

**PEMANFAATAN EKSTRAK LIMBAH COLD STORAGE
UDANG WINDU SEBAGAI BIOENKAPSULAN
KAROTENOID PADA ROTIFERA (*Brachionus plicatilis*)**

SKRIPSI

UMARRIFAI



UNIV. HASANUDDIN	
Tgl. Terima	17-12-02
Asal Dari	Fak. Kelautan
Banyaknya	1 Eksp.
Harga	Herdial
No. Inventaris	021717-170
No. Kias	

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2002**

RINGKASAN

UMARRIFAI. Pemanfaatan Ekstrak Limbah Cold Storage Udang Windu sebagai Bioenkapsulan Karotenoid pada Rotifer (*Brachionus plicatilis*), (dibawah bimbingan Irfan Ambas sebagai ketua dan Muh. Yusri Karim sebagai anggota).

Penelitian ini dilaksanakan di Unit Hatchery Balai Budidaya Air Payau, Takalar. Pada Bulan November 2001 sampai Januari 2002. Tujuannya untuk mengetahui pengaruh dosis dan lama pengkayaan karotenoid yang diisolasi dari limbah cold storage udang windu terhadap kadar karotenoid rotifera (*Brachionus plicatilis*). Hasilnya diharapkan menjadi salah satu teknik peningkatan nilai nutrisi *B. plicatilis* dengan pemanfaatan ekstrak limbah cold storage sebagai bahan bioenkapsulan.

Hewan uji yang digunakan adalah rotifera dengan kepadatan rotifera 500.000 ind/l yang diperkaya dengan emulsi karotenoid hasil ekstraksi limbah cold storage yang telah dicampur dengan kuning telur dan ragi roti. Masing-masing rotifera diperkaya dengan dosis yang berbeda, yaitu A1 (5 gram), A2 (10 gram) dan A3 (15 gram) dan Lama pengkayaan yang berbeda yaitu : T1 (8 jam), T2 (16 jam) dan T3 (24 jam). Penelitian ini menggunakan wadah berbentuk krucut bervolume 1,5 liter sebanyak 27 unit yang diisi media air 1 liter dan dilengkapi dengan aerasi. Data penelitian dianalisis dengan sidik ragam rancangan acak lengkap (RAL) berpola faktorial dengan dua faktor serta tiga ulangan yang dilanjutkan dengan uji Tukey.

Peubah yang diukur adalah penambahan kadar karotenoid rotifera. Pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah pengkayaan dengan menggunakan

Spektrometer pada panjang gelombang 468 nm yakni melalui persamaan $C_{ppm} = A_{468} \times V \text{ Ekstrak} / 0,2 \text{ W}$ Contoh.

Hasil penelitian menunjukkan dosis dan lama pengkayaan memberikan hasil yang berbeda terhadap penambahan kandungan karotenoid *B. plicatilis* dan kandungan kadar karotenoid yang terserap oleh *B. plicatilis* tertinggi didapatkan pada dosis 10 gram dan lama pengkayaan 8 jam dan terendah didapatkan pada dosis 5 gram dengan lama pengkayaan 8 jam.

Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Sains

Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanudin

PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR

2002

**PEMANFAATAN EKSTRAK LIMBAH COLD STORAGE
UDANG WINDU SEBAGAI BIOENKAPSULAN
KAROTENOID PADA ROTIFERA (*Brachionus plicatilis*)**

OLEH :

UMARRIFAI

**Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2002**



Judul Skripsi : PEMANFAATAN EKSTRAK LIMBAH COLD STORAGE UDANG WINDU SEBAGAI BIEONKAPSULAN KAROTENOID PADA ROTIFERA (*Brachionus plicatilis*)

Nama : UMARRIFAI

Stambuk : L 221 97 013

Program Studi : BUDIDAYA PERAIRAN

Skripsi Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Ir. Irfan Ambas, M.Sc
Pembimbing Utama

Ir. Muh. Yusri Karim, M.Si
Pembimbing Anggota



Ir. H. Hamzah Sunusi, M.Sc
Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin

Diketahui Oleh :



Dr. Ir. Edison Saade, M.Sc
Ketua Program Studi

Tanggal Lulus : 23 November 2002



RIWAYAT HIDUP

UMARRIFAI. Dilahirkan pada tanggal 3 September 1978 di Panreng- Sidrap dari Ayahanda Muh. Aris Bekka dan Ibunda Hj. St. Fatimang Laidu merupakan anak terakhir dari tujuh bersaudara.

Jenjang pendidikan yang telah ditempuh mulai dari Sekolah Dasar Negeri 4 Benteng Sidrap pada tahun 1985, kemudian berturut-turut menyelesaikan studi pada Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Panca Rijang Sidrap pada tahun 1991 dan Sekolah Menengah Umum Negeri 1 Panca Rijang pada tahun 1994. Pada tahun 1997 penulis berhasil menempuh Ujian Masuk Perguruan Tinggi Negeri dan diterima sebagai mahasiswa pada Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

Selama menjalani kegiatan akademik penulis aktif dalam berbagai kegiatan diantaranya : sebagai ketua pengelola budidaya ikan hias pada Yayasan Pengembangan Sumberdaya Akuatik (YPSA) Makassar tahun 2002, magang di Unit Pembenihan Ikan Kerapu Balai Budidaya Air Payau (BBAP) Takalar tahun 1998. Mengikuti Praktek Lapangan (PKL) di Balai Karantina Ikan Hasanuddin Makassar tahun 2001. Penulis juga aktif dalam kegiatan organisasi mahasiswa diantaranya : Wakil Ketua Himpunan Mahasiswa Budidaya Perairan (HIMA-BDP) UNHAS pada tahun 1999-2000, Ketua I Lembaga Aquatic Study Club Makassar (ASCM) pada tahun 1999-2000 dan Sekretaris Umum Ikatan Pelajar dan Mahasiswa (IPMI) Sidrap Cabang Baranti tahun 1999-2000.

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-Nya jugalah sehingga skripsi yang sangat sederhana ini dapat diselesaikan dengan judul : “ **Pemanfaatan Ekstrak Limbah Cold Storage Udang Windu Sebagai Bioenkapsulan Karotenoid pada Rotifera (*Brachionus plicatilis*)**” yang merupakan tugas akhir dalam menyelesaikan studi pada Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan , Universitas Hasnuddin.

Skripsi ini tentunya tidak dapat terselesaikan tanpa adanya dukungan dari berbagai pihak. Untuk itu, ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada Ayahanda Muhammad Aris Bekka dan Ibunda Hj. St. Fatimang Laidu serta Kakanda Marhimah atas curahan kasih sayang, doa dan dukungan yang tak terhingga sehingga penulis dapat menyelesaikan kuliah hingga tugas akhir yaitu skripsi ini.

