

**PROGRAM PEMANFAATAN SISA TULANG IKAN UNTUK PRODUK
HIDROKSIAPATIT:
KAJIAN DI PABRIK PENGOLAHAN KERUPUK LEKOR
KUALA TRENGGANU-MALAYSIA**

Dara Aisyah¹, Ibrahim Mamat¹, M. Sontang², Zuha Rosufila³, Nina Marlina Ahmad⁴
Email: msontang@umt.edu.my

ABSTRAK

Pemanfaatan sisa tulang ikan sudah lama dilakukan kalangan peneliti di laboratorium, tetapi masih banyak masyarakat yang tidak memahaminya. Oleh sebab itu, perlu transfer pengetahuan (*transfer knowledge*) melalui penyeliaan masyarakat untuk meningkatkan ilmu dan pemanfaatannya. Program transfer pengetahuan pengolahan (pabrik) kerupuk lekor adalah satu program penelitian UMT yang melibatkan masyarakat untuk memanfaatkan sisa tulang ikan menjadi berbagai produk keperluan masyarakat. Program ini dilihat sebagai upaya untuk memperbaiki lingkungan masyarakat dan menyumbang kepada pembangunan kebijakan, pelaksanaan, dan kajian dalam *social engineering*. Tulang ikan merupakan salah satu bentuk sisa yang dihasilkan dari industri pengolahan ikan yang memiliki kandungan kalsium terbanyak dalam tubuh ikan. Dari aspek keperluan makanan dan gizi, tulang ikan sangat kaya akan kalsium yang diperlukan manusia karena unsur utama dari tulang ikan adalah kalsium, fosfor, dan karbonat. Pelibatan atau partisipasi masyarakat untuk memanfaatkan sisa tulang ikan secara langsung dalam setiap proses yang dijalankan di kawasan mereka adalah untuk mencapai usaha pembangunan masyarakat. Pembangunan masyarakat menekankan pelibatan individu dalam masyarakat untuk belajar dan bekerjasama demi tujuan pembangunan masa depan melalui pemanfaatan sisa tulang ikan yang dapat dimanfaatkan menjadi hidroksiapatit untuk mengatasi pencemaran lingkungan dalam pembuangan logam berat. Selain itu, tulang ikan juga boleh dimanfaatkan sebagai bahan implan dalam penggantian tulang (*bone substitution*), katup jantung, sambungan pinggul, dan juga bahan implan lain di dalam badan/tubuh manusia serta sebagai pengganti gigi manusia. Hal ini disebabkan oleh ciri-cirinya yang sama dengan tulang dan gigi manusia dari segi struktur kimia.

Kata Kunci: transfer pengetahuan, sisa tulang ikan, pemanfaatan, hidroksiapatit, pembangunan masyarakat pesisir, penglibatan, pengolahan kerupuk lekor.

ABSTRACT

The fishbone waste has long been utilized among laboratory researches and it is unfortunate that still many communities fail to understand its importance that makes it necessary for a transfer of knowledge through the community supervision to enhance the knowledge and use. Knowledge transfer program to the community of fish crackers processors is a UMT research program involving the community to utilize their fishbone waste into a wide range of community needs. The program is seen as having the capability to improve the community environment and contribute to policy development, implementation, and research in social

engineering. Fishbone is a form of waste produced from the fish crackers processing industries that contains the highest content of calcium in a fish. From the aspect of food and nutrition, fishbone is rich in calcium, phosphorus and carbonate that are needed by man. Community involvement to utilize fishbone waste into hydroxyapatite is a way to enhance community development and reduce pollution. In addition, it can also be used as implant materials in bone replacement, heart valves, hip extension and other implants in human body.

Keywords : knowledge transfer, fishbone waste, hydroxyapatite, coastal community development, crackers processor.

* ¹Pusat Pembangunan Sosioekonomi, ² Fak.Sains dan Teknologi, ³Fak.Pengurusan & Ekonomi,
⁴ Fak.Pembangunan Sosial - Universiti Malaysia Terengganu-Kuala Terengganu-Malaysia

Pendahuluan

Kajian ini adalah salah satu rancangan program transfer pengetahuan dari kumpulan peneliti *social engineering* di Universiti Malaysia Terengganu kepada masyarakat pengolahan kerupuk lekor Mengabang Telipot Kuala Terengganu. Kajian ini bertujuan untuk memanfaatkan sisa tulang ikan menjadi berbagai produk keperluan masyarakat. Perancangan program ini diharapkan dapat menciptakan lingkungan masyarakat pengolahan kerupuk lekor yang berkesan yaitu industri pengolahan yang dapat disahkan sebagai *cleaner production*. Berdasarkan panduan sektor industri yang diterbitkan oleh Program Alam Sekitar (Lingkungan) Persatuan Bangsa-Bangsa (PBB) Bagian UNEP Teknologi, Industri, dan Ekonomi (UNEP DTIE) dan Alam Sekitar Denmark, bagian departemen perlindungan, telah dinyatakan bahwa seharusnya program tersebut memiliki dan mengikuti garis panduan berkenaan dengan penilaian produk yang lebih bersih dalam sistem industri pengolahan.

Penting untuk merancang program transfer pengetahuan dengan mempersiapkan panduan yang jelas guna mencapai produksi bersih industri pengolahan kerupuk lekor, dengan memberi tumpuan kepada pemanfaatan sisa tulang ikan dari proses pengeluaran filet dan tulang ikan. Di pabrik pengolahan kerupuk lekor maupun di pengolahan, ikan tersebut dapat menjadikan berbagai produk makanan. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kesadaran akan pemanfaatan dan keadaan lingkungan dari usaha pemanfaatan sisa pengolahan di kalangan masyarakat pesisir. Oleh karena itu kerja sama universitas, masyarakat, industri, dan pemerintah perlu dilaksanakan untuk menyukkseskan keberhasilan program transfer pengetahuan ini agar lebih efektif dan efisien dengan mengutamakan pendekatan terpadu dalam mengatasi permasalahan lingkungan yang bersih.

