



Metode Pendinginan

Petani udang di Indonesia mengawetkan ikan dengan es dalam kotak dingin (*cool box*). Pengawetan dengan *cool box* ini menggunakan insulator dari bahan plastic busa putih atau Styrofoam setebal 2,5 cm. Sifat insulator dari Styrofoam ini terjadi karena konduktivitas dari Styrofoam yang relative rendah jika dibandingkan dengan bahan-bahan yang lain, yaitu sebesar $0,433 \text{ W/m}^\circ\text{K}$.

Faktor yang memegang peranan penting dalam mempertahankan mutu ikan adalah konstruksi peti kemasan dan bahan isolasi yang dipakai untuk menyimpan, dan mengangkut ikan. Masing-masing sisi peti terdiri atas 3 lapisan bahan yang berbeda-beda. Lapisan luar boleh terbuat dari lembaran plastic, papan kayu, plat logam (seng atau aluminium) atau kombinasi dari bahan-bahan itu. Lapisan isolasi tengah berupa isolator seperti polystyrene, atau Styrofoam. Lapisan dalam atau lining terbuat dari lembaran plastic, pelat logam, seng atau aluminium.

Tujuan pengangkutan, wadah berisolasi ini dapat dibuat berbentuk peti (*Cool box*) yang tidak terlalu berat, dan terlalu besar. Tinggi peti dibuat sedemikian rupa sehingga tinggi tumpukan ikan dan es didalamnya tidak melebihi 50 cm. Sedangkan untuk tujuan penyimpanan, cool box dapat dibuat dari peti kayu berisolasi yang lebih besar karena peti ini biasanya tidak dipindah-pindahkan. Selain itu lapisan isolasinya harus lebih tebal, yaitu $\pm 10 \text{ cm}$.

Pada pengangkutan udang hidup sistem kering digunakan kotak Styrofoam yang dilapisi karton sebagai kemasannya. Lapisan paling bawah diisi serbuk gergaji yang telah didinginkan dan kemudian udang yang telah dibius disusun di atasnya dan ditutup dengan serbuk gergaji. Setelah itu udang disusun lagi di atasnya



dan ditutup dengan serbuk gergaji. Hal ini terus dilakukan sampai kotak Styrofoam penuh. Kondisi ini juga telah dicobakan pada ikan Jambal Siam dan Baung.

Tipe kemasan dengan rak baik digunakan untuk kemasan dingin udang hidup yang terdiri atas dinding kemasan dari kotak styrofoam dan kotak karbon berukuran $30 \times 30 \times 50 \text{ cm}^3$. Isi kotak terdiri atas udang, bahan pengisi dan rak plastic. Efisiensi kemasan 70% dan biaya materi kemasan 5% dari harga udang hidup yang dikemas.

Dari seleksi susunan dan konstruksi kemasan terhadap kemasan bertingkat, berlapis, dan rak, ternyata kemasan yang paling optimum untuk pengemasan udang hidup adalah kemasan rak, dengan efisiensi kemasan sebesar 44,25% dan kapasitas dingin sebesar 122,6 KJ. Kemasan bertingkat meskipun memiliki kapasitas dingin yang tinggi (150,8 KJ) tetapi mempunyai efisiensi yang paling rendah (31,19%) sedangkan kemasan berlapis mempunyai nilai efisiensi kemasan tinggi (50%) tetapi nilai kapasitas dinginnya rendah (103,9 KJ) sehingga kedua konstruksi kemasan ini kurang efektif digunakan sebagai pengemas.

Kotak styrofoam dapat digunakan sebagai kemasan primer dalam pengangkutan ikan hidup, untuk menghindari penetrasi panas yang dapat merubah suhu di dalam kotak panas. Istilah teknis Styrofoam adalah *foamed polystyrene* (FPS) atau *expanded polystyrene*. Sifat insulator dari Styrofoam ini terjadi karena konduktifitas dari Styrofoam yang relative rendah jika dibandingkan bahan-bahan yang lain. Sifat-sifat penting dari Styrofoam sebagai bahan insulasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Sifat-sifat styrofoam sebagai bahan insulasi