Terima kasih pula penulis sampaikan kepada yang terhormat :

1. Bapak Ir. Irfan Ambas, M.Sc. sebagai Pembimbing Utama.
2. Bapak Ir. Muhammad Yusri Karim, M.Si sebagai Pembimbing anggota yang telah banyak memberikan bantuan fasilitas penelitian serta dukungan, bimbingan dan arahan hingga penyusunan laporan akhir ini diselesaikan.
3. Bapak pimpinan Universitas, Fakultas, Jurusan dan staf pengajar serta pegawai administrasi yang telah membantu penulis selama mengikuti pendidikan di Universitas Hasanuddin.

4. Bapak Ir. Rustam, M.Si selaku Penasehat Akademik yang telah membimbing dan memberi motivasi kepada penulis dalam pelaksanaan kegiatan akademik.
5. Bapak Kepala Balai Air Payau Takalar dan seluruh stafnya atas bantuan dan fasilitas yang diberikan selama penulis melaksanakan penelitian di Balai Budidaya Air Payau Takalar.
6. Ibu Ir. Yushinta Fujaya, M.Si selaku pemilik proyek yang banyak memberikan bantuan dan motivasi selama penelitian.
7. Temanku yang baik Moh. Zamrut, Marlan, Irwan Usman, Rahmi, Hj. Apriani, Zulfi dan Asriati atas kebersamaan, kesabaran dan bantuannya selama penelitian.
8. Sahabatku : kanda Sahrul, Alma, Fitri, Irma, Ida, Arief Khayal, Nawa, Yuyun, Malik, Hambalie, Cua, Taming, Budi, Diana, Safri, Ismail, Sugandi, Sahid, Meri, Aca, Tri, Muhlis, serta teman-teman ASCM dan Angkatan '97 yang tidak sempat penulis sebut satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, namun demikian penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan informasi berharga dalam bidang Perikanan dan senantiasa mendapat Ridho dari Allah SWT, Amin.

Makassar, November 2002

Umarrifai

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Tujuan dan Kegunaan	2
TINJAUAN PUSTAKA	
Biologi Rotifera.....	3
Karotenoid	5
Pengkayaan	8
METODE PENELITIAN	
Waktu dan Tempat	10
Materi Penelitian	10
Rancangan Percobaan	11
Prosedur Penelitian	12
Analisis Data	13
HASIL DAN PEMBAHASAN	
Kadar Karotenoid Rotifera	14
Kualitas Air	18
KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan	19
Saran	19
DAFTAR PUSTAKA	20
LAMPIRAN	24

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Rata-rata Kadar Karotenoid (ppm) <i>Brachionus plicatilis</i> Setiap Perlakuan Pada Akhir Percobaan	13

Lampiran

1.	Hasil Perhitungan kadar (ppm) Emulsi Karotenoid Sebelum dan Sesudah Pengkayaan <i>Brachionus plicatilis</i>	23
2.	Kadar Karotenoid (ppm) yang Diserap oleh <i>Brachionus plicatilis</i> Pada Dosis (gram) dan Lama Pengkayaan (jam) yang Berbeda Pada Akhir Percobaan	24
3.	Hasil Analisis Ragam Kadar Karotenoid (ppm) <i>Brachionus plicatilis</i> Pada Dosis (gram) dan Lama Pengkayaan (jam) yang Berbeda.....	25
4.	Hasil Uji BNJ Pengaruh Dosis dan Lama Pengkayaan Terhadap Daya Serap <i>Brachionus plicatilis</i>	26
5.	Hasil Pengukuran Kualitas Air Selama Percobaan.....	27



DAFTAR GAMBAR

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Tata Letak Unit Penelitian Setelah Pengacakan	11
2.	Hubungan Antara Dosis dan Lama Pengkayaan Terhadap Kadar Karotenoid Rotifera (<i>Brachionus plicatilis</i>).....	15

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Salah satu mata rantai dalam suatu unit usaha pembenihan adalah kultur makanan alami, karena ketersediaan makanan alami sangat diperlukan terutama pada stadia larva. Salah satu jenis makanan alami yang banyak digunakan pada unit-unit pembenihan saat ini adalah rotifera (*Brachionus plicatilis*) karena memiliki beberapa kelebihan antara lain mempunyai kandungan nutrisi yang cukup baik, mengandung asam-asam lemak esensial dalam jumlah yang cukup (Watanabe dan Kiron 1994). Namun demikian, masalah utama yang dihadapi oleh usaha pembenihan adalah rendahnya tingkat sintasan larva.

Karotenoid merupakan salah satu bahan yang diduga dapat meningkatkan sintasan larva. Penelitian yang dilakukan oleh Chien dan Jeng (1992), memperlihatkan bahwa penambahan karotenoid dalam pakan memberikan hasil yang signifikan dalam meningkatkan sintasan beberapa jenis larva. Karotenoid adalah zat warna yang penyebarannya di alam sangat luas dan merupakan pigmen alami yang paling beragam. Karotenoid ditemukan hampir pada seluruh makhluk hidup, mulai dari bakteri yang paling primitif dan ganggang biru hijau sampai pada tumbuhan yang paling maju dari organisme uniseluler sampai pada hewan menyusui (Latcscha 1990 dalam Tungga 1997).

Pengaplikasian karotenoid dalam pakan masih terbatas dilakukan karena masih diimpor dari luar negeri dan harganya relatif mahal, padahal dengan

menggunakan teknologi yang sederhana, karotenoid dapat diisolasi dari bahan buangan cangkang krustasea (kepiting maupun udang) (Shahidi dan Synowiecki 1991). Di Sulawesi Selatan, kepala udang merupakan limbah cold storage yang susah penanganannya karena sifatnya yang cepat membusuk (Palinggi dkk. 1998), dan jumlahnya mencapai 2.025 ton/tahun (Palinggi dkk. 2000), sehingga perlu diupayakan suatu solusi penanganannya.

Mengingat sifat rotifera yang non selektif filter feeder maka kandungan nutrisinya dapat ditingkatkan melalui pengkayaan bahan-bahan yang mengandung karotenoid seperti ekstrak kepala udang. Sehubungan dengan hal tersebut perlu dilakukan suatu penelitian tentang pemanfaatan ekstrak limbah cold storage sebagai bioenkapsulan karotenoid pada rotifera.

Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis dan lama pengkayaan karotenoid yang diisolasi dari limbah cold storage udang terhadap kandungan karotenoid rotifera (*Brachionus plicatilis*). Hasil penelitian ini diharapkan menjadi salah satu bahan informasi tentang teknik peningkatan nilai nutrisi rotifer khusus karotenoid dengan pemanfaatan ekstrak limbah cold storage udang windu.

TINJAUAN PUSTAKA

Biologi Rotifera

Sistematika rotifera menurut Barnes (1991) adalah sebagai berikut :

- Filum : Rotifera
- Kelas : Monogononta
- Ordo : Ploima
- Family : Brachonidae
- Genus : Brachionus
- Spesies : *Brachionus plicatilis*

Rotifera termasuk metazoa yang terkecil yang memiliki 1000 spesies dan 90% hidup pada air tawar. Jantan mempunyai ukuran yang lebih kecil dan kurang berkembang dibandingkan dengan jenis betina hanya berkisar 60 mikron. Tubuh semua spesies ini memiliki kira-kira 1000 sel yang berada pada daerah plasma. Pertumbuhan hewan ini disebabkan oleh meningkatnya plasma, bukan oleh perkembangan bagian sel. Pada bagian sel epidermis mengandung banyak (kumpulan) lapisan keratin yang dinamakan lorika. Di kepala rotifera terdapat organ rotatori atau korona yang lebih dikenal silia annular dan disebut rotatoria. Korona dapat ditarik masuk dengan daya penggerak dan memutar pergerakan air sebagai fasilitas dalam mengambil partikel makanan kecil (Lavens dan Sargeloos 1996).

Ukuran tubuh rotifera berkisar antara 60 – 80 mikron yang terdiri atas tiga bagian yaitu kepala, badan dan kaki atau ekor. Pemisahan bagian kepala dan kaki tidak jelas. Bagian kaki dan ekor terakhir dengan belahan yang disebut lorika. Pada

bagian kepala terdapat enam duri. Sepasang di tengah sabagai duri yang panjang. Ujung depan tubuhnya dilengkapi dengan gelang-gelang silia yang kelihatan melingkar yang berfungsi memasukkan makanan ke dalam mulutnya (Hariati 1987).

Rotifera meskipun dapat bertahan hidup pada salinitas antara 1 sampai 97 ppt, namun salinitas optimum yang diinginkan untuk reproduksi di bawah 35 ppt. Suhu untuk pertumbuhan dan reproduksi 15 – 25⁰C. Sementara tingkat pH yang diinginkan diatas 6,6 sesuai dengan alam lingkungannya, meskipun dalam kondisi kultur hasil yang terbaik diperoleh pH di bawah 7,5 (Lavens dan Sargeloos 1996).

Rotifera mempunyai daur hidup yang unik. Dalam keadaan normal dapat berkembang secara partenogenesis (bertelur tanpa kawin). Rotifera betina yang amiktik menghasilkan telur yang akan berkembang menjadi amiktik pula. Namun dalam keadaan yang tidak normal misalnya perubahan salinitas, suhu air dan kualitas pakan maka rotifera amiktik tadi telurnya dapat menetas menjadi betina miktik. Betina miktik ini kemudian akan menghasilkan telur yang berkembang menjadi hewan jantan. Bila rotifera jantan dan betina miktik tersebut kawin, maka betina miktik akan menghasilkan telur kista (dorman egg) yang tahan terhadap kondisi perairan yang sangat jelek dan tahan terhadap kekeringan. Telur kista ini akan dapat menetas lagi jika keadaan perairan telah menjadi normal kembali (Anonimus 1985).

Karotenoid

Karotenoid adalah zat warna yang penyebarannya dan merupakan pigmen alami yang paling beragam. Karotenoid terdapat hampir pada setiap makhluk hidup, dari bakteri yang paling primitif (Archebacteria) dan ganggang biru-hijau prokariotik (Schizophyceae) : mulai dari organisme uniseluler (protozoa) sampai hewan menyusui (Latscha 1990 dalam Tungga 1997).

Menurut Simpson (1982), karotenoid adalah sekelompok pigmen yang memberikan warna kuning, orange dan merah pada kulit atau eksoskeleton dari hewan air. Kuantitas dan kualitas pigmen ini pada pakan sangat penting karena dengan penambahan pigmen karotenoid pada pakan, kualitas warna bahan pangan hasil laut dapat ditingkatkan.

Nama karotenoid diberikan pertama kali pada pigmen warna yang diisolasi dari wortel pada tahun 1831 (Emodi 1978). Selanjutnya dikemukakan bahwa warna merah dari pigmen karotenoid disebabkan oleh adanya kromofor di dalam makhluk hidup dan merupakan hidrokarbon yang turunannya tersusun dari 8 unit isoprena dan membentuk alifatik-alifatik. Karotenoid peka terhadap cahaya, panas dan oksidasi.

Cangkang krustasea terutama udang dan kepiting merupakan sumber karoten yang sangat potensial dan belum dimanfaatkan dengan baik. Kuantifikasi karotenoid dari limbah olahan udang dan kepiting yang berasal dari daerah dingin menunjukkan kadar antara 119,6 dan 147 mg karotenoid/kg berat basah cangkang (Shahidi 1994).

Warna dari makanan laut sangat karakteristik. Kontribusi warna merah, kuning, orange yang ditemukan pada kulit dan tulang. Secara intensif pewarnaan dapat dibedakan tergantung dari spesies, habitat, makan. Warna kulit sangat tergantung pada jenis-jenis pigmen dari sel kromotofora. Hewan tidak dapat mensintesis pigmen karotenoid secara *de novo* dan menyerapnya dari makanan (Shahidi dkk. 1992).

Ghidalia (1985) menyatakan bahwa pada tanaman tingkat tinggi karotenoid dapat ditemukan pada daun bersama dengan klorofil. Selain itu, pigmen ini dapat juga ditemukan pada tanaman, serangga, burung, kuning telur, udang, ikan dan lain-lain.

Karotenoid yang ada pada mikroorganisme dan alga berfungsi protektif dalam kaitannya dengan efek fotosintesis dalam sel. Karotenoid juga diketahui mampu meningkatkan ketahanan sel terhadap radiasi yang menyebabkan ionisasi dan menjamin kelangsungan hidup sel-sel pada lingkungan yang memiliki kadar hidrogen disulfida, kadar garam dan temperatur air yang tinggi. Salah satu fungsi fisiologis terpenting dari karotenoid adalah peranannya sebagai pro vitamin A pada hewan. Hampir semua hewan mampu secara enzimatik menggunakan bahan karotenoid pada tumbuhan dengan struktur kimiawi tertentu menjadi vitamin A. Vitamin A berperan dalam penglihatan, pertumbuhan, reproduksi, ketahanan terhadap berbagai penyakit yang disebabkan oleh fungi dan bakteri, pertumbuhan kulit dan mukosa secara normal (Karnaikhov 1990 ; Gross 1991 ; Shimizu 1981 dalam Tungga 1997).