Pengolahan produk ikan bermula dari penangkapan. Penangkapan sumber ikan

dari laut memberi kontribusi produksi ikan lebih dari 90%, selebihnya berasal dari ikan air tawar dan ikan yang dihasilkan oleh budi daya ikan. Ikan diproses untuk menghasilkan kerupuk lekor, berbagai produk segar, filet beku, makanan dalam kaleng, protein produk ikan, dan minyak ikan seperti surimi. Kira-kira 75% dari pengeluaran ikan dunia digunakan untuk konsumsi manusia dan sisanya 25% digunakan untuk menghasilkan makanan ikan dan minyak. Ikan yang diproses tersebut untuk konsumsi manusia hanya kira-kira 30% yang dipasarkan dalam masyarakat.

Saat ini, terjadi peningkatan permintaan ikan segar untuk filet ikan beku. Produk ikan segar sangat mudah rusak dan penyimpanan dalam kulkas diperlukan sepanjang penyimpanan untuk mengawetkan produk dan mencegah kerusakan mikrobiologi. Sebaliknya, lebih banyak juga yang diproses, seperti ikan kaleng, makanan ikan dan minyak ikan, yang mempunyai masa kadaluarsa yang lebih panjang memerlukan pendinginan. Pengolahan berakhir dengan pembuangan limbah dan pengolahan kembali (*recycle*) sisa pengolahan tersebut. Pengolahan ikan merupakan penyumbang utama keseluruhan limbah ke alam sekitar yang dihasilkan sepanjang proses kehidupan. Oleh karena itu, banyak industri pengolahan makanan memiliki isu-isu utama alam sekitar yang berkaitan dengan pengolahan terutama masalah bau busuk sisa organik.

Berbagai usaha telah dijalankan untuk menangani masalah pembuangan sisa pengolahan ikan di antaranya produksi saus ikan, pekatan protein, dan hidrolisat protein. Selain itu, gelatin telah lama diusahakan dari kulit dan tulang ikan dan dijadikan ramuan untuk menambahkan sifat elastik, kekonsistenan, dan kestabilan sesuatu produk makanan. Penghasilan gelatin dari kulit dan tulang ikan bukan saja bertujuan untuk mengeksploitasi bahan-bahan sampingan tetapi juga sebagai alternatif gelatin dari hewan darat (Sarabia et al., 2000), walaupun gelatin dari hewan darat lebih baik karena mempunyai derajat pencairan dan derajat

deasetilasi (*deacetylation*) yang lebih tinggi. Selain produk makanan, ada juga yang menghasilkan tas tangan, dompet, tas telepon genggam (*handphone*), tali jam dan ikat pinggang dari kulit ikan. Produk tulang ikan berupa hidroksiapatit dapat memberikan nilai tambah pada pengusaha pengolahan kerupuk lekor karena hasil sisa pengolahan kerupuk lekor berupa tulang ikan dapat dimanfaatkan menjadi hidroksiapatit untuk mengatasi pencemaran lingkungan dalam pembuangan logam berat. Selain itu, juga boleh dimanfaatkan sebagai bahan implan dalam penggantian tulang (*bone substitution*), katup jantung, sambungan pinggul dan juga bahan implan lain di dalam badan manusia serta gigi manusia disebabkan oleh ciri-cirinya yang sama dengan tulang dan gigi manusia dari segi struktur kimia. Keperluan hidroksiapatit sebagai bahan pengganti tulang meningkat sesuai dengan peningkatan jumlah penderita osteoporosis dan kadar kemalangan yang tinggi. Pada saat yang sama, keperluan ikan juga sangat tinggi dalam konsumsi sehari-hari yang dapat menyebabkan pembuangan tulang ikan yang banyak.

Pengolahan makanan laut merupakan sektor perindustrian utama di Kuala Terengganu. Sisa pengolahan yang berasal dari masyarakat pengolahan kerupuk lekor merupakan bahan pencemar organik seperti usus, perut ikan, tulang ikan, dan kulit ikan telah menjadi isu alam sekitar (lingkungan) yang berada pada tahap pencemaran bahan organik yang tinggi. Oleh karena itu, artikel ini berupaya memberikan sumbangan penting bagi pembangunan dan ekonomi, mengatasi kesan buruk alam sekitar, mewujudkan dasar dan strategi yang relevan untuk pengurusan sisa alam sekitar untuk mencapai pembangunan masyarakat lestari yang berpengetahuan dan bertanggung jawab.

Tulisan ini merupakan satu usaha untuk memperkenalkan alat pengurusan alam sekitar, melalui pemanfaatan sisa pengolahan yang telah terbukti bermanfaat dari segi ekonomi dan lingkungan. Pilihan teknologi pemanfaatan sisa tulang ikan dan

pengolahannya menjadi produk keperluan masyarakat melibatkan partisipasi masyarakat pengolahan kerupuk lekor untuk menyediakan sampel tulang ikan yang telah disterilkan. Pelaksanaan program transfer pengetahuan yang disajikan dalam tulisan ini boleh menggunakan data dari pembuatan produk sisa pengolahan di kawasan Mengabang Telipot Kuala Terengganu.

Definisi Program Transfer Pengetahuan

Masyarakat yang memiliki pengetahuan seperti para pakar, peneliti, dosen, menghasilkan berbagai kajian. Oleh karena itu, perlu transfer ilmu untuk manfaat bersama semua pihak yang berkepentingan. Transfer pengetahuan (pertukaran ilmu, pengetahuan, dan teknologi) kepada masyarakat merupakan kepentingan peneliti. Hal ini perlu ditingkatkan untuk mendapatkan masukan dari berbagai pihak yang saling berkepentingan dan bertanggung jawab.