<i>Sifat Styrofoam</i>	<i>Nilai</i>
<i>Densitas (Kg/m^3)</i>	15-30
<i>Konduktivitas panas ($\text{kkal/m jam } ^\circ\text{C}$)</i>	0,030
<i>Ketahanan terhadap masuknya air</i>	Baik
<i>Keamanan terhadap api</i>	Jelek
<i>Kekuatan kompresi (kg/m^2)</i>	2000

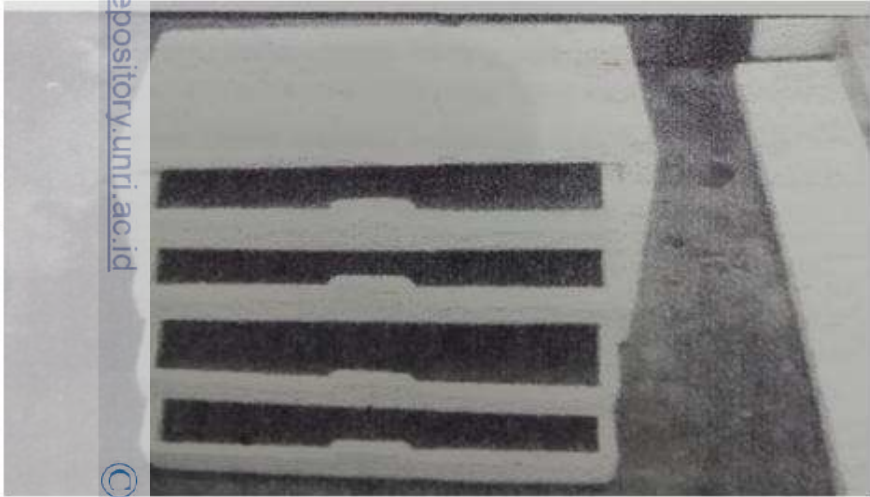
Sumber : Ilyas (1983)



1. Dianggap mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

Berdasarkan hasil percobaan menunjukan bahwa penggunaan Styrofoam untuk kemasan transportasi udang windu tambak yang disusun secara tumpuk menghasilkan mortalitas 40% untuk transportasi selam 19 jam. Kondisi yang sama dicobakan pula pada ikan Jambal Siam dan Baung, ternyata juga menghasilkan mortalitas yang tinggi yaitu 45% untuk ikan Jambal Siam selama transsportasi 21 jam dan 33% untuk ikan Baung selama transportasi 21 jam.

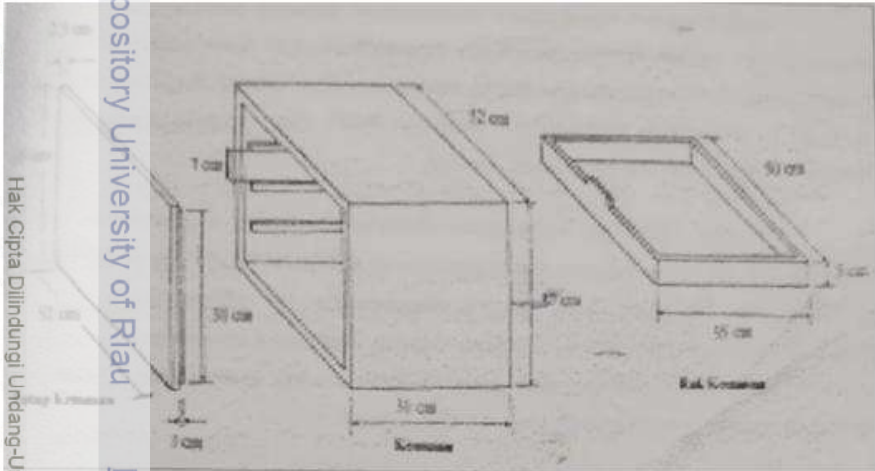
Bahan kemasan yang digunakan dalam transportasi sistem kering ini biasanya terdiri dari kotak Styrofoam dan lembaran Styrofoam. Kotak Styrofoam digunakan sebagai kemasan utama dan dilengkapi dengan rak untuk menghindari penetrasi panas yang dapat merubah suhu di dalam kemasan. Ukuran kotak Styrofoam yang digunakan adalah 52 x 37 x 31 cm (p x l x t) dengan ketebalan 2,5 cm dan dapat dilihat pada Gambar 13, 14 dan 15 sebagai berikut:



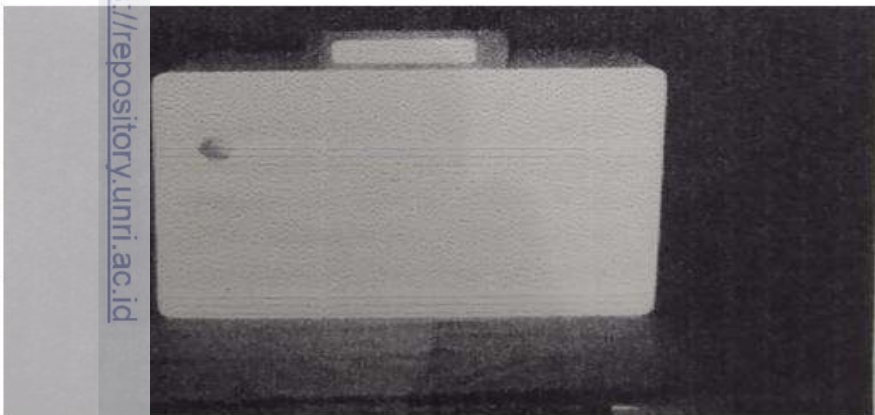
Gambar 13. Kemasan transportasi



1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Diarangi mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.



Gambar 14. Sketsa dan ukuran kemasan



Gambar 15. Kemasan jadi

Sedangkan lembaran Styrofoam dibuat berbentuk rak yang digunakan untuk meningkatkan kapasitas dari kemasan dan agar posisi ikan dalam kemasan tidak tertekan. Rak yang digunakan dibuat cukup kuat untuk menahan beban ikan dan medium serta tidak menyita tempat yang cukup besar.

Ukuran rak dari lembaran Styrofoam yang digunakan adalah 50 x 35 cm (pxl) dengan ukuran ruang kosong setebal 7cm apabila masing-masing rak disusun. Rak yang digunakan ini yang diberi lobang, untuk memungkinkan adanya sirkulasi udara dalam



kemasan. Bentuk dan ukuran rak disesuaikan dengan ukuran kotak pengemas, sehingga guncangan yang terjadi dapat dikurangi.

4.1. Penggunaan Suhu Rendah

Metoda pembusian dengan suhu rendah dapat dilakukan dengan penurunan suhu secara bertahap dan secara langsung. Metoda ini sangat baik sekali untuk komoditas perikanan yang akan dipasarkan dalam keadaan hidup baik untuk tujuan pemasaran lokal, regional, maupun tujuan ekspor. Adapun komoditas perikanan yang telah dicobakan penggunaannya yaitu Udang barong (Lobster), Udang windu tambak, dan beberapa jenis ikan (Muljanah *et al.*, 1994).

Pemingsanan dengan penurunan suhu secara bertahap dapat menimbulkan stress pada ikan dan memerlukan waktu yang panjang hingga ikan pingsan, sedangkan dengan penurunan suhu secara langsung dapat mengurangi stress selama proses pemingsanan dan mempercepat proses pemingsanan (Nitibaskara *et al.*, 2006). Teknologi transportasi ikan hidup sistem kering ini tidak dapat distandarkan untuk semua jenis ikan, karena tingkat kelulusan hidup (*survival rate*) ikan selama transportasi dipengaruhi oleh banyak faktor, sehingga setiap jenis ikan memerlukan perlakuan yang spesifik.

Metode ini sangat baik sekali untuk komoditas perikanan yang akan dipasarkan dalam keadaan hidup baik untuk tujuan pemasaran lokal, regional maupun tujuan ekspor. Adapun komoditas perikanan yang telah dicobakan penggunaannya yaitu lobster, udang windu dan beberapa jenis ikan lainnya.

Metode pemingsanan dengan penggunaan suhu rendah dapat dilakukan dengan dua cara yaitu penurunan suhu secara langsung dimana ikan langsung dimasukan dalam air yang bersuhu 10 – 15 °C. Sehingga ikan akan pingsan. Penurunan suhu secara bertahap dimana suhu air sebagai media ikan diturunkan secara bertahap sampai ikan pingsan.