Penelitian yang dilakukan oleh Chien dan Jeng (1992), diketahui bahwa penambahan karotenoid dalam pakan buatan udang memegang peranan penting dalam meningkatkan sintasan. Hal ini disebabkan, meskipun karotenoid merupakan komponen biologi yang penting, namun hewan tidak dapat mensintesisnya secara *de novo*, sehingga perlu mendapatkan dari pakan. Roza dan Johny (1999) menambahkan bahwa penambahan karotenoid dalam pakan larva air itu sendiri selain pencegahan dari luar dengan menggunakan fungisida, formalin dan malachite green.

Dengan menggunakan teknologi sederhana, karotenoid dapat diisolasi dari bahan buangan cangkang kepiting maupun udang (Shahidi dan Synowiecki 1991). Pigmen karotenoid yang diisolasi dari buangan cangkang dapat digunakan sebagai pakan ikan dengan isolasi karotenoidnya diekstraksi dengan menggunakan minyak ikan. Penggunaan minyak ikan untuk ekstraksi pigmen karotenoid dapat menambah kandungan asam lemak omega-3 yang memegang peranan penting dalam sintasan dan pertumbuhan (Shahidi dkk. 1992).

Pengkayaan

Rotifera yang memiliki ukuran relatif kecil sesuai dengan bukaan mulut larva sehingga sangat penting dalam penggunaannya sebagai pakan alami. Selain memiliki kandungan gizi yang baik. Rotifera ini dapat ditingkatkan gizinya melalui pengelolaan kualitas nutrisi sehingga memungkinkan diadakannya manipulasi kualitas nutrisi secara mudah. Manipulasi kualitas nutrisi dapat dilakukan dengan

cara bioenkapsulasi sebelum diberikan kepada larva (Isnansetyo dan Kurniastuty 1995).

Penelitian tentang rotifera telah dilakukan antara lain oleh Watanabe dkk. (1983 dalam Yunus dkk. 1996) dengan meningkatkan kandungan asam lemak esensial Asam Eikosa Pentaenoat (EPA) dan Asam Dokosa Hexanoit (DHA) yang memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan dan sintasan ikan dan krustasea.

Peningkatan gizi rotifera dengan asam lemak esensial dapat dilakukan dengan menggunakan ragi omega, yaitu campuran ragi dengan omega 3, Penggunaan ragi dan omega dengan pengkayaan asam lemak esensial yang berasal dari minyak ikan, cumi-cumi berhasil baik untuk pembenihan ikan laut dan minyak ikan yang terbaik dalam peningkatan gizi adalah minyak ikan ikan cod (Waspada dkk. 1991). Selanjutnya Purba (1995) mengemukakan bahwa peningkatan gizi rotifera dengan pemberian minyak ikan cod dapat meningkatkan nilai gizi rotifera yang lebih baik dibandingkan minyak ikan lain atau alga laut.

Penggunaan minyak ikan sebagai bahan pengkayaan telah diteliti oleh Yunus dkk (1996) pada dosis 10 g minyak hati ikan cod memberikan pengaruh yang nyata dengan menghasilkan sintasan larva kepiting bakau yang terbaik. Hal yang sama juga dilakukan oleh Karim (1989) dengan pengkayaan asam lemak ω -3 HUFA (Highly Unsaturated Fatty Acids) berupa emulsi ICES dosis 0,3 hingga 0,9 g/L efektif meningkatkan kadar EFA dan DHA rotifera, pada dosis 0,6 g/L efektif meningkatkan kelangsungan hidup, pertumbuhan dan ketahanan stress larva kepiting bakau.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2001 sampai Januari 2002 di Unit Hatchery Balai Budidaya Air Payau, Takalar.

Materi Penelitian

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah rotifera (*Brachionus plicatilis*) yang diperoleh dari kultur massal di BBAP Takalar. Selama pemeliharaan *B. plicatilis* diberi pakan berupa *Chlorella* dengan kepadatan 5 juta/ml dengan umur 5 – 6 hari (Siregar 1994).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas ukur, labu erlenmeyer, sentrifugasi, timbangan, pengaduk, blender, saringan, vacuum, kertas saring Whatman No. 1, waring ukuran 60 mikron, lup, mikroskop, termometer, pH meter, handrefraktometer, spektrometer, selang dan batu aerasi.

Adapun bahan yang digunakan adalah emulsi karotenoid yang diekstrak dari kepala udang limbah cold storage dengan menggunakan minyak ikan. Bahan lain yang digunakan adalah ragi, kuning telur ayam dan aseton sebagai pelarut.

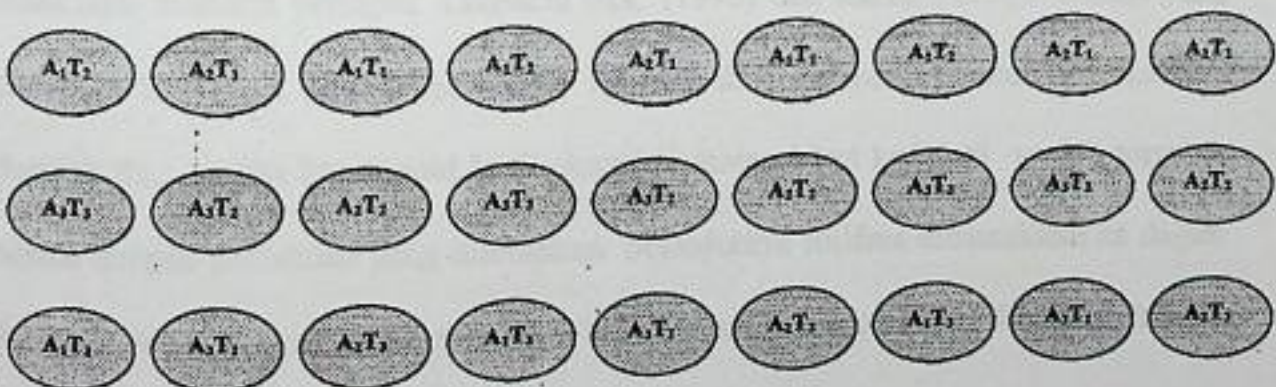
Wadah yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol aqua berbentuk kerucut bervolume 1,5 liter sebanyak 36 unit yang diisi media air sebanyak 1 liter dan dilengkapi dengan aerasi. Air media yang digunakan adalah air laut yang bersalinitas 30 – 35 ppt (Isnansetyo dan Kurniastuty 1995). Sebelum digunakan air laut tersebut disaring terlebih dahulu kemudian ditampung pada bak penampungan

untuk disterilkan, selanjutnya dari bak penampungan tersebut dialirkan ke wadah-wadah percobaan.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) berpola faktorial dengan dua faktor serta tiga ulangan. Kedua faktor tersebut adalah dosis karotenoid yang dicobakan (gram) dan lama pengkayaan (jam). Faktor pertama terdiri atas tiga taraf dosis karotenoid yaitu : A1 (5 gram), A2 (10 gram) dan A3 (15 gram), sedangkan lama pengkayaan yaitu T1 (8 jam), T2 (16 jam), dan T3 (24 jam). Setiap ulangan terdiri atas 3 ulangan, dengan demikian dalam penelitian ini terdapat 27 unit percobaan.

