



**PENGARUH PEMBERIAN
EFFECTIVE MICROORGANISMS 4 (EM-4)
TERHADAP PERTUMBUHAN POPULASI *Chaetoceros* sp**

**OLEH
SITTI WAHDAH**

PERPUSTAKAAN PUSAT UNIV. HASANUDDI	
Tgl. Terima	18-7-2002
Asal Dari	Fak. Kelautan
Banyaknya	1 eks.
Harga	Gratis
No. Inventaris	020/18. 094
No. K'ss	



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

**PENGARUH PEMBERIAN
EFFECTIVE MICROORGANISMS 4 (EM-4)
TERHADAP PERTUMBUHAN POPULASI *Chaetoceros sp***

Oleh

SITTI WAHDAH

Skripsi sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar sarjana
Pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan
Universitas Hasanuddin

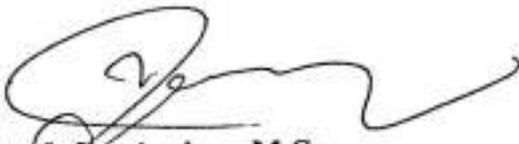
**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2002**

**Judul Skripsi : Pengaruh Pemberian Effective Microorganisms 4 (EM-4)
Terhadap Pertumbuhan Populasi *Chaetoceros* sp**

Nama : Sitti Wahdah

No. Pokok : L221 96 020

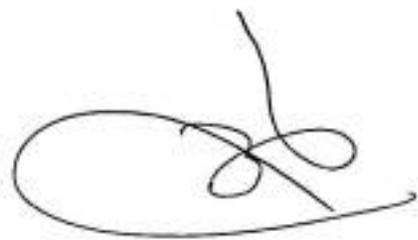
Skripsi Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh :


Ir. Irfan Ambas, M.Sc
Pembimbing Utama


Ir. Badraeni
Pembimbing Anggota

Diketahui Oleh:


Ir. H. Hamzah Sunusi, M.Sc
Dekan


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

Tanggal Lulus: 12 Maret 2002

RINGKASAN

Sitti Wahdah. Pengaruh Pemberian Effective Microorganisms 4 (EM-4) Terhadap Pertumbuhan Populasi *Chaetoceros* sp. (dibawah bimbingan Irfan Ambas sebagai ketua dan Badraeni sebagai anggota).

Penelitian ini dilaksanakan di Unit Pembenihan PT. Esaputlii Prakarsa Utama Kelurahan Mallawa Kecamatan Mallusettasi Kabupaten Barru pada tanggal 23 September sampai 27 Oktober 2001, bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai dosis EM-4 terhadap pertumbuhan populasi *Chaetoceros* sp.

Alga uji yang digunakan adalah stok murni *Chaetoceros* sp yang diperoleh dari PT Esaputlii Prakarsa Utama. Dosis EM-4 yang diuji adalah yaitu A (0,00 ml) B (0,02 ml), C (0,04 ml), dan D (0,06 ml).

Wadah yang digunakan adalah stoples bervolume \pm 3,5 liter yang diisi air media sebanyak 3 liter berjumlah 12 buah. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian EM-4 memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan populasi *Chaetoceros* sp. Rata-rata laju pertumbuhan dan puncak populasi *Chaetoceros* sp tertinggi diperoleh pada perlakuan D (0,06 ml) yaitu 1,4556 generasi/hari dan puncak populasi diperoleh pada hari ke 4 dengan kepadatan 5700000 sel/ml.



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayahNya jualah sehingga skripsi ini dapat diselesaikan

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada Bapak Ir. Irfan Ambas, M.Sc dan Ibu Ir. Badraeni selaku dosen pembimbing, yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pemikiran dalam memberikan bimbingan dan petunjuk, sejak awal penelitian sampai selesainya penyusunan skripsi ini.

Penulis Ucapkan banyak terima kasih pula kepada :

- ❖ Ibunda Siti Bulkis atas motivasi dan pengertian, doa,serta pengorbanannya selama ini. Kepada Ayahanda Gufran Anwar (Alm) atas keberadaan saya dan kebanggan yang diberikan. Juga terimakasih kepada saudaraku Hamidani atas segala pengorbanan materi, bimbingan, semangat dan doa restunya.
- ❖ Bapak Prof. Dr. Ir. H. Rajuddin Syam, M.Sc dan Ibu Ir. Liestiaty Facruddin, M.Fish selaku penasehat akademik yang telah membantu, mengarahkan dan membimbing penulis selama menjalani era akademik.
- ❖ Bapak Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Bapak Ketua Jurusan Perikanan, Bapak Ketua Program Studi BDP beserta segenap staf dosen yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang sangat berharga, bagi pengembangan ilmu dan pemikiran kami.

