder* sebesar 83.327,5 kg sementara produksi mencapai 90.354 kg/tahun, maka usaha ini dapat dikatakan layak. BEP produksi usaha perikanan *purse seine* yang tidak menggunakan *echosounder* yaitu 41.073,7 kg dengan produksi 43.251 kg/tahun, maka usaha ini juga dapat dikatakan layak.

Sementara nilai BEP harga harus lebih rendah dari harga yang berlaku saat ini (Effendi, 2006). BEP harga usaha *purse seine* yang menggunakan *echosounder* adalah Rp.1.844,46 sedangkan harga ikan yang paling banyak tertangkap saat ini adalah Rp. 2.000,- selisih Rp.155,54. BEP harga usaha *purse seine* yang tidak menggunakan *echosounder* Rp. 1.899,31 dan harga ikan saat ini Rp. 2.000,- selisih Rp. 100,69. Walaupun kedua usaha tersebut layak tapi dilihat dari selisih BEP harga antara usaha *purse seine* yang menggunakan *echosounder* (Rp.155,54) dengan yang tidak menggunakan *echosounder* (Rp. 100,69), maka usaha *purse seine* yang menggunakan *echosounder* lebih layak ketimbang yang tidak menggunakan *echosounder*.

Sementara hasil uji t jumlah rata-rata tangkapan/trip *purse seine* yang menggunakan *echosounder* dan yang tidak menggunakan *echosounder* adalah sbb:

Sumber : Data Primer

Bulan	A	B	C	D	E	F	G	Jumlah	X_i	$(X_i - X)^2$
Januari	306	312	297	289	323	310	315	2152	307,428	4,631
Februari	120	123	119	127	106	118	122	835	119,285	34592,652
Maret	115	110	108	114	121	100	115	783	111,857	37410,910
April	101	97	87	127	114	97	98	721	103,000	40915,580
Mei	110	119	106	103	112	121	105	776	110,857	37798,748
Juni	145	137	132	147	144	129	151	985	140,714	27080,816
Juli	152	163	132	144	153	149	147	1040	148,571	24556,457
Agustus	500	498	473	523	506	497	482	3479	497,000	36758,092
September	520	518	521	533	500	502	543	3637	519,571	45922,347
Oktober	607	594	593	621	633	576	651	4275	610,714	93292,372
November	531	542	528	499	487	532	515	3634	519,143	45739,094
Desember	480	492	473	484	478	405	518	3330	475,714	29049,112
Total								25647 305,321	3663,314 305,276	453120,811

$$S^2 = \frac{\sum (X_i - X)}{n - 1} = \frac{453120,811}{12 - 1} = 41192,801$$

$$S = \sqrt{41192,801} = 202,960$$

$$S^2 = \frac{(12-1) S_1^2 + (12-1) S_2^2}{(12-1) - (12-1)} = \frac{(12-1) 202,960 + (12-1) 57,133}{22}$$

$$= \frac{2232,56 + 626,463}{22} = \frac{2861,023}{22} = 130,046$$

$$t = \frac{X_1 - X_2}{S \sqrt{1/12 + 1/12}} = \frac{305,276 - 146,506}{130,046 \sqrt{0,083 + 0,083}} = \frac{158,77}{52,985} = 2,9965$$

t-tabel (1%) 0,9982 dan (5%) 0,9984

t hitung > dari t tabel maka H_0 ditolak dan H_1 diterima berarti penggunaan *echosounder* pada usaha perikanan *purse seine* berpengaruh sangat nyata.

- Hermawan, Maman. Peran Teknologi Akustik Bawah Air dalam Eksplorasi dan Eksploitasi Sumberdaya Laut dan Perikanan. <http://wartapress.com>. Diakses pada tanggal 20 Juni 2008.
- Junaidi . 1992. Dampak Teknologi terhadap Efisiensi Usaha Penangkapan Ikan dengan *Purse Seine* di Air Bangis Kecamatan Sungai Berembas Kabupaten Pasaman. Terubuk (XIX) No. 53, Halaman 10-21.
- Mulyadi, Aras. 2008. Alga “Ekologi dan Prospek Pemanfaatan”. Unri Press. Pekanbaru.
- Mulyadi, S. 2005. Ekonomi Kelautan. Raja Grafindo Persada. Jakarta.
- Nontji, Anugerah. 1987. Laut Nusantara. Djambatan. Jakarta.
- Nurmatias. 1991. Perikanan di Desa Seberang Cengar Kecamatan Kuantan Mudik Kabupaten Indragiri Hulu Provinsi Riau. Laporan Praktek Umum Mahasiswa (tidak dipublikasikan).
- Panggabean, Donwill. Teknologi Canggih untuk Eksplorasi. <http://sinarharapan.co.id>. Diakses pada tanggal 20 Juni 2008
- Republik Indonesia. Lembaran Negara Tahun 2004, No.118, Undang-Undang No.31 tahun 2004, Tentang “Perikanan”. Jakarta. 6 Oktober 2004.
- Sadhori, Naryo. 1985. Teknik Penangkapan Ikan. Angkasa. Bandung.
- Sigit, Soehardi. 1979. Analisa Break –Even. UGM Press. Yogyakarta.
- Soekartawi. 1995. Analisis Usaha Pertanian. UI Press. Jakarta.
- Sudirman dan Achmar Mallawa. 2000. Teknik Penangkapan Ikan. Rineka Cipta. Jakarta.
- Sunarti. 2008. Perikanan Umum di Desa Paluh Sibaji Kecamatan Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang. Laporan Paraktek Umum Mahasiswa (tidak dipublikasikan), 59 hal.
- Syafrizal. 1992. Efisiensi Usaha Alat Tangkap Bagan yang Memakai Lampu Listrik dan Lampu Petromak di Kecamatan IV Jurai Kabupaten Pesisir Selatan. Karya Ilmiah Jurusan Teknologi Penangkapan Ikan Fakultas Perikanan UNRI, Pekanbaru (tidak dipublikasikan) 45 hal.
- Syarif, Baithur. S. Salim. Zarochman. 1998. Perawatan Kapal Ikan Berukuran Kecil. BPPI Semarang. Semarang.
- Tribawono, Djoko. 2002. Hukum Perikanan Indonesia. Citra Aditya Bakti. Bandung.
- Zarochman. 1996. Klasifikasi Alat Penangkap Ikan yang Sesuai Untuk Perairan Indonesia. BPPI Semarang. Semarang