Penempatan unit-unit percobaan tersebut dilakukan secara acak menurut pola rancangan acak lengkap (Gasper 1991). Letak satuan percobaan setelah pengacakan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tata Letak Unit Penelitian Setelah Pengacakan

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dilakukan melalui dua tahap yaitu pertama adalah Ekstraksi karotenoid dilakukan di Laboratorium Kualitas Air, Jurusan Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin berdasarkan petunjuk Shahidi dan Synowiecki (1991) Adapun teknik ekstraksi yang dilakukan adalah hasil buangan kepala udang dari limbah cold storage kemudian dikeringkan, selanjutnya dihaluskan dengan blender. Kemudian bahan tersebut dan minyak ikan ditimbang dengan rasio bahan 1 : 4 (W/v). Setelah kedua bahan tercampur selanjutnya dimasukkan dalam oven pada temperatur 60⁰ C selama 24 jam, lalu disaring dengan menggunakan pompa vacuum dan kertas saring Whatman No.1. Hasil penyaringan merupakan emulsi karotenoid yang akan digunakan sebagai bahan pengkaya.

Tahap kedua adalah bioenkapsulasi makanan alami yang dilakukan di laboratorium Loka Budidaya Air Payau Takalar dengan Metode bioenkapsulasi dilakukan menurut petunjuk Takeuchi dkk. (1995) dan Karim (1998). Wadah yang dasarnya berbentuk krucut bervolume 1,5 liter diisi air media 1 liter dan diaerasi. Setelah itu, emulsi karotenoid hasil ekstraksi dimasukkan kedalam wadah tersebut sesuai dengan perlakuan yang diterapkan. Selanjutnya rotifera dimasukkan ke dalam media tersebut dengan kepadatan 500.000 individu/l dan aerasi tetap diberikan hingga waktu panen sesuai masing-masing perlakuan.

Pengukuran Peubah

Peubah yang diukur adalah kadar karotenoid rotifer. Kadar karotenoid yang dimaksud adalah perbedaan kadar karotenoid (ppm) yang dilarutkan ke dalam media. Pengukuran dilakukan sebelum dan sesudah pengkayaan dengan menggunakan spektrometer pada panjang gelombang 468 nm yakni melalui persamaan $C_{ppm} = A_{468} \times V_{ekstrak} / 0,2 \times W$ contoh (Shahidi dan Synowiecky 1991).

Dimana : C_{ppm} = Kadar Karotenoid (ppm)

A_{468} = Absorpsi pada panjang gelombang 468

$V_{Ekstrak}$ = Volume Ekstraksi (ml)

0,2 = Koefisien absorpsi

W Contoh = Berat sampel yang diekstrak (g)

Masing-masing perlakuan diukur tiga kali.

Sebagai data penunjang maka dilakukan pengukuran beberapa peubah kualitas air meliputi : temperatur, salinitas dan pH yang diukur sebelum dan sesudah pengkayaan. Parameter diukur dengan menggunakan termometer, pH meter dan handrefraktometer.

Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh dosis karotenoid dan lama pengkayaan terhadap kandungan karotenoid rotifera, maka data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam. Karena terdapat pengaruhnya yang nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut Tukey (Gasperz 1994).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Karotenoid Rotifera

Hasil analisis kadar karotenoid rotifera (*B. plicatilis*) setelah diperkaya dengan karotenoid yang diisolasi dari limbah cold storage udang disajikan pada Tabel 1, Gambar 2 dan Lampiran 2.

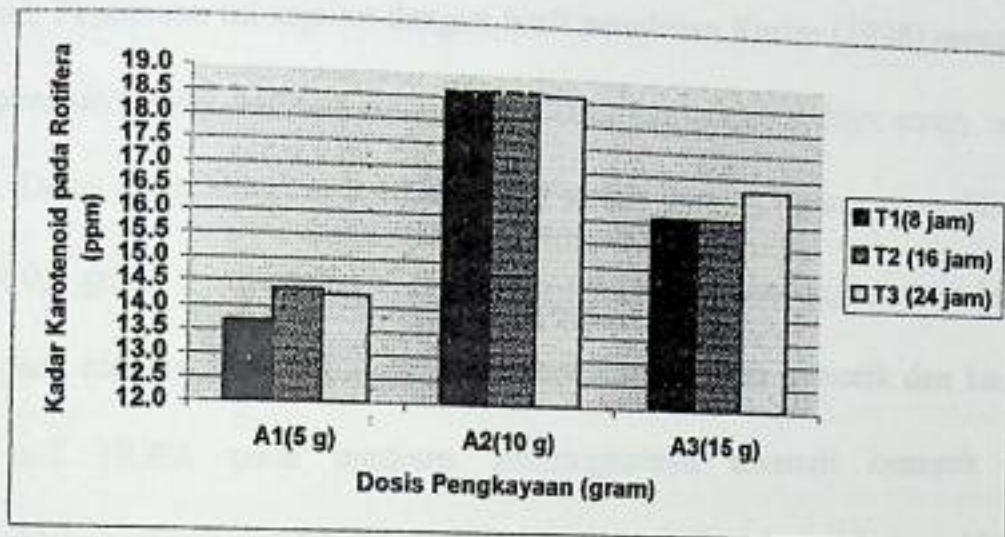
Tabel 1. Rata-rata kadar karotenoid (ppm) rotifera setiap perlakuan pada akhir percobaan.