4.2. Penurunan Suhu Secara Bertahap

Metode pembusian ikan dengan penurunan suhu secara bertahap ini dikenal dengan metode Taiwan. Pada metoda pembusian dengan penurunan suhu secara bertahap ikan

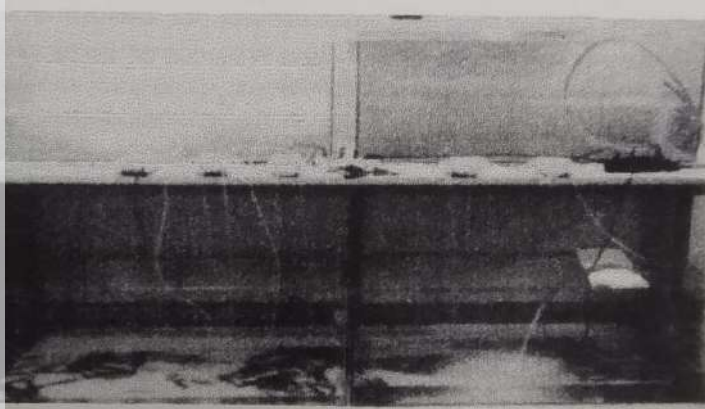


ditempatkan dalam wadah berisi air dimana habitat ikan tersebut hidup (suhu berkisar 25°C) dengan aerasi besar, suhu air diturunkan dengan menggunakan es yang dibungkus kantong plastic hingga mencapai suhu yang diinginkan (setiap spesies ikan berbeda suhu pembiasannya) dan dipertahankan selama lebih kurang 15-20 menit atau lebih tergantung pada ukuran ikan.

Biasanya kecepatan penurunan suhu yang digunakan adalah $5^{\circ}\text{C}/\text{jam}$. Oleh karena itu pembiasan dengan cara penurunan suhu secara bertahap ini mempunyai beberapa kelemahan yaitu pengerjaannya sangat rumit, waktu pembiasan terlalu lama, dan biayanya sangat besar, sedangkan kelebihanannya yaitu tingkat kelulusan hidup ikan cukup tinggi. Sebagai contoh adalah udang windu yang dibius pada suhu $16-18^{\circ}\text{C}$ menghasilkan mortalitas 40% untuk pengangkutan 19 jam dan 33,5% untuk pengangkutan 16 jam lobster.

Disamping itu pembiasan udang penurunan suhu bertahap dapat dilakukan dengan kecepatan penurunan suhu $5^{\circ}\text{C}/\text{jam}$ hingga mencapai suhu 15°C , dan pada suhu ini dipertahankan 15 menit. Tingkat kelulusan hidup dihasilkan adalah 90% selama 16 jam, 80% selama 19 jam, dan 90% selama 22 jam.

Suparno *et al.*, (1994) telah mempelajari pembiasan udang windu tambak (*pennaeus monodon* Fab.) dengan menggunakan suhu rendah yang dikombinasikan dengan waktu pendinginan secara bertahap. Pembiasan dilakukan pada suhu 19, 17, 15, dan 14°C dengan waktu 5,10,15, dan 20 menit. Hasil menunjukkan bahwa ketahanan udang windu tambak dipengaruhi oleh suhu tetapi tidak pula oleh waktu pembiasan. Suhu dan waktu pembiasan terbaik adalah 14°C dan 5-15 atau 20 menit. Pendinginan bertahap terhadap udang windu tambak pada suhu 14°C selama 10 menit mampu membuat udang dalam keadaan cukup kuat untuk pengangkutan hingga 16 jam dengan tingkat kelulusan hidup sampai 90% dan bila diperpanjang hingga 19 jam tingkat kelulusan hidupnya hanya 60%. Adapun konstruksi alat pembiasan dengan penurunan suhu secara bertahap ini dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Konstruksi alat pembiusan ikan dengan penurunan suhu secara bertahap