- ❖ Bapak Pimpinan PT. Esaputlii Prakarsa Utama Ir. H. Muh. Ishak, Bapak Ir. Muhammad Sakti, Bapak Ir. Joko, beserta seluruh karyawan Pt. Esaputlii Prakarsa Utama, atas segala bantuannya, baik moril maupun materil.
- ❖ Pt. Kapas Garuda Putih (Bapak Ir. Bachtiar) atas segala bantuannya serta informasi yang diberikan kepada penulis.
- ❖ Terimakasih kepada keluarga Bapak Ridwan yang telah menerima dan menyediakan sarana dan prasarannya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.
- ❖ Ucapan terimakasih buat sahabat-sahabatku QQ, Rini, Qadri, Ermi, Nini, Tini, Yati, Nandar, Ancha, Ippank, Anchu, Tomi, Iphe, Undink, Lis, Baya, Iccank, Hamdan, Bram, Qidah dan Uli atas kekompakannya selama ini, dan teman-teman KKN Bengo (Ancha, Ratna, Budi, Ros, Basir, Anshar, Haerul, dan Cornel), serta segenap pihak yang telah membantu hingga rampungnya skripsi ini.

Akhirnya penulis berharap semoga hasil-hasil yang dituangkan dalam skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi siapa saja yang membutuhkannya, khususnya bagi pribadi penulis, dan dapat memberikan sumbangsih yang besar bagi pengembangan dan pengelolaan pembenihan ikan dan udang di hatchery. **Amin Ya Rabbal Alamin .**

Makassar, Maret 2002

Sitti wahdah

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Tujuan dan Kegunaan	2
TINJAUAN PUSTAKA	
Klasifikasi dan Morfologi	3
Reproduksi dan Pertumbuhan	4
Kualitas Air	5
Pupuk Organik	8
Effective Microorganisms 4	10
MATERI DAN METODE PENELITIAN	
Waktu dan Tempat	13
Materi Penelitian	13
Prosedur Penelitian	14
Rancangan Percobaan	15
Pengamatan Peubah	16
Analisa Data	17
HASIL DAN PEMBAHASAN	
Pertumbuhan Populasi	18
Laju Pertumbuhan	21

Kualitas Air	23
KESIMPULAN DAN SARAN	
Kesimpulan	25
Saran.....	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN.....	29

DAFTAR TABEL

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Unsur Hara yang Terkandung dalam Pupuk Kandang.....	9
2.	Peubah Kualitas Air yang Diukur, Alat yang Digunakan dan Waktu Pengamatan.....	17
<u>Lampiran</u>		
1.	Hasil Perhitungan Pertumbuhan Populasi <i>Chaetoceros</i> sp (sel/ml) pada Setiap Pengamatan.....	29
2.	Pengujian Kehomogenan Ragam untuk Puncak Populasi <i>Chaetoceros</i> sp.....	30
3.	Hasil Perhitungan Analisis Ragam Puncak Populasi <i>Chaetoceros</i> sp (sel/ml).....	32
4.	Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Populasi <i>Chaetoceros</i> sp (sel/ml).....	34
5.	Pengujian Kehomogenan Ragam Laju Pertumbuhan <i>Chaetoceros</i> sp.....	35
6.	Hasil Perhitungan Analisis Ragam Laju Pertumbuhan Populasi <i>Chaetoceros</i> sp (generasi/hari).....	37
7.	Hasil Uji Beda Nyata Terkecil Laju Pertumbuhan <i>Chaetoceros</i> sp (generasi/hari).....	39

DAFTAR GAMBAR

Nomor	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Tata Letak Wadah-Wadah Percobaan Setelah Pengacakan.....	15
2.	Grafik Pertumbuhan Populasi <i>Chaetoceros</i> sp pada Setiap Perlakuan.....	18
3.	Grafik Laju Pertumbuhan <i>Chaetoceros</i> sp pada Setiap Perlakuan	21

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Usaha pembenihan baik ikan maupun udang sangat tergantung pada pakan alami. Hal ini disebabkan saluran pencernaan larva masih sederhana dan mempunyai ukuran mulut yang kecil sehingga memerlukan pakan yang berukuran kecil, mudah dicerna, mengandung nutrisi yang diperlukan larva serta enzim untuk membantu mencerna makanan tersebut. Sejauh ini peranan pakan alami belum dapat digantikan sepenuhnya oleh pakan buatan sebab pakan alami selain mudah dicerna juga mengandung enzim yang diperlukan larva (Lavens and Sorgeloos 1996).