Perlakuan (Dosis (g); Lama pengkayaan (jam))	Kadar karotenoid rotifera (ppm) \pm Sd
A ₁ T ₁ (5 gram; 8 jam)	13,68 \pm 0,053 ^a
A ₁ T ₂ (5 gram; 16 jam)	14,37 \pm 0,090 ^b
A ₁ T ₃ (5 gram; 24 jam)	14,26 \pm 0,160 ^b
A ₂ T ₁ (10 gram; 8 jam)	18,61 \pm 0,070 ^c
A ₂ T ₂ (10 gram; 16 jam)	18,64 \pm 0,260 ^c
A ₂ T ₃ (10 gram; 24 jam)	18,59 \pm 0,061 ^c
A ₃ T ₁ (15 gram; 8 jam)	16,10 \pm 0,288 ^d
A ₃ T ₂ (15 gram; 16 jam)	16,09 \pm 0,537 ^d
A ₃ T ₃ (15 gram; 24 jam)	16,37 \pm 0,344 ^d

Keterangan : Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata antara perlakuan pada taraf 5 % ($P < 0,05$).

Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa dari ketiga perlakuan dosis yang diuji, didapatkan kadar karotenoid rotifera tertinggi dicapai oleh perlakuan A₂ T₂ (10 gram; 16 jam) yakni 18,64 ppm sedangkan terendah oleh perlakuan dosis A₁ T₁ (5 gram; 8 jam) yakni 13,68 ppm.

Hubungan antara dosis dan lama pengkayaan terhadap kandungan kadar karotenoid pada rotifera disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan antara dosis dan lama pengkayaan terhadap kadar karotenoid rotifera.

Gambar 2. di atas menunjukkan bahwa kandungan kadar karotenoid rotifera tertinggi pada perlakuan 10 gram, kemudian perlakuan 15 gram dan konsentrasi karotenoid rotifera terendah didapatkan pada perlakuan dosis 5 gram.

Kemampuan daya serap maksimum oleh rotifera ditunjukkan pada perlakuan dosis 10 gram dengan lama pengkayaan yang berbeda (8, 16 dan 24 jam) tidak memberi pengaruh terhadap kadar karotenoid. Peningkatan dosis 15 gram tidak meningkatkan kadar karotenoid pada rotifera bahkan menyebabkan terjadinya penurunan daya serap rotifera

Terjadinya penurunan konsentrasi emulsi karotenoid yang terserap pada dosis 15 gram (perlakuan A₃) diduga disebabkan konsentrasi dosis emulsi karotenoid terlalu tinggi pada medium cair, sehingga proses penyerapan emulsi karotenoid oleh

rotifera kurang baik. Selain itu, kemampuan rotifera untuk menyerap emulsi karotenoid dari bahan pengkaya pada kondisi tersebut diduga sudah mencapai titik maksimal. Fenomena ini sejalan dengan hasil penelitian Karim (1998) menggunakan bahan pengkaya yang berbeda juga menemukan kemampuan daya serap maksimal rotifera. Dosis asam lemak ω -3 HUFA yang ujikan dari 0,3 gram yang ditingkatkan menjadi 0,9 gram, menyebabkan terjadinya penurunan kandungan asam lemak ω -3 HUFA pada rotifera akibat tingginya peningkatan tekanan osmotik dan kadar asam lemak ω -3 HUFA pada medium. Meningkatnya tekanan osmotik medium menyebabkan terhambatnya bahan pengkaya terserap kedalam tubuh rotifer sebagai akibat pekatnya konsentrasi bahan pengkaya pada medium. Selain itu, kemampuan rotifera untuk menyerap asam lemak ω -3 HUFA dari bahan pengkaya pada kondisi tersebut sudah maksimal, sehingga dengan pemberian dosis yang lebih tinggi sudah tidak efektif lagi.

Hasil penelitian Yunus dkk. (1996) juga menemukan adanya kemampuan maksimal daya serap rotifera yang diujikan dengan menggunakan bahan pengkaya minyak hati ikan cod. Minyak ikan yang diujikan pada dosis 5, 10 dan 15 gram ditambah 20 gram kuning telur ayam dan 5 gram ragi roti. Hasil penelitian tersebut memperlihatkan bahwa dosis 10 gram memberikan hasil yang terbaik dalam meningkatkan sintasan larva kepiting bakau.

Rendahnya kadar karotenoid rotifera pada dosis 5 gram (perlakuan A_1T_1, A_1T_2 dan A_1T_3) disebabkan oleh sedikitnya bahan pengkaya yang terdapat pada medium, sehingga penyerapan yang dilakukan oleh rotifera juga rendah.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa dosis dan lama pengkayaan berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap kadar karotenoid rotifera, akan tetapi interaksi antara dosis dan lama pengkayaan karotenoid berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar karotenoid rotifera. Selanjutnya hasil uji lanjut Tukey menunjukkan tidak ada perbedaan nyata diantara ketiga perlakuan lama pengkayaan pada dosis 10 g sedangkan pada dosis 5 dan 15 g, lama pengkayaan memberikan pengaruh nyata.

Interaksi antara dosis dan lama pengkayaan karotenoid berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kadar karotenoid rotifera. Hasil ini juga menunjukkan bahwa pengaruh positif kedua faktor tersebut saling mempengaruhi pengaruh masing-masing terhadap hasil percobaan. Terdapatnya pengaruh interaksi tersebut diduga karena adanya kesesuaian kombinasi antara dosis dan lama pengkayaan. Interaksi optimum terjadi pada kombinasi perlakuan 10 g dan lama pengkayaan 8 jam sehingga kombinasi perlakuan inilah tertinggi dalam penambahan kandungan karotenoid rotifera. Sementara kombinasi perlakuan terendah diperoleh pada dosis 5 g dengan lama pengkayaan 8 jam.

Kualitas Air

Selama percobaan dilakukan pengukuran kualitas air media pengkayaan *B. plicatilis* yang meliputi temperatur, salinitas dan pH. Temperatur air untuk semua perlakuan selama percobaan berkisar antara 29 – 31⁰ C, salinitas berkisar antara 32 – 34 ppt dan pH berkisar 8,24 – 8,32. Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), nilai-nilai kisaran parameter kualitas air tersebut layak bagi kehidupan *B. plicatilis*. Selanjutnya menurut Siregar (1994) bahwa kualitas air yang cocok bagi rotifera adalah suhu 27-29⁰C, pH 7,7 - 8,7 dengan kadar garam 28 – 30 ppt.

Lavens dan Sargeloos (1996) menambahkan bahwa meskipun *B. plicatilis* dapat bertahan hidup pada salinitas antara 1 sampai 97 ppt, namun salinitas optimum yang diinginkan untuk reproduksi di bawah 35 ppt. Suhu untuk pertumbuhan dan reproduksi 15 – 25⁰C. Sementara tingkat pH yang diinginkan diatas 6,6 sesuai dengan alam lingkungannya, meskipun dalam kondisi kultur hasil yang terbaik diperoleh pH di bawah 7,5 .



KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil percobaan ini maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dosis karotenoid dan lama pengkayaan memberikan hasil yang berbeda terhadap penambahan kandungan karotenoid *B. plicatilis*.
2. Kandungan kadar karotenoid yang terserap oleh *B. plicatilis* tertinggi didapatkan pada dosis 10 gram dengan lama pengkayaan 8 jam dan terendah didapatkan pada dosis 5 gram dengan lama pengkayaan 8 jam.

Saran

1. Perlu dilakukan percobaan lanjutan tentang pengkayaan pada *B. plicatilis* dengan sumber karotenoid yang beroda.
2. Perlu dilakukan percobaan mengenai penggunaan *B. plicatilis* yang diperkaya dengan karotenoid terhadap larva yang dibenihkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus, 1985. Budidaya Rotifer (*Brachionus plicatilis* O. F. Muller). Kerjasama antara Sub Balai Penelitian Budidaya Laut dan pantai, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian dengan Japan Internasional Cooperation Agency (JICA).
- Barnes, R.D. 1991. Invertebrate Zoology. Saunders College Publishing. United States America. Pp : 306-317.
- Chien, Y H. and S.C. Jeng. 1992. Pigmentation of Kuruma Prawn *Penaeus Japonicus* Bate, by Various Pigment Sources and Levels and Feeding Regimes. *Aquaculture*, 102 : 333-46.
- Emodi, A. 1978. Carotenoids Properties and Application. Food Chemistry. Marcel Dekker. Inc. New York.
- Ermiaati. 2001. Sintasan dan Pertumbuhan Larva ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forskal) yang Diberi Rotifer Hasil Bioenkapsulasi dengan Multivitamin. Skripsi. Jurusan Perikanan. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanudin, Makassar. 28 hal.
- Gaspersz, V. 1994. Metode Perancangan Percobaan. Armico, Jakarta.
- Ghidalia, W. 1985. Structural and Biological Aspects of Pigments : La D.E Bliss and L.H. Mantel (eds). *The Biology of Crustacea Vol 9*. Academic Press New York. pp : 301-344.
- Hariati, T. 1987. Percobaan Budidaya Rotifer (*Brachionus plicatilis*) Jenis Lokal di Laboratorium Bojonegara Serang. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut* 42 : 45-52.
- Isnansetyo dan Kurniastuty. 1995. Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton. Penerbit Kanisius, Jakarta.
- Karim, M. Y. 1998. Aplikasi Pakan Alami (*Brachionus plicatilis* dan Nauplius *Artemia*) yang diperkaya dengan asam Lemak Omega-3 dalam Pemeliharaan Larva Kepiting Bakau (*Scylla serrata* Forskal). Tesis. Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 95 hal.
- Lavens, P and Sorgeloos, P. 1996. Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture. Laboratory of Aquaculture and Artemia Reference Center. University of Ghent. Ghent, Belgium. 49-79.



- Palinggi, N. N. N Kabangga, dan Dalfiah. 1998. Tepung Kepala Udang sebagai Sumber Protein Hewani dalam Ransum Kepiting Bakau, (*Scylla serrata* Forskal), Jurnal. Penelitian. Perikanan Ind 4 (3) 45-49.
- Palinggi, N.N, N. Kabangga. Rachmansyah dan A. G, Mangawe. 2000. Potensi Bahan Baku Pakan Ikan di Sulawesi Selatan. Makalah disajikan pada Konprensi Nasional Perikanan RI, 15 - 17 Mei 2000, di Hotel Sahid Makassar.
- Purba, T. 1995. Peningkatan Gizi Rotifer Pakan Larva Ikan Kerapu Macan . Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian 17(1) : 4 - 6.
- Roza, D. and F. Johny. 1999. Penggunaan Berbagai Fungisida pada Induk Kepiting Bakau (*Scylla serrata* Forskal) pada Masa Pengeraman Telur untuk Mencegah Infeksi *Leginidium* spp terhadap Larvanya. Jurnal Perikanan 5 (1) : 58 - 69.
- Shahidi, F and Synowcky. 1991. Isoterm and Characterization of Nutrien and Value added Product from Crab (*Chinocetes opilio*) and Shrimp (*Pandalus borealis*) Processing Discards J. Agric Food Chem 39 : 1527 - 1532.
- Shahidi, F., Synowicky dan R.W. Penney. 1992. Uptake of Pigments in the Fish of Artic Charr Aquaculture Workshop Warch 12.1941. in St Johnis Newfound Land, Canada . Can Ind. Ref . Fish Aquasci, 212 : 25 - 26.
- Shahidi, F. 1994. Seafood Pracessing by Product in F. Shahidi and J.S Botta (eds). Seafoods Chemistry. Processing Technology and Quality, Blackie Academic and Professional, Glewsgow. pp 320-334.
- Simpson, K.L 1982. Carotenoids Pigmen in Seafood In RE.Martius, G.J Flick. C.E. Hobard and the Word (eds) Chemistry and Biochemistry of Marine Food Products Avi Publishing Co. Westport Ct. pp 115-136.
- Siregar, A. 1994. Pakan Ikan Alami. Penerbit Kanisius, Jakarta.
- Takeuchi, T.J.Dedi, C. Ebisawn., T. Watanabe T. Siskai, K.Hosoya and J. Nakazoe 1995. The Effect of β . Caroten and Vitamin A Enrich *Artemia* Naupli on Abnormality of Larvae. Japanese Flounder Fisheries. Science 6 (1) : 141 - 148.

- Tungga, Y. 1997. Kuantifikasi Pigmen Karotenoid dari Cangkang Kepiting Bakau (*Scylla serrata*). Skripsi. Program Budidaya Perairan. Jurusan Perikanan. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin, Makassar. 21 hal.
- Wirahadikusuma, M. 1985. Biokimia, Metabolisme Energi Karbohidrat dan Lipid. Penerbit ITB, Bandung.
- Watanabe, T and V. Kiron. 1994. Prospect in Larval Fish Dietetics Review. *Aquaculture*, 124 : 223-251.
- Waspada, Mayunar dan T faton. 1991. Upaya Peningkatan Gizi Rotifera (*Brachionus plicatilis*) Menunjang Keberhasilan Pembenihan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatum*). *Jurnal. Penelitian. Budidaya Pantai* 7(2): 73-80.
- Yunus, Suwiryo, K. Kasprijo dan Setyadi, I. 1996. Pengaruh Pengkayaan Rotifer (*Brachionus plicatilis*) dengan menggunakan Minyak hati Ikan Cod terhadap Sintasan Larva Kepiting Bakau (*Scylla serrata*). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* Vol II No. 3 : 38 - 45.