Kata nama transfer berasal dari kata kerja *to* artinya memindahkan, yang terdiri atas awalan Latin *trans* yang bermakna 'sisi lain' atau 'di luar', dan *ferre* adalah kata kerja Latin yang bermakna 'untuk menjalankan'. Secara etimologi, untuk memindahkan, cara untuk membawa ke arah lain, atau untuk menjalankan seterusnya. Pengetahuan adalah maklumat atau informasi yang ada disampaikan kepada orang atau organisasi.

Transfer pengetahuan tersebut termasuk hasil penelitian, panduan pencegahan, proses pembuatan, kaidah kerja, dan inovasi. Pengetahuan datang dari persepsi atau dari pengalaman yang diperoleh dalam keadaan dan oleh berbagai cara yang disimpan dalam ingatan. Pengetahuan boleh termasuk dari yang paling konkret sampai yang paling abstrak, baik objek dan fakta. Kategori objek atau fakta yang dicirikan oleh ciri-ciri dan hubungan ide, tanggapan, dan konsep yang membantu menentukan untuk membuat kategori agar mudah untuk dipahami.

Terdapat tiga kategori utama pengetahuan yaitu pertama adalah pengetahuan dan deklarasi. Ini berkenaan dengan objek yang berkaitan dengan pengetahuan (konsep, undang-undang, peraturan, fakta, dan lain-lain). Kedua adalah pengetahuan dan prosedur. Ini berkaitan dengan cara pengetahuan tersebut digunakan. Ketiga, adalah pengetahuan bersyarat yaitu pengetahuan yang memudahkan permohonan deklarasi dan prosedur pengetahuan dalam berbagai konteks.

Konsep transfer merupakan proses berstruktur yang menggunakan penemuan penelitian secara saintifik untuk kepentingan profesional. Konsep transfer tersebut dipahami sebagai proses pertukaran secara berkelanjutan yang dengan dua jalur pertukaran antara dua masyarakat yaitu peneliti dan pengguna yang berpotensi (Clarke, 1993).

Proses transfer dalam pendidikan adalah suatu proses pengetahuan yang dibangun dalam konteks tertentu untuk membina pengetahuan baru atau membangun kemahiran baru atau untuk melaksanakan tugas-tugas baru. Konsep transfer merupakan mekanisme untuk menyebarkan dan menggunakan pengetahuan baru untuk individu baru dalam mengamalkan tingkah laku organisasi.

Seterusnya transfer dalam bidang kemanusiaan dan sains sosial adalah suatu cara yang sistematis untuk mendapatkan, mengumpulkan, dan berbagi pengetahuan dalam menukarkan pengetahuan tersebut menjadi pengetahuan yang lebih jelas lagi. Oleh karena itu, transfer pengetahuan adalah suatu proses yang memudahkan individu atau organisasi mengakses informasi penting agar dikenal pasti bukan hanya untuk satu orang tapi untuk berbagai kalangan. Transfer pengetahuan ini dianggap sebagai suatu proses sosial. Mayoritas definisi ini menggambarkan transfer sebagai satu proses, yaitu mekanisme pengetahuan saintifik yang dibangun oleh peneliti untuk diberikan kepada pengguna.

Pengetahuan juga dilihat sebagai produk, yang mengharapkan adanya transformasi, yaitu terjemahan ke dalam bahasa yang dipahami dan adanya alat-alat yang boleh digunakan dalam segala situasi dan berbagai tujuan untuk membuat keputusan, mengubah tingkah laku individu atau organisasi, membangun dasar atau program, serta mampu menyelesaikan masalah.

Program ini melibatkan peneliti yang berminat secara mendalam dengan isu-isu yang berkaitan dengan transfer pengetahuan. Para peneliti akan mendapatkan banyak pengalaman, pemahaman, dan "know-how", kebanyakannya tidak formal, mengenai transfer pengetahuan.

Transfer ilmu, pengetahuan dan teknologi (iptek) sangat penting dalam proses berpikir pada masa yang akan datang sehingga para peneliti bukan saja akan menjadi semakin berminat dalam isu-isu pada masa tertentu, tetapi mereka juga akan coba memberikan masukan model berupa konsep pengetahuan yang khusus kepada masyarakat setempat maupun masyarakat luas dalam mencoba mencari alternatif penyelesaian masalah.

Pemanfaatan Tulang Ikan Menjadi Hidroksiapatit (HA)

Pemanfaatan tulang ikan menjadi hidroksiapatit (*hydroxyapatite/HA*), serta sebagai bahan pembuangan logam berat untuk mengatasi pencemaran belum dikenal oleh masyarakat pengolahan ikan kerupuk lekor. Oleh sebab itu, diperlukan suatu upaya untuk mengembangkannya. Selain untuk mengembangkan potensi perikanan dan kelautan, pemanfaatan tulang ikan juga menjadi alternatif untuk mengatasi pencemaran untuk mencapai salah satu penyelesaian masalah. Hidroksiapatit saat ini telah dimanfaatkan dalam beberapa bidang, misalnya perobatan kedokteran, kesehatan, bahan pangan (gelatin), dan mengatasi pencemaran. Tulang ikan sebagai bahan pembuatan hidroksiapatit mudah didapati di pantai timur semenanjung Malaysia (Negeri Terengganu Darul Iman).