Jenis pakan alami yang banyak dikultur pada usaha pembenihan adalah diatom (*Skeletonema costatum*, *Thalassiosira pseudonana*, *Chaetoceros gracillis*, *C. calcitrans*), flagellata (*Isochrysis galbana*, *Tetraselmis suecica*, *Monochrysis lutheri*), dan Chlorophyceae (*Chlorella* spp) (Lavens and Sorgeloos 1996). *Chaetoceros* merupakan salah satu kelompok diatom yang banyak dikultur sebagai pakan larva udang sebab alga ini mudah dibudidayakan dan mudah dicerna karena memiliki dinding sel yang cukup tipis (Kontara, dkk. 1989).

Untuk mendapatkan pertumbuhan sel *Chaetoceros* sp yang tinggi diperlukan media yang cocok untuk perkembangannya. Media dimaksud selain memiliki faktor lingkungan yang optimum juga harus menyediakan unsur hara yang cukup. Effective Microorganisms (EM-4) merupakan salah satu bahan yang dapat

menyediakan media hidup yang baik bagi pertumbuhan alga karena EM-4 selain dapat meningkatkan kualitas air, juga dapat mempercepat perkembangan phytoplankton dan zooplankton yang merupakan pakan hewan budidaya (Anonim 2000).

EM-4 merupakan kultur campuran dari mikroorganisme yang menguntungkan yaitu *Lactobacillus* sp, ragi, bakteri fotosintetik, *Actinomyces* dan jamur pengurai selulose, untuk memfermentasi bahan organik menjadi senyawa yang mudah diserap (Anonim 1995).

Oleh sebab itu untuk melihat sejauh mana EM-4 dapat memacu pertumbuhan populasi *Chaetoceros* sp, maka penelitian ini dilakukan.

Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai dosis EM-4 terhadap pertumbuhan populasi *Chaetoceros* sp.

Kegunaannya adalah meningkatkan produksi algae khususnya *Chaetoceros* sp sebagai makanan alami pada kegiatan pembenihan ikan dan udang di hatchery.



TINJAUAN PUSTAKA

Klasifikasi dan Morfologi

Klasifikasi *Chaetoceros* sp menurut Sachlan (1972) adalah sebagai berikut

- Divisio : Chrysophyta
Class : Bacillariopyceae
Ordo : Centrales
Family : Chaetoccae
Genus : *Chaetoceros*
Species : *Chaetoceros* sp

Menurut Djarijah (1995), bahwa diatom dari ordo centrales mempunyai bentuk silinder dengan ukuran yang bermacam-macam, diantaranya adalah *Chaetoceros calcitrans* berukuran 4 mikron. Selanjutnya Newel and Newel (1977), bahwa *Chaetoceros* biasanya mempunyai sel-sel yang berbentuk oval dan mempunyai duri yang tipis pada setiap akhir prostula.

Susunan diatom mirip sebuah kotak yang ada tutupnya dan mempunyai dinding sel yang mengandung silikat (SiO_2) (Mujiman 1984). Selanjutnya Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), bahwa pada kultur *Chaetoceros* ini berwarna kuning keemasan hingga coklat. Karotenoid dan xantofil merupakan pigmen yang dominan.

Menurut Sachlan (1972), bahwa biarpun dinding-dinding diatom sangat keras dan tidak dapat membusuk atau larut dalam air, namun karena dinding diatom porous, yang terdiri dari tutup dan wadah yang mudah terbuka, maka enzim-enzim dapat melarutkan isi sel diatom.

Reproduksi dan Pertumbuhan

Perkembangan diatom pada umumnya terjadi melalui pembelahan sel. Sebuah sel induk akan terbelah menjadi dua buah sel anak. Salah satu sel anak itu mendapatkan bagian tutup kotak, dan sel anak satunya lagi mendapatkan bagian dasar kotak. Sel anak yang mendapatkan bagian tutup kotak, besarnya akan sama dengan sel induknya. Sedangkan sel anak yang mendapatkan bagian dasar kotak, akan lebih kecil daripada sel induknya. Hal ini disebabkan masing-masing sel anak, baik yang mendapat bagian tutup maupun dasar kotak, nantinya senantiasa akan menggunakan cangkang sel induknya itu menjadi tutup kotak. Dengan cara pembelahan sel tersebut, maka makin lama makin banyak jumlah sel-sel anakan yang ukurannya semakin kecil. Apabila sudah sampai pada batas terkecilnya, maka mereka akan keluar dari cangkang selnya. Isi sel tanpa cangkang itu akan membesar hingga ukurannya sama dengan sel induknya yang semula. Setelah itu barulah mereka membuat cangkang yang baru. Isi sel yang keluar dari cangkang itu dinamakan auksospora (Mujiman 1984).

Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), bahwa penurunan kepadatan phytoplankton ditandai dengan perubahan kondisi optimum yang dipengaruhi oleh temperatur, cahaya, pH, air, dan unsur hara yang ada, dan beberapa kondisi lingkungan yang lain. Ada empat fase pertumbuhan phytoplankton yaitu fase istirahat (populasi tidak mengalami perubahan, sedangkan ukuran sel pada saat itu umumnya meningkat), fase eksponensial (pembelahan sel dengan cepat dan biasanya mencapai puncak), fase stasioner (pertumbuhan mulai mengalami penurunan), dan fase kematian (kematian lebih cepat daripada laju reproduksi).

Umumnya alga *Chaetoceros* bisa diberikan sebagai makanan alami larva udang dan telah mencapai puncak setelah 4 – 5 hari masa pemeliharaan (Kontara, dkk. 1989).

Kualitas Air

Parameter kualitas air yang mempengaruhi pertumbuhan phytoplankton khususnya *Chaetoceros* sp antara lain suhu, cahaya, salinitas, pH, amonium dan nitrat.

Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting bagi pertumbuhan organisme, karena suhu sangat berpengaruh terhadap proses kimiawi dan biologi. Kaidah umum menunjukkan bahwa reaksi kimia dan biologi meningkat dua kali lipat untuk setiap kenaikan suhu sebesar 10°C (Cholik, dkk. 1991).

Menurut Mc. Vey (1983 *dalam* Nasrum 1989), bahwa suhu sangat penting dalam kultur algae di dalam laboratorium, karena sangat mempengaruhi aktivitas enzim dalam metabolisme sel. Semua species *Chaetoceros* toleran pada temperatur air yang tinggi. Bila pemeliharaan *Chaetoceros* dilakukan pada temperatur 20°C – 30°C terjadi pertumbuhan yang maksimal dan pada temperatur 37°C terjadi pertumbuhan yang normal, sedangkan pada temperatur 25°C – 30°C terjadi pertumbuhan optimum. Sedang Mujiman (1984) mengatakan bahwa suhu yang baik untuk pertumbuhan diatom adalah 21°C – 28°C. Bila suhu lebih tinggi dari 28°C, pertumbuhannya kurang baik. Untuk menumbuhkan diatom diruang laboratorium, suhu dibawah 21°C (15 – 20°C) masih berpengaruh cukup baik.

Air kurang begitu transparan apabila dibandingkan dengan atmosfer, akibatnya intensitas cahaya di dalam habitat perairan akan lebih rendah dibandingkan intensitas cahaya pada habitat terestrial. Disamping itu intensitas cahaya berkurang secara nyata dengan bertambahnya kedalaman air, pengaruh ini semakin meningkat apabila banyak terdapat bahan yang melayang di dalam air tersebut (Mc Naughton dan Wolf 1978 *terjemahan* Priggoseputro dan Srigandono 1992). Selanjutnya Cholik, dkk (1991) menyatakan bahwa kekuatan daya tembus sinar surya akan menurun bila menembus air, sekalipun terhadap air murni. Penurunan intensitas sinar di kolam akan lebih besar karena sinar akan dipantulkan dan diserap oleh plankton, organisme lain, senyawa-senyawa tersuspensi dan daya larut dalam kolam.

Menurut Deshmukh (1992), bahwa energi cahaya yang digunakan dalam fotosintesis terutama diserap oleh pigmen klorofil. Tidak semua riak gelombang diserap secara seragam, karena klorofil hanya bereaksi terhadap spektrum yang tampak, yang meliputi sekitar 50% dari radiasi matahari total.

Pertumbuhan phytoplankton bergantung pada kualitas intensitas sinar dan lama penyinaran, untuk memanipulasi cahaya digunakan lampu neon dengan intensitas cahaya 500 – 10000 lux (Supriono 1990 dalam Hendriyati 1993). Selanjutnya Priggoseputro dan Srigandono (1992), bahwa intensitas cahaya dapat dicapai dengan membuat bermacam-macam jarak dari sumber cahaya ke permukaan aliran.

Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), *Chaetoceros* mempunyai toleransi terhadap kisaran salinitas sangat lebar yaitu 6 – 50 ppt. Sedangkan kisaran salinitas 17 – 25 ppt merupakan salinitas optimal untuk pertumbuhannya. Salinitas minimum untuk pertumbuhan alga ini adalah 6 ppt.

Menurut Zonneveld, dkk (1991), bahwa nilai pH air sangat dipengaruhi oleh aktifitas fotosintesis dalam kehidupan tanaman pada badan air tersebut. Selanjutnya Suyanto dan Mujiman (1989), bahwa penyebab terjadinya perubahan pH pada sore hari dan pagi hari adalah kegiatan fotosintesis phytoplankton dalam air yang menyerap CO_2 .