Lampiran 1. Hasil perhitungan kadar (ppm) emulsi karotenoid sebelum dan sesudah pengkayaan rotifer

Sebelum Pengkayaan

Perlakuan	Rata-rata Kadar Emulsi Karotenoid (ppm) ± Sd
A1 (5 gram)	14,66 ± 0,713
A2 (10 gram)	19,08 ± 1,113
A3 (15 gram)	21,50 ± 0,723

Sesudah Pengkayaan

Perlakuan	Kadar Emulsi (ppm) Karotenoid		
	Ulangan		
	1	2	3
A ₁ T ₁	1,02	0,20	0,56
A ₁ T ₂	1,00	0,28	0,24
A ₁ T ₃	0,92	0,38	0,40
A ₂ T ₁	0,92	0,28	0,56
A ₂ T ₂	0,54	0,24	0,44
A ₂ T ₃	0,40	0,30	0,92
A ₃ T ₁	5,65	2,65	4,66
A ₃ T ₂	5,48	4,80	4,50
A ₃ T ₃	5,08	5,80	5,15

Lampiran 2. Kadar karotenoid (ppm) yang diserap oleh *B. plicatilis* pada dosis (gram) dan lama pengkayaan (jam) yang berbeda pada akhir percobaan.

Dosis	Waktu		
	T ₁ (8)	T ₂ (16)	T ₃ (24)
A ₁ (5 gram)	13,64	14,46	14,1
	13,66	14,38	14,42
	13,74	14,28	14,26
Rata-rata	13,68	14,37	14,26
A ₂ (10 gram)	18,6	18,8	18,52
	18,54	18,34	18,64
	18,68	18,78	18,6
Rata-rata	18,61	18,64	18,59
A ₃ (15 gram)	15,86	15,86	16,84
	16,02	16,7	17
	16,42	15,7	16,34
Rata-rata	16,10	16,09	16,73

$$FK = \frac{(Total)^2}{27} = \frac{(441,68)^2}{27} = 7225,23$$

$$JK \text{ Perlakuan} = \frac{(41,04)^2 + (43,12)^2 + \dots + (16,09)^2 + (16,73)^2}{3} - FK = 95,423$$

$$JKT = (13,64)^2 + (13,66)^2 + \dots + (17)^2 + (16,34)^2 - FK = 93,702$$

$$JK \text{ Dosis} = \frac{(126,94)^2 + (168)^2 + (146,74)^2}{9} - FK = 93,702$$

$$JK \text{ Waktu} = \frac{(145,16)^2 + (147,80)^2 + (148,72)^2}{9} - FK = 0,759$$

$$JK \text{ Interaksi} = JKP - JK \text{ Dosis} - JK \text{ Waktu} = 1,073$$

Lampiran 3. Hasil analisis ragam kadar emulsi karotenoid (ppm) *B. plicatilis* pada dosis (gram) dan lama pengkayaan (jam) yang berbeda.

Sumber Keragaman	JK	DB	KT	F HITUNG	F TABEL	
					5 %	1 %
Perlakuan	95,423	8	11,9279			
DOSIS	93,702	2	46,851	785,94**	3,55	6,01
WAKTU	0,759	2	0,3795	6,36**	3,55	6,01
Interaksi	0,962	4	0,2405	4,03*	2,93	4,58
Galat	1,073	18	0,05961			
Total	96,496	26				

Keterangan :

- Berarti berpengaruh nyata pada taraf 5 % ($P < 0,05$)
- ** Berarti berpengaruh sangat pada taraf 1 % ($P < 0,01$)

$$KK = \frac{\overline{KTG}}{\bar{y}} \times 100 = 1,49\%$$

Lampiran 4. Hasil uji BNJ pengaruh dosis dan lama pengkayaan terhadap daya serap *B. plicatilis*.

Perlakuan	Rata-rata kadar karotenoid yang diserap (ppm)	Perlakuan								
		A ₁ T ₁	A ₁ T ₂	A ₁ T ₃	A ₂ T ₁	A ₂ T ₂	A ₂ T ₃	A ₃ T ₁	A ₃ T ₂	A ₃ T ₃
A ₁ T ₁	13,68	-								
A ₁ T ₂	14,37	0,69**	-							
A ₁ T ₃	14,26	0,58**	0,11 ^{ns}	-						
A ₂ T ₁	18,61	4,93**	4,24**	4,35**	-					
A ₂ T ₂	18,81	5,13**	4,44**	4,55**	0,2 ^{ns}	-				
A ₂ T ₃	18,59	4,91**	4,22**	4,33**	0,02 ^{ns}	0,22 ^{ns}	-			
A ₃ T ₁	16,10	2,42**	1,73**	1,84**	2,51**	2,71**	2,49**	-		
A ₃ T ₂	16,09	2,41**	1,72**	1,83**	2,52**	2,70**	2,48**	0,01 ^{ns}	-	
A ₃ T ₃	16,73	3,05**	2,36**	2,47**	1,88**	2,08**	1,86**	0,63*	0,64*	-

Keterangan : * = Berbeda nyata

** = Berbeda sangat nyata

$$WQ = Q_{\alpha} (P, V) \cdot \overline{Sy}$$

$$\overline{Sy} = \sqrt{\frac{0,0391}{3}}$$

$$= 0,1409$$

$$BNJ_{0,05} = Q_{0,05} (3, 18) \cdot 0,1409$$

$$= 3,61 \cdot 0,1409$$

$$= 0,5088$$

$$BNJ_{0,01} = Q_{0,01} (3, 18) \cdot 0,1409$$

$$= 4,70 \cdot 0,1409$$

$$= 0,6622$$

Lampiran 5. Hasil pengukuran kualitas air selama percobaan.

Perlakuan	Parameter		
	Temperatur	Salinitas	pH
A ₁ T ₁	29 – 31	32 – 34	8,24 – 8,32
A ₁ T ₂	29 – 31	32 – 34	8,24 – 8,32
A ₁ T ₃	29 – 31	32 – 34	8,24 – 8,32
A ₂ T ₁	29 – 31	32 – 34	8,24 – 8,32
A ₂ T ₂	29 – 31	32 – 34	8,24 – 8,32
A ₂ T ₃	29 – 31	32 – 34	8,24 – 8,32
A ₃ T ₁	29 – 31	32 – 34	8,24 – 8,32
A ₃ T ₂	29 – 31	32 – 34	8,24 – 8,32
A ₃ T ₃	29 – 31	32 – 34	8,24 – 8,32