Dalam kasus mengatasi pencemaran lingkungan ini, masyarakat pesisir merupakan faktor terpenting diadakannya program penyampaian informasi mengenai pemanfaatan tulang ikan sebagai bahan pembuang logam berat. Masyarakat yang menjadi sasaran program ini adalah nelayan pengolah ikan di kawasan Mengabang Telipot Kuala Terengganu.

Sebagian besar masyarakat pesisir merupakan pengolah ikan. Potensi besar yang dimiliki masyarakat pengolah ikan sebenarnya boleh dikembangkan secara maksimal sehingga mampu mendukung kesejahteraan ekonomi penduduk. Meningkatnya jumlah sisa pengolahan ikan masih merupakan masalah yang perlu dicarikan upaya pemanfaatannya. Hal ini bukan saja memberikan nilai tambah pada usaha pengolahan ikan tersebut, tetapi juga dapat mengatasi masalah pencemaran lingkungan yang ditimbulkannya, terutama masalah bau busuk yang dikeluarkan serta estetika lingkungan yang kurang baik.

Sebagian besar sisa yang dihasilkan oleh usaha pengolahan ikan berasal dari kepala, tulang, perut ikan, kulit, dan ekornya. Tulang ikan mengandung kalsium fosfat, fosfor, dan karbonat. Hasil sampingan ini belum banyak digunakan sehingga hanya menjadi limbah yang mengganggu lingkungan, terutama pengaruh pada bau yang tidak sedap dan pencemaran air yang memiliki kandungan BOD (*Biochemical oxygen demand*), COD (*chemical oxygen demand*) dan TSS (*Total Suspended Solids*).

Melalui pendekatan teknologi yang tepat guna ini, potensi sisa ini dapat diolah lebih lanjut menjadi senyawa keramik yang di dalamnya termasuk senyawa hidroksiapatit dengan formula $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Produk ini mempunyai sifat tidak mudah terurai dan tidak mempunyai sifat beracun sehingga tidak ramah terhadap lingkungan.

Hidroksiapatit mempunyai nilai ekonomi yang cukup tinggi. Dari kajian yang dilakukan, didapati bahwa hidroksiapatit mampu membuang logam berat dalam mengatasi pencemaran lingkungan.

Hidroksiapatit merupakan bahan keramik, yang sangat penting dalam membuang logam berat. Hal ini karena hidroksiapatit memiliki *polikation* alami yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Selain itu, banyak masyarakat yang belum mengetahui fungsi hidroksiapatit dari hasil sampingan produk perikanan khususnya tulang ikan tersebut.

Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat dirumuskan beberapa masalah yaitu cara mengenalkan pemanfaatan tulang ikan kepada para masyarakat, cara memotivasi masyarakat agar mengumpulkan tulang ikan untuk dimanfaatkan menjadi hidroksiapatit, cara mengolah tulang ikan secara kimiawi menjadi hidroksiapatit, dan menggunakan hidroksiapatit agar dapat digunakan untuk pemanfaatan masyarakat pesisir khususnya di Kuala Terengganu. Tujuan dilaksanakannya program ini adalah untuk mengenalkan hidroksiapatit kepada para masyarakat agar dapat memanfaatkan limbah tulang ikan agar lebih berguna dengan kaidah pembuatan sederhana, tanpa alat yang mahal, dan canggih menjadi hidroksiapatit. Selain itu, tujuan program ini supaya mengenal pasti cara memotivasi para masyarakat agar bersedia mengumpulkan dan memanfaatkan tulang ikan menjadi hidroksiapatit sebagai alternatif pembuang logam berat dalam mengatasi pencemaran. Seterusnya masyarakat sasaran dapat mengetahui juga cara mengolah tulang ikan menjadi hidroksiapatit.

Dengan program ini, diharapkan masyarakat pesisir memiliki kemahiran dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi yaitu kemampuan memanfaatkan sisa tulang ikan menjadi hidroksiapatit. Program ini juga berguna mengurangi kebimbangan masyarakat karena bahaya pencemaran laut mempengaruhi kualitas ikan yang akan diproses menjadi kerupuk lekor. Manfaat yang diperoleh setelah dilaksanakannya program ini yaitu masyarakat mengetahui bahwa tulang ikan dapat diolah menjadi hidroksiapatit sebagai bahan pembuang logam berat yang lebih aman dan bermanfaat bagi lingkungan juga bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Selain

itu masyarakat mampu membuat hidroksiapatit dengan kaidah sederhana yang berkembang menjadi tambahan pendapatan sebagai komoditas utama pesisir.

Studi Pustaka

Model Transfer Pengetahuan Dan Pemanfaatan Sisa Tulang Ikan

Sisa pengolahan kerupuk lekor berupa sisa tulang ikan adalah termasuk limbah organik pesisir. Sisa ini menjadi bahan yang dibuang atau bahan yang tidak diperlukan oleh perdagangan di sektor perikanan, pengolahan perikanan, perindustrian sektor perikanan, atau pun bagi aktivitas yang dilakukan oleh manusia.

Dalam perkataan yang lain, sisa tulang ikan merupakan bahan yang tidak diperlukan atau tidak dikehendaki. Di Malaysia, pengurusan sisa organik, seperti sisa tulang ikan adalah salah satu perhatian yang difokuskan untuk mencapai keseimbangan lingkungan.

Kajian tentang pengurusan sisa dan masalah-masalah yang dihadapi serta perancangan bagi pelaksanaan pengurusan yang sistematik yang pernah dilakukan oleh peneliti-peneliti Barat antara lain kajian oleh Reschovsky & Stone (1994) di New York, Anderson (1999) di Denmark, Bauld & Hickman (1998) di Nova Scotia, Isaacs, (1998) di Canada, dan Ishizuka, Hijasima dan Macer (1995) di Taiwan. Selanjutnya kajian yang berkaitan dengan pendekatan pengurusan sisa terpadu berdasarkan pendekatan *waste hierarchy* yang meliputi pengoptimalan sisa di peringkat sumber, *recycle*, pengomposan, pengkambusan (*landfill*), dan insinerator juga telah dilakukan oleh peneliti Barat seperti Brunner & Ernst (1986), Habitat II (1999), Cooper (1995), Cooper (1996) dan Arner (1999).