Nilai pH sering digunakan untuk memperoleh gambaran tentang kemampuan suatu perairan dalam memproduksi garam mineral. Hal ini sangat penting, sebab produksi garam mineral merupakan faktor penentu bagi semua proses produksi yang

terjadi di suatu perairan. Air dengan total alkalinitas yang rendah biasanya mempunyai fluktuasi pH yang cukup besar, sedangkan air yang total alkalinitasnya lebih tinggi mempunyai fluktuasi pH yang tidak terlalu besar (Cholik, dkk. 1991). Selanjutnya Pescod (1973 dalam Sapan 1986), bahwa pH yang ideal untuk kehidupan makanan alami dalam perairan adalah 6,5 – 8,5.

Borowitzka and Borowitzka (1992) menyatakan bahwa diatom di alam sangat respon terhadap kandungan silikat, nitrat, fosfor dan ammonium. Selanjutnya Harjadi (1993) menyatakan bahwa nitrogen cenderung merupakan unsur yang paling membatasi pertumbuhan suatu tanaman. Ion-ion nitrat dan ammonium merupakan sumber nitrogen yang utama bagi tanaman.

Ammonia nitrogen mempunyai dua bentuk yaitu bentuk ammonia (NH_3) bukan ion dan ion ammonium (NH_4). Ammonia merupakan racun bagi organisme perairan sedangkan ion ammonium tidaklah berbahaya kecuali dalam konsentrasi yang sangat tinggi. Selanjutnya Mc. Connaughey dan Zottoli (1983) menyatakan bahwa banyak macam sel plankton nabati dapat menggunakan ammonia sebagai sumber zat lemas pengganti atau sejalan dengan nitrat.

Pupuk Organik

Pupuk organik (alam) adalah pupuk yang berasal dari sisa-sisa organisme hidup, baik sisa tanaman maupun sisa hewan, seperti pupuk kandang, pupuk hijau, kompos dan guano. Kandungan unsur hara dalam pupuk organik tidaklah tinggi tapi memiliki hampir semua zat hara yang sangat penting dalam siklus biologis. Pupuk kandang merupakan salah satu jenis pupuk organik yang banyak digunakan



dalam usaha pertanian. Komposisi unsur hara yang terkandung dalam pupuk kandang sangatlah bervariasi, keragaman ini disebabkan oleh macam atau jenis hewan, umur dan keadaan individu hewan, makanan yang dimakan dan cara pengelolaan dan penyimpanan pupuk kandang sebelum dipakai (Hakim, dkk 1986).

Kandungan unsur hara dari berbagai kotoran ternak yang sudah membusuk dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Unsur Hara yang Terkandung dalam Pupuk Kandang

Ternak	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O(%)
Unggas (ayam)	1,70	1,90	1,50
Sapi	0,29	0,17	0,35
Kuda	0,44	0,17	0,35
Babi	0,60	0,41	0,13
Domba	0,55	0,31	0,15

Sumber : Hardjowigeno,S (1995)

Selain pupuk kandang, dedak juga sering digunakan sebagai pupuk, dimana dedak ini mengandung vitamin yang dibutuhkan oleh alga yaitu thiamin 21,0 – 33,0 mikrogram/g, 2,0 – 3,3 mikrogram/g, 201 – 258 mikrogram/g (Buckle, dkk 1978).

Menurut Hakim, dkk (1986), bahwa bahan organik selain merupakan sumber hara tanaman juga merupakan sumber energi dari sebagian besar jasad mikro, dimana dengan adanya bahan organik kegiatan jasad mikro dalam membantu dekomposisi bahan organik juga meningkat.

Effective Microorganisms 4 (EM-4)

Effective mikroorganismes 4 (EM-4) adalah kultur campuran mikroorganismes yang bermanfaat yang mengandung *Lactobacillus* sp, ragi, bakteri fotosintetik, *Actinomyces* dan jamur pengurai selulosa, yang dapat menguraikan bahan organik menjadi senyawa yang mudah diserap tanaman (Anonim 1995).

Menurut Hamid (1995 dalam Ramdhani 2000) menyatakan bahwa bakteri fotosintesis adalah mikroorganismes nutrisi yang dapat mengubah bahan organik menjadi nitrogen terlarut, asam amino, zat bioaktif, gula dan berfungsi sebagai substrat (makanan) dan cadangan energi. Bakteri asam laktat memproduksi asam laktat dalam penggunaan gula, yang diperoleh dari bakteri fotosintetik dan ragi. Asam laktat merupakan pensteril yang kuat dan menekan aktivitas mikroorganismes tertentu yang berbahaya serta mempercepat dekomposisi bahan organik. Ragi memproduksi bahan aktif yang membantu dalam perkembangan mikroorganismes efektif lainnya (asam laktat dan *actinomyces*). *Actinomyces* mengambil asam amino dan mengubahnya menjadi antibiotik. Selanjutnya Wididana (1998) menyatakan bahwa mikroorganismes fermentasi bermanfaat untuk memfermentasi bahan organik menjadi senyawa-senyawa yang tidak beracun, mengubah proses pembusukan bahan organik menjadi proses fermentasi, sehingga pelepasan senyawa-senyawa beracun pada tanah dasar tambak akibat pembusukan dapat ditekan. Mikroorganismes sintetik berperan sebagai pengurai senyawa-senyawa beracun dengan

memanfaatkan senyawa beracun sebagai sumber energinya. Melalui proses biokimia, mikroorganisme sintetik berperan juga sebagai penyintesa (Penggabung) senyawa-senyawa beracun menjadi tidak beracun.