4.3. Penurunan Suhu Secara Langsung

Metode penurunan suhu secara langsung ini dikenal pula dengan metode Jepang *Sumiyoma*. Dalam metode ini, disiapkan air sebagai media ikan yang kita bius tersebut hidup. Selanjutnya penurunan suhu dengan mencampurkan es yang dibuat dari air sesuai dengan sumber ikan tersebut yaitu apakah air tawar atau air laut. Setelah suhu yang diinginkan tercapai, ikan dimasukkan sekaligus ke dalam air dingin tersebut dan dipertahankan selama beberapa waktu tertentu (15-20 menit) atau lebih tergantung pada ukuran ikan yang kita gunakan. Makin besar ukuran ikan yang kita gunakan maka makin lama waktu pembiusan yang dibutuhkan. pembiusan langsung ini ikan yang tidak sehat dan tidak tahan menjadi mati sehingga terjadi seleksi spontan. Akibatnya mortalitas yang dapat dipertahankan rendah.

Menurut Setia Budi *et al.*, (1995) metode pembiusan dengan penurunan suhu secara langsung dapat dilakukan dengan penggunaan air dingin suhu tertentu (tergantung pada spesies ikan yang digunakan) untuk udang windu biasanya suhu 17-18 °C dengan cara mencampurkan es yang dibuat dari air laut. Setelah suhu yang diinginkan tercapai, udang dimasukkan sekaligus ke dalam air dingin tersebut dan dipertahankan 15-17 menit. Metoda ini dapat mempertahankan mortalitas 32% untuk pengangkutan 19 jam udang windu dan 25% untuk pengangkutan 25 jam lobster.



Pembiusan udang dengan metoda penurunan suhu secara langsung dapat menghasilkan tingkat kelangsungan hidup udang windu yang paling tinggi adalah berkisar pada suhu 17-19°C dan waktu pembiusan yang optimum adalah 10 menit. Pada kondisi itu udang windu dapat dipertahankan kelangsungan hidupnya sebesar 93,75% di dalam media serbuk gergaji dingin (Setiabudi *et al.*, 1995) dan dapat dilihat pada Gambar 17 dan Gambar 18 sebagai berikut:



Gambar 17. Kondisi pembiusan ikan dengan penurunan suhu secara bertahap



Gambar 18. Kondisi ikan setelah dibius



4.4. Anestesi Dengan Arus Listrik

Anestesi ialah suatu kondisi dimana tubuh atau bagian tubuh kehilangan kemampuan untuk merasa (*insensibility*). Anestesi dapat disebabkan oleh senyawa kimia, suhu rendah, dan arus listrik (Albani *et al.*, 2008). Imotilisasi atau anestesi pada lobster air tawar dilakukan untuk menekan aktivitas lobster sehingga pada saat lobster dikemas tidak mencapit dan mudah ditangani, selain itu juga dapat menekan proses metabolisme selama transportasi (Suryaningrum *et al.*, 2007). Penggunaan arus listrik sebagai pembius ikan atau lobster masih terbilang baru, namun telah ada beberapa kajian mengenai hal tersebut. Achmadi (2005), menjelaskan bahwa penggunaan sistem elektrik dapat digunakan sebagai media pemingsanan dan pembugaran ikan. Penggunaan arus listrik dalam anestesi dapat terjadi dikarenakan adanya kejutan arus listrik yang dapat menyebabkan terganggunya kesetimbangan kationik yang mengakibatkan lobster mati rasa (pingsan) akibat sistem syaraf yang tidak berfungsi.

Menurut Achmadi (2005), adanya gangguan berupa sengatan listrik dapat mengganggu permeabilitas membran sel syaraf yang mengakibatkan keluarnya sejumlah kation (K^+) dan masuknya sejumlah anion (Cl^-) sehingga potensial membran menjadi negatif. Dalam keadaan demikian lobster kehilangan kesadarannya (*insensible*). Selain itu, diketahui bahwa adanya gangguan keseimbangan ionik dalam otak yang disebabkan sengatan listrik dapat mempengaruhi sistem kerja syaraf motorik dan pernapasan lobster.