Pengurusan sisa adalah salah satu perhatian yang difokuskan untuk mencapai keseimbangan lingkungan. Kajian yang berkaitan dengan pengurusan dan masalah

sisa di tingkat daerah banyak dilakukan di kalangan pelajar dan peneliti universitas. Kajian yang berkaitan masalah dan pengurusan yang dilakukan oleh Azahariahdi Alor Setar, Mohd. Zanuddin (1987) di Kota Bharudan Sharul Piazal (2000) di Klang.

Kajian yang berkaitan dengan faktor ekonomi, sosial dan audit juga pernah dilakukan oleh Mohd. Nasir (1991, 1992), Mohd. Nasir, Rakmi, Mohd. Kamil & Wan Nor Azmin (1995), Mohd. Nasir & Rakmi (1996), Mohd. Nasir, Nurlaily, Rakmi, Saifulah (1995), Mohd. Nasir. Jika kita kaitkan antara pengurusan sisa tersebut, kajian sisa organik pun telah banyak dikaji.

Sisa industri makanan merupakan satu sumber lingkungan yang telah terkontaminasi. Kajian yang telah dilaksanakan berhubungan dengan pengembangan kaidah sisa pembuangan menjadi produk-produk yang bermanfaat (Perea et al., 1993; Laufenberg et al., 2003).

Berdasarkan berbagai kajian tersebut, perlu dilakukan hubungan kerjasama antara universitas dengan masyarakat khususnya yang berkaitan dengan kajian ini, yaitu pelaksanaan program transfer pengetahuan mengenai pemanfaatan sisa organik berupa tulang ikan menjadi produk-produk yang bermanfaat. Program transfer pengetahuan berupa latihan yang didefinisikan sebagai suatu pembelajaran terancang yang direka bentuk untuk menyampaikan latihan bagi meningkatkan keberkesanan dan kecakapan setiap individu di masyarakat sehingga merubah kelakuan, pengetahuan, dan sikap mereka. Transfer latihan merujuk kepada penggunaan pengetahuan, kemahiran, dan kelakuan yang dipengaruhi oleh suasana, dukungan peserta, dukungan sesama rekan peneliti, serta dukungan teknologi (Scobby 2001; Cascio 2003, & Noe 2002).

Rumusan yang boleh dibuat mengenai transfer pengetahuan melalui latihan berdasarkan definisi-definisi yang diutarakan oleh para pakar di atas ialah pengaplikasian pengetahuan, keterampilan dan perlakuan baru. Transfer pengetahuan yang diperoleh masyarakat dari latihan pemanfaatan sisa

tulang ikan menjadi produk yang bermanfaat untuk keperluan masyarakat agar mampu menciptakan lingkungan yang lestari serta menciptakan laju pertumbuhan ekonomi masyarakat.

Model Pelaksanaan Program Transfer Pengetahuan Pada Masyarakat Pengolah Kerupuk Lekor

Kaidah pendekatan untuk melaksanakan program ini adalah dengan melakukan penelitian masyarakat pengolahan kerupuk lekor sebagai sasaran selama tiga minggu. Aktivitas yang dilakukan selama penelitian adalah mencari informasi mengenai pengenalan lokasi, potensi sisa tulang ikan, penyediaan sampel tulang ikan, dan aktivitas pengumpulan sisa tulang ikan sehari-hari oleh masyarakat dengan kaidah wawancara langsung dengan mereka. Selanjutnya, kepala kampung diinta bekerjasama untuk membantu kelancaran program transfer pengetahuan kepada masyarakat.

Persiapan pelaksanaan program dilakukan selama enam minggu. Persiapan pelaksanaan program meliputi kajian pustaka, pengumpulan sasaran penelitian, penyediaan sampel dan peralatan, menentukan strategi yang tepat untuk menjelaskan pembuatan hidroksiapatit. Agar mudah dipahami masyarakat, sampel hidroksiapatit ditunjukkan kepada masyarakat sasaran dan dilakukan penayangan video cara pembuatan hidroksiapatit agar masyarakat memperoleh gambaran dalam pembuatan hidroksiapatit dari sisa tulang ikan.

Kaidah yang dilakukan dalam pelaksanaan program adalah penyediaan sampel dan cara pembuatan pengolahan sisa tulang ikan menjadi hidroksiapatit, menggunakan metode ceramah, tanya jawab, dan demonstrasi. Selain itu juga peneliti memotivasi masyarakat untuk menggunakan hidroksiapatit melalui cara memberitahukan kelebihan hidroksiapatit sebagai bahan pembuang logam berat yang baik untuk

mengatasi pencemaran lingkungan, menyelia masyarakat dengan menekankan cara pembuatan yang tidak memerlukan alat canggih, serta penggunaan hidroksiapatit yang mudah. Pelaksanaan penyuluhan dilakukan selama dua minggu, aktivitas pendampingan selama satu minggu, evaluasi dan laporan akhir selama lima minggu. Aktivitas pendampingan merupakan bentuk evaluasi pelaksanaan program.

Penelitian

Penelitian dilakukan tiga kali. Pada penelitian pertama dilakukan wawancara secara langsung dengan kepala kampung dan masyarakat pesisir di kawasan program. Hasil yang diperoleh dari wawancara tersebut adalah keseharian masyarakat pesisir yang berada di kawasan program yang sepanjang hari berada di sekitar pantai karena sebagian besar masyarakat pesisir bekerja sebagai pengolah kerupuk lekor.