Manfaat EM-4 antara lain adalah 1) dapat meningkatkan kualitas air tambak dan mempercepat perkembangan phytoplankton dan zooplankton yang merupakan pakan udang sehingga dapat menekan biaya pakan udang sebesar 30 – 50%. 2) dapat menguraikan sisa pakan, kotoran udang dan ikan, sisa-sisa zat pupuk kimiawi yang kesemuanya ini mengakibatkan mutu air dasar tambak menjadi jelek. 3) dapat mempercepat umur panen udang. 4) tidak mengandung zat kimiawi sehingga tercipta kondisi tambak alamiah dan berkelanjutan. 5) menghasilkan udang dan ikan yang berkualitas karena tidak mengandung zat kimiawi (anonim 2000).

Bokashi adalah produk fermentasi bahan organik dengan teknologi EM-4 yang dapat digunakan sebagai pupuk organik untuk menyuburkan tanah dan meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman (Wiðidana 1998).

Aplikasi EM-4 dalam usaha diperairan adalah 1) aplikasi bokashi, EM-4 digunakan untuk memfermentasi bokashi yang kemudian digunakan sebagai pupuk organik. 2) aplikasi EM-4 awal dalam bentuk cairan, setelah tambak tersebut terisi air setinggi 30 – 50 cm, maka pemberian kembali EM-4 sebanyak 2 – 4 liter/ha. 3) aplikasi EM-4 lanjutan, pemberian EM-4 1 liter/minggu. 4) aplikasi EM-4 untuk pencucian tambak sebanyak 2 liter/ha (Anonim 2000).

Menurut Pakiding (2000) bahwa pemberian EM-4 dalam bokashi dengan dosis 0,0201 ml pada kultur *Chlorella* sp skala laboratorium, sudah dapat memberikan pertumbuhan populasi yang cukup baik dimana laju pertumbuhan yang diperoleh berkisar antara 0,6733 – 0,6974 generasi/hari.



MATERI DAN METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada Tanggal 23 September – 27 Oktober 2001 di Unit Pembenuhan PT. Esaputlii Prakarsa Utama Kelurahan Mallawa Kecamatan Mallusetasi Kabupaten Barru.

Materi Penelitian

Alga Uji yang digunakan pada penelitian ini adalah *Chaetoceros* sp yang diperoleh dari stock murni pada PT. Esaputlii Prakarsa Utama.

Wadah penelitian yang digunakan adalah stoples bervolume $\pm 3,5$ liter sebanyak 12 buah. Media kultur yang digunakan adalah air laut dengan salinitas 25 ppt yang telah disterilkan, dan pupuk yang digunakan adalah pupuk organik sebagai pupuk dasar. Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan pupuk organik untuk setiap wadah (stoples) adalah sebagai berikut:

- | | |
|-----------------|----------|
| 1. Kotoran ayam | : 8 gram |
| 2. Dedak | : 2 gram |
| 3. Molas | : 0,1 ml |
| 4. EM-4 | : 0,1 ml |
| 5. Air | : 12 ml |

Cara pembuatan pupuk organik menurut Anonim (1995):

- Melarutkan EM-4 dan molas masing-masing 0,1 ml dan 0,1 ml ke dalam 12 ml air
- Kotoran ayam dan dedak dicampur secara merata.
- Larutan EM-4 disiramkan secara perlahan-lahan ke dalam adonan secara merata, hingga bila adonan dikepal dengan tangan, air tidak keluar dari adonan dan bila kepalan dilepas, maka adonan akan megar.
- Adonan digundukkan di atas ubin yang kering, kemudian ditutup dengan karung goni selama 7 hari.
- Suhu gundukan adonan dipertahankan antara 40 – 50 °C. Jika suhu lebih dari 50 °C, karung penutup dibuka dan gundukan adonan dibalik-balik, kemudian ditutup lagi. Suhu yang tinggi dapat mengakibatkan bokashi menjadi rusak karena terjadi proses pembusukan. Pengecekan suhu dilakukan setiap 5 jam.
- Setelah 7 hari, telah siap digunakan sebagai pupuk organik.

Alat serta bahan lain yang digunakan adalah tabung reaksi, lampu TL 40 watt, oven, pipet, aluminium foil, peralatan aerasi, kapas dan mikroskop.