Kuschinsky dan Lullman (1973), menyatakan bahwa gangguan keseimbangan ionik dalam otak ikan menyebabkan insang tidak dapat berfungsi secara normal dan proses distribusi oksigen yang terlarut dalam air ke dalam sel-sel darah dan insang terganggu sehingga kadar oksigen terlarut juga sangat rendah. Hilangnya kesadaran atau turunnya metabolisme basal berkorelasi dengan tegangan, kuat arus, dan daya listrik serta ukuran dan jenis ikan. Pada tegangan arus yang tepat ikan dapat pingsan bila diberi kejutan oleh arus listrik, tetapi tegangan arus listrik yang terlalu besar dapat menyebabkan kematian dan untuk tegangan arus yang kecil dapat ditoleransi ikan (Albani *et al.*, 2008). Tanda-tanda kejutan listrik yang efektif adalah kejangnya anggota tubuh, opisthotonus



(melengkungnya anggota badan dan pengejangan tubuh), bola mata merotasi ke bawah, dan kejang tonik berubah menjadi kejang klonik dengan akhirnya otot keadaan normal (Close *et al.*, 1996).

Sementara ICFAW (2010) menambahkan bahwa tanda-tanda pingsan meliputi menurunnya gerakan tubuh dan pernapasan (menurunnya aktivitas operculum), menurunnya respon secara visual, dan menurunnya refleks vestibulo-ocular (VOR, pergerakan mata). Perlakuan penggunaan arus listrik pada ikan akan menimbulkan suatu efek stimulan yang dapat mengganggu keseimbangan pada otak ikan. Ikan akan menjadi mati rasa dan lama-kelamaan akan pingsan. Menurut Mc Farland (1959), kondisi ikan pingsan dapat dikelompokkan dalam empat kategori, yaitu pingsan ringan (*light sedation*), pingsan berat (*deep sedation*), kehilangan keseimbangan serta gerak reflek tidak ada, dan roboh (*modullary collapse*). Fase pingsan berat (*deep sedation*) merupakan fase yang sangat dianjurkan untuk pengangkutan ikan, karena pada fase ini aktivitas ikan relatif terhenti. Ikan tidak terpengaruh oleh gangguan luar serta keseimbangan posisi tubuhnya tetap terjaga. Pada fase ini konsumsi oksigen dari ikan berada pada kadar dasar (*basal rate*) yang dibutuhkan untuk ikan tersebut agar tetap hidup (Mc Farland, 1959).

a) Rancang bangun alat pemingsan biota perairan

Bahan uji yang dicobakan adalah sumber listrik yang disalurkan dari PLN kemudian distabilkan tegangannya menggunakan stabilizer. Tegangan listrik yang dihasilkan lalu diatur dengan menggunakan alat pengatur tegangan listrik (*slide regulator*) dan pengecekan tegangan yang keluar dari *slide regulator* diukur menggunakan *voltmeter*. Arus listrik yang dihasilkan yaitu arus listrik bolak-balik (AC atau *alternating current*). Listrik dialirkan melalui kabel konduktor dari sumber listrik menuju penstabil tegangan, dilanjutkan ke pengatur tegangan listrik, dan diakhiri melalui dua kabel konduktor tembaga yang dicelupkan kedalam bak air. Kedua ujung tembaga yang dicelupkan hanya bagian 1 cm paling bawah dan dilakukan 16 penyetruman.

Jarak kedua ujung kabel yang dicelupkan ke dalam bak air pengujian dirancang tetap, yaitu diletakkan pada kedua sisi bak air pengujian. Setiap tingkatan tegangan yang dilakukan dapat diamati



menggunakan voltmeter. Voltmeter sebelumnya dikalibrasi menggunakan baterai komersial 1,5 volt. Air yang digunakan sebagai media penghantar listrik merupakan air yang diambil dari laboratorium yang telah diendapkan. Penempatan stik pada saat pemberian arus listrik tidak boleh bersentuhan antara sumbu positif dan negatif karena rentan terjadinya konslet.

SOAL LATIHAN

Sebutkan Sifat-sifat Styrofoam sebagai Bahan Insulasi !

Berapakah suhu minimum dan maximum pada metode suhu rendah !

Sebutkan kelebihan dan kekurangan dari Penurunan Suhu secara bertahap, langsung dan menggunakan arus listrik.

Apa prinsip dari pendinginan ?

Bagaimana karakteristik udang yang di bius dengan metode arus listrik ?

1. Dianggap mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dianggap mengutip dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.