Oleh karena itu, pelaksanaan penyuluhan dilakukan malam hari setelah masyarakat bekerja seharian. Hasil pengolahan tergolong sangat besar dengan adanya sisa tulang ikan yang tidak dimanfaatkan bahkan dibuang dalam jumlah yang besar juga. Dengan demikian, masyarakat di kawasan ini berpotensi untuk menjadi masyarakat sasaran pada program penyuluhan. Pertemuan dengan ketua kampung menghasilkan kesepakatan yakni ketua kampung bersedia membantu kelancaran program selama penyuluhan berlangsung.

Penelitian kedua dilakukan untuk memastikan bentuk kerja sama dengan ketua kampung dan menjelaskan rencana aktivitas yang akan dilakukan. Penelitian ketiga dilakukan untuk memastikan bentuk aktivitas dan beberapa hal yang diperlukan dalam acara tersebut. Hasil yang diperoleh dari penelitian ketiga adalah tanggapan baik dari kepala kampung yang diwujudkan dengan kesediaan ketua kampung untuk memublikasikan dan

menyediakan berbagai kemudahan yang diperlukan ketika program berlangsung seperti kursi, lampu, dan *sound system*. Masyarakat sasaran yang dianggap lebih tepat atau sesuai dengan tujuan program ini adalah yang memiliki potensi sisa tulang ikan yang besar yaitu sebagian besar masyarakat bermata pencaharian sebagai pengolah kerupuk lekor.

Pembuatan Sampel

Pembuatan sampel merupakan tindak lanjut dari kajian teori yang bertujuan membuat strategi yang tepat untuk menjelaskan cara pembuatan hidroksiapatit sehingga diharapkan masyarakat boleh memahami dengan mudah. Pembuatan sampel dilakukan pada pertemuan selanjutnya yaitu di laboratorium Jabatan Sains Fizik-Fakulti Sains dan Teknologi-Universiti Malaysia Terengganu (UMT).

Hidroksiapatit (HA) dihasilkan melalui proses pembakaran tulang-tulang ikan yang diambil dari sisa pengolahan kerupuk lekor yang ada di kawasan masyarakat Mengabang Telipot Kuala Terengganu. Proses penghasilan HA mencakup pembersihan tulang ikan mentah dan pemrosesan tulang ikan menjadi serbuk. Serbuk tersebut diayak hingga ukuran yang berbeda yaitu 25 μm , 53 μm , and 150 μm . Ini diikuti oleh pembakaran dengan suhu yang berbeda yaitu dari 900 °C sampai 1200 °C selama 2 jam. Warna tulang ikan mentah serta yang telah dibakar juga dikenal pasti. Serbuk-serbuk tulang ikan ini dikaji dengan menggunakan Fourier Transform Infra Red Spectrometer (FTIR), X-Ray Powder Diffraction (XRD), and Tabletop Microscope (TM).

Analisis Morfologi Hidroksiapatit dengan SEM, FTIR, dan X-RD

SEM dapat memberikan informasi tentang struktur mikro permukaan sampel dan melihat morfologi serbuk HA. Hasil analisis

SEM dengan pelarut air serbuknya terlihat gumpalan, akan tetapi dengan semakin naiknya suhu pembuatan, luas permukaan butir mengecil sehingga gumpalan yang terbentuk semakin kecil. Ini menunjukkan pembentukan kristal semakin meningkat. Sementara itu, pengotor utama dalam hidroksiapatit adalah karbonat yang diidentifikasi dari hasil FTIR. Fasa sekunder dalam hidroksiapatit adalah Calcium Oxide yang merupakan hasil degradasi termal perlakuan panas pada hidroksiapatit. Dari hasil analisis data dengan menggunakan metode karakterisasi X-Ray Diffraction (XRD), Scanning Electron Microscopy (SEM), dan Spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR) adalah untuk memperoleh hidroksiapatit yang optimum. Hidroksiapatit itu bersifat kristalin dan mempunyai kekuatan mekanik yang tinggi.

Dari hasil data dan dianalisis selepas dilakukan pengujian terhadap FTIR-XRD dan TM dan dibandingkan dengan hasil kajian lepas para peneliti lain sebelumnya membuktikan bahwa HA tulang ikan yang paling sesuai dihasilkan adalah HA tulang ikan dengan ukuran partikel 25 μm yang telah dibakar pada suhu 1100 °C selama 2 jam.

Penayangan Video Cara Pembuatan Hidroksiapatit Tulang Ikan

Pada pelaksanaan penyuluhan akan diputar video tentang cara pembuatan hidroksiapatit agar masyarakat mempunyai gambaran mengenai pembuatan hidroksiapatit sehingga lebih mudah dalam menjelaskan cara pembuatan hidroksiapatit. Oleh karena itu, sebelum penyuluhan dilakukan perlu dibuat video cara pembuatan hidroksiapatit yang dilakukan pada pertemuan di laboratorium tersebut. Dalam proses pembuatan video ini cara-cara membuat hidroksiapatit dari tulang ikan dilakukan secara terperinci dan bertahap. Hasil yang diperoleh adalah sebuah video cara pembuatan hidroksiapatit yang disimpan dalam bentuk CD.

Pelaksanaan Program Transfer Pengetahuan Hidroksiapatit Tulang Ikan

Pelaksanaan program penyuluhan hidroksiapatit dilakukan dua kali selama dua minggu dengan dua tahap yakni tahap pertama penyuluhan hidroksiapatit dan cara pembuatan hidroksiapatit dari sisa tulang ikan. Tahap yang kedua adalah cara penggunaan hidroksiapatit untuk mengatasi pencemaran lingkungan. Pelaksanaan pertama dilakukan program penyuluhan hidroksiapatit. Pada penyuluhan hidroksiapatit ini dilaksanakan secara dua tahap, tetapi lebih menekankan pada tahap penyuluhan hidroksiapatit dan teknik pembuatan tulang ikan menjadi hidroksiapatit kepada masyarakat pesisir kawasan Mengabang Telipot.