Prosedur Penelitian

Seluruh wadah penelitian yang telah disterilkan dengan detergen dan dibilas dengan chlorin 150 ppm diisi dengan pupuk organik (bokahi) sebanyak 10 g/stoples, dan ditambahkan air laut (salinitas 25 ppt) sebanyak 3 liter, dan diaerasi selama 2 hari, kemudian disaring dengan menggunakan kapas. Setelah itu ditambahkan lagi

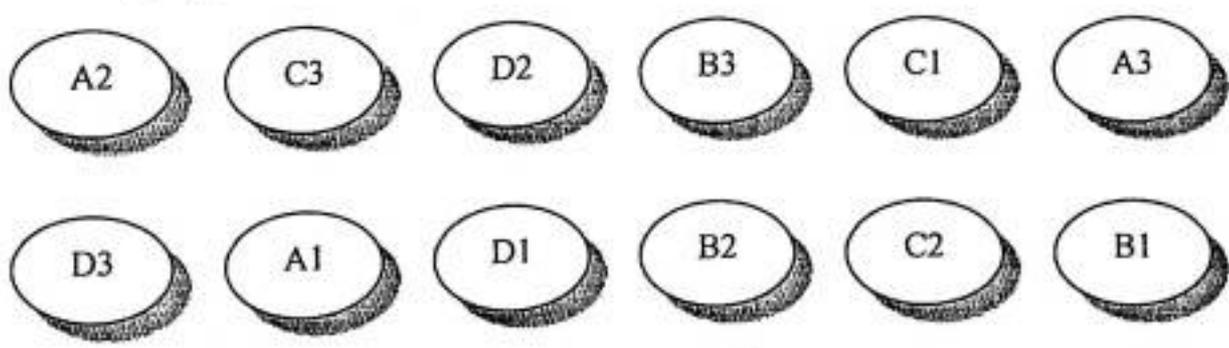
EM-4 sesuai dengan dosis perlakuan, dimana terlebih dahulu difermentasi dengan molas dan air dengan perbandingan 1 : 1 : 18 selama 7 hari, dan diaerasi selama 24 jam. Selanjutnya bibit *Chaetoceros* sp diambil dan diinokulasi ke dalam wadah dengan kepadatan 100.000 sel/ml. Sebagai sumber cahaya digunakan lampu TL 40 watt yang diletakkan didekat stoples dengan jarak \pm 20 cm .

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan dosis EM-4 tersebut berdasarkan Wididana (1998) dan Anonim (2000) adalah sebagai berikut :

- Perlakuan A : Tanpa pemberian EM-4 (kontrol)
- Perlakuan B : Pemberian EM-4 dengan dosis 0,02 ml
- Perlakuan C : Pemberian EM-4 dengan dosis 0,04 ml
- Perlakuan D : Pemberian EM-4 dengan dosis 0,06 ml

Penempatan wadah percobaan dilakukan secara acak menurut pola rancangan acak lengkap (Gaspersz 1991).



Gambar 1. Tata Letak Wadah –wadah Percobaan Setelah Pengacakan

Pengamatan Peubah

Pengamatan pertumbuhan populasi dilakukan setiap 24 jam pada pukul 08.00 Wita. Perhitungan jumlah *Chaetoceros* sp dengan menggunakan haemocytometer dan dihitung di bawah mikroskop dengan menggunakan rumus menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995):

$$\text{Jumlah sel/ml} = N \times 10^4$$

Dimana N adalah jumlah sel *Chaetoceros* sp yang ada dalam setiap kotakan haemocytometer.

Untuk menghitung pertumbuhan mulai dari awal penelitian sampai puncak populasi digunakan rumus menurut Oh Hama and Miyachi (1988 dalam Borowitzka and Borowitzka 1992) sebagai berikut:

$$k = \frac{\text{Log } N_t / N_o}{t} \times 3,32$$

Dimana: k : laju pertumbuhan

N_t : Jumlah sel pada waktu t (sel/ml)

N_o : Jumlah sel pada waktu t_o (sel/ml)

t : Waktu pemeliharaan (hari)

3,32 : Konstanta

Sebagai data penunjang dilakukan pengukuran peubah kualitas air sebagai berikut :



Tabel 1. Peubah Kualitas Air yang Diukur, Alat yang Digunakan dan Waktu Pengamatan

No	Parameter	Alat	Waktu Pengamatan
1	Suhu (°C)	Thermometer elektrik	Setiap hari
2	Salinitas (ppt)	Hand Refraktometer	Setiap hari
3	PH	Indikator pH	Setiap hari
4	Amonium	Spektofotometer	Awal & akhir
5	Nitrat	Spektofotometer	Awal & akhir