Masyarakat pesisir kawasan Mengabang Telipot belum mengetahui sama sekali tentang hidroksiapatit sehingga perlu dilakukan pengenalan hidroksiapatit terlebih dahulu. Acara diawali dengan pembukaan atau pengenalan hidroksiapatit dan acara dilanjutkan dengan pemutaran video cara pembuatan hidroksiapatit dari tulang ikan yang sebelumnya telah dibuat di laboratorium. Seluruh kumpulan sasaran dan pihak-pihak yang terlibat yang hadir memperhatikan dengan sungguh-sungguh video yang diputar.

Setelah pemutaran video, penjelasan cara pembuatan hidroksiapatit disampaikan oleh peneliti sebagai pemateri program. Penjelasan tersebut akan mendapat respon positif dari kumpulan sasaran dengan pertanyaan yang mereka ajukan. Cara pembuatan hidroksiapatit dilakukan dengan kaidah demonstrasi dan meminta beberapa orang dari masyarakat sebagai perwakilan untuk melihat lebih dekat cara pembuatan hidroksiapatit.

Acara diakhiri dengan pembagian hidroksiapatit. Hidroksiapatit dibagikan agar masyarakat dapat mencoba menggunakan hidroksiapatit untuk mengatasi pencemaran lingkungan. Hasil yang diperoleh dari penyuluhan pertama ini nantinya diharapkan masyarakat akan menyambut baik program

untuk bersemangat mengikuti latihan selanjutnya.

Pelaksanaan kedua dilakukan untuk melihat cara penggunaan hidroksiapatit tersebut untuk keperluan masyarakat. Pada pelaksanaan ini lebih mengutamakan pada tahap cara penggunaan hidroksiapatit untuk pembersihan air di laut maupun perumahan pribadi. Peserta yang mengikuti program pada pertemuan ini diharapkan agar lebih mengetahui cara penggunaan hidroksiapatit dengan berbagai perlakuan, khususnya takaran yang tepat, dan perhitungan kadar hidroksiapatit dalam kandungan air.

Sebelum acara selesai, ada tanggapan tentang aktivitas ini dari perwakilan masyarakat yaitu dari Persatuan Nelayan yang merupakan wadah organisasi para nelayan, pedagang ikan yang berada di kawasan program, serta khususnya pengolahan kerupuk lekor di kawasan tersebut. Setelah acara selesai nantinya akan dilakukan *feedback* seluruh aktivitas melalui kerjasama dengan perwakilan Perhimpunan Nelayan yang disaksikan oleh pihak CSD (*Community Socioeconomics Development*), JKK (Jabatan Ketua Kampung), ECER, pihak LKIM (Lembaga Kemajuan Ikan Malaysia), dan Jabatan Perikanan. Pembahasan tersebut nantinya akan menghasilkan kesepakatan bahwa akan melakukan pengurusan sisa tulang ikan dan pemanfaatannya untuk produk hidroksiapatit yang akan diberikan oleh pihak pelaksana program. Jika penggunaan hidroksiapatit dalam mengatasi pencemaran lingkungan ini dianggap lebih efektif dan ekonomis, mereka akan melakukan respons yaitu dengan segera bekerjasama dengan pihak pemerintah setempat, LKIM, dan Jabatan Perikanan daerah untuk membuat hidroksiapatit sendiri dalam jumlah besar. Selain itu, masyarakat meminta pihak pengelola program ini untuk membantu dalam penyediaan hidroksiapatit dan membantu memberitahukan kepada pihak pemerintah daerah (PEMDA) bahwa nelayan, pedagang ikan serta pengolah kerupuk lekor khususnya

di kawasan itu, sangat memerlukan solusi dari PEMDA.

Pendampingan Program Transfer IPTEK

Berdasarkan aktivitas program transfer pengetahuan kepada masyarakat, dilakukan aktivitas pendampingan yang bertujuan untuk membantu masyarakat pesisir dalam membuat dan menggunakan hidroksiapatit dari pemanfaatan sisa tulang ikan. Aktivitas pendampingan nantinya akan dilakukan dua minggu selepas acara penyuluhan yaitu di kawasan Mengabang Telipot. Aktivitas ini bertujuan untuk membantu masyarakat pesisir dalam pembuatan dan penggunaan hidroksiapatit agar mereka tidak mengalami kesulitan dalam program terkait.

Aktivitas pendampingan perlu dilakukan karena masyarakat memerlukan transfer latihan secara langsung. Pada aktivitas pendampingan ini, CSD berfungsi sebagai fasilitator dengan membantu warga masyarakat yang mengalami kesulitan dalam melakukan latihan. Selain itu, pihak peneliti bekerja sama dengan ECER dan LKIM serta Jabatan Perikanan untuk memantau jalannya aktivitas kumpulan sasar dalam pembuatan dan penggunaan hidroksiapatit.

Berdasarkan tata tertib acara program yang dibuat tersebut diharapkan warga tertarik dengan acara penyuluhan hidroksiapatit karena sangat diperlukan untuk dapat meningkatkan kehidupan ekonomi mereka. Hal tersebut disebabkan masyarakat pesisir untuk saat ini merasa kesulitan untuk membuat hidroksiapatit karena bahan yang digunakan memerlukan pengolahan melalui dukungan teknologi, fasilitas laboratorium, serta peralatan-peralatan UMT.

SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan di atas, dapat disimpulkan:

1. Hidroksiapatit (HA) dihasilkan melalui proses pembakaran tulang-tulang ikan yang diambil dari sisa pengolahan kerupuk lekor yang ada di kawasan masyarakat Mengabang Telipot Kuala Terengganu. Proses penghasilan HA mencakup pembersihan tulang ikan mentah dan pemrosesan tulang ikan menjadi serbuk. Serbuk tersebut diayak kepada ukuran yang berbeda yaitu 25 μm , 53 μm and 150 μm . Ini diikuti oleh pembakaran dengan suhu yang berbeda yaitu dari 900 °C sampai 1200 °C selama 2 jam. Warna tulang ikan mentah serta yang telah dibakar juga dikenal pasti. Serbuk-serbuk tulang ikan ini dikaji dengan menggunakan Fourier Transform Infra Red Spectrometer (FTIR), X-Ray Powder Diffraction (XRD), and Tabletop Microscope (TM).
2. Program transfer ilmu melalui latihan mengenalkan hidroksiapatit kepada masyarakat pengolahan kerupuk lekor dilakukan dengan menggunakan kaidah ceramah, wawancara dan demonstrasi, pendampingan dan pemantauan.
3. Memotivasi para masyarakat agar memperoleh maklumat mengenai manfaat atau kelebihan hidroksiapatit.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, et al. 1999. Upwelling and fish factory waste as nitrogen sources for suspended cultivation of *Gracilaria gracilis* in Saldanha Bay. South Africa. *Hydrobiologia*. 398/399.455-462
- Arner.1999. Arner, R. 1999. Northern Virginia: A model in integrated waste management. <http://www.nvpdc.state.va.us/arner/ra-wa1.htm>.
- Bauld & Hickman .1998. Waste Management in Nova Scotia: Aggressive Diversion in the Halifax Regional Municipality, Solid Waste & Recycling,14-40

- Brunner & Ernst .1986. Alternative methods for the analysis of municipal solidwaste. Waste Management & Research. Volume 4, Issue 2, June 1986, Pages 147–160.
- Cascio, W. F. (2003). Managing Human Resources 6 th edition: Productivity, Quality of Work Life, Profits. New York: Mc-Graw Hill.
- Clarke. M. J. 1993. Integrated municipal solid waste planning and decision-making in New York City: The citizen’s alternative plan. Journal Air and Waste Management. 43 (4) : 453-462
- Cooper. J. 1995. Integrated waste management option takes shape. Journal Materials Cycling Week. 165 (4). 10-11, 13.
- Cooper. J. 1996. Integrated waste management in Vienna. Journal Waste Management., 16-17.
- Habitat Conference. 1999. Integrated solid waste collection system in the City of Olongapo, Philipines.
(<http://www.hsd.ait.ac.th/bestprac/olongapo.htm>).
- Isaacs.1998.Advancement in municipal waste management policy & programs: Canadian experience.Roundtable on Urban Solid Waste Management.Held on Bolivia,Brazil 27-28 September 1998.
- Ishizuka, Hijasima dan Macer.1995. Environmental analysis and solid waste in Taiwan –Roc.Proceeding of the UNESCO-University of Tsukuba International Seminar on Traditional Technology for Environmental Conservation and Sustainable Development in the Asia Pacific Region, held in Tsukuba Science City, Japan, 11-14 December 1995 :139-144
- Laufenberg et al..2003. Transformation vegetable waste into value added products. Biotechnol. 22, 67–71
- Mohd. Nasir, Rakmi, Mohd.Kamil & Wan Nor Azmin .1995.Issues & problems of solid waste management in Malaysia.National Review of Environmental Quality Management in Malaysia.Bangi.Universiti Kebangsaan Malaysia
- Mohd.Nasir & Rakmi.1996.Municipal Solid Waste Management.In Environmental Management – Malaysian Perspectives.Bangi. Universiti Kebangsaan Malaysia
- Mohd.Nasir .1991.The criteria for economic evaluation of waste disposal projects in Malaysia.Paper presented at the Seminar Euro-American Experience & Malaysian Requirement in Solid Waste Management.Kuala Lumpur
- Mohd.Nasir, Nurlaily,Rakmi,Saifulah .1995.Existing Solid Waste Management & Problem in Malaysia.Dalam Privatisation of Solid Waste Management in Malaysia.Kuala Lumpur :Tabung Haji Technologies.
- Mohd.Zanuddin.1987.Pengurusan sampah sarap di kawasan perbandaran kota Bharu. Latihan Ilmiah.Bangi:Universiti Kebangsaan Malaysia
- Noe, R. A. [et al.] Suntingan: Abu Bakar Ibrahim dan Aminuddin Hj. Mohammad (2002). Pengurusan Sumber Manusia- Memperoleh Kelebihan Bersaing. Malaysia : McGraw-Hill Malaysia Sdn.Bhd
- Perea et al., 1993. Preparation and characterization of whey protein hydrolysates: Applications in industrial whey bioconversion processes. Enzyme and Microbial Technology. Volume 15, Issue 5, May 1993, Pages 418–423.
- Reschovsky & Stone .1994.Market incentives to encourage household waste recycling:‘Paying for what you throw away’ Journal of Policy Analysis and Management, Vol. 13, Iss. 1, pp.120-139.
- Sarabia et al., 2000. Extraction and characterization of gelatin from different marine fish species in Malaysia.
- Scobby, F. M. (2001). Barriers to Transfer of Training to the Workplace.
<http://www.wed.siu.edu/public/grad/respap%20reviewdsynt.pdf>
- Sharul Piazal .2000.Peranan dan keberkesanan alam flora menguruskan sisa pepejal di Bandar Klang.Latihan Ilmiah.Bangi:Universiti Kebangsaan Malaysia