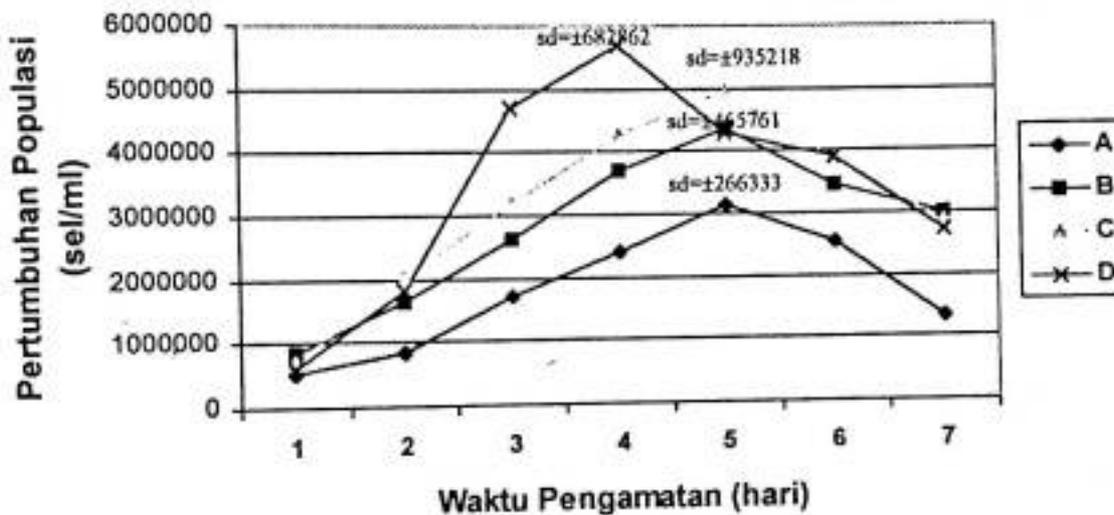
Analisa Data

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kepadatan *Chaetoceros* sp, digunakan analisis ragam. Apabila hasilnya memperlihatkan pengaruh yang berbeda nyata dilanjutkan dengan uji BNT (Gaspersz 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Populasi

Pertumbuhan populasi *Chaetoceros* sp pada setiap perlakuan dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Grafik Pertumbuhan Populasi *Chaetoceros* sp pada Setiap Perlakuan

Berdasarkan gambar 2. di atas memperlihatkan pertumbuhan populasi *Chaetoceros* sp yang berbeda-beda pada setiap perlakuan, dimana pada perlakuan D (0,06 ml) mencapai puncak populasi lebih awal yaitu pada hari ke empat dengan kepadatan 5.700.000 sel/ml dibandingkan pada perlakuan C (0,04 ml), B (0,02 ml), dan A (kontrol) yang mencapai puncak populasi pada hari ke lima dengan kepadatan masing-masing 4.956.667 sel/ml, 4.376.667 sel/ml, dan 3.123.333 sel/ml.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian EM-4 memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap puncak kepadatan pada populasi *Chaetoceros* sp. Hasil uji beda nyata terkecil (lampiran 3) menunjukkan bahwa penggunaan EM-4 (perlakuan B, C dan D) berbeda nyata ($P < 0,01$) terhadap perlakuan A (tanpa penggunaan EM-4). Di antara perlakuan EM-4 yang berbeda nyata ($P < 0,05$) hanya terjadi antara perlakuan B dan D. Keadaan ini menunjukkan bahwa pemberian EM-4 ke dalam media kultur memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan populasi *Chaetoceros* sp.

Hal ini disebabkan karena mikroorganisme yang terkandung pada EM-4 mampu menguraikan bahan organik menjadi senyawa yang mudah diserap oleh alga. Sebagaimana pernyataan Wididana (1998) bahwa EM-4 dapat menguraikan bahan organik menjadi senyawa yang mudah diserap oleh tanaman, dan juga dapat mensintesa senyawa-senyawa beracun menjadi tidak beracun.

Keadaan yang ditunjukkan pada gambar 2. di atas juga dapat diduga karena mikroorganisme yang terkandung dalam EM-4 khususnya *Actinomycetes* dan bakteri fotosintetik mampu memberikan suplai tambahan bahan organik dan unsur N yang dapat menunjang pertumbuhan alga. Sebagaimana Hakim, dkk (1986) menyatakan bahwa peranan utama *Actinomycetes* adalah dalam penambahan bahan organik dan pembebasan unsur hara. Mereka dapat menyerang lignin dan mengubahnya menjadi senyawa sederhana, juga berperan dalam mineralisasi nitrogen. Selanjutnya Wididana, dkk (1996 dalam Nata 2000) menyatakan bahwa *Actinomycetes* dapat menghasilkan senyawa-senyawa antibiotik yang sifatnya toksik terhadap patogen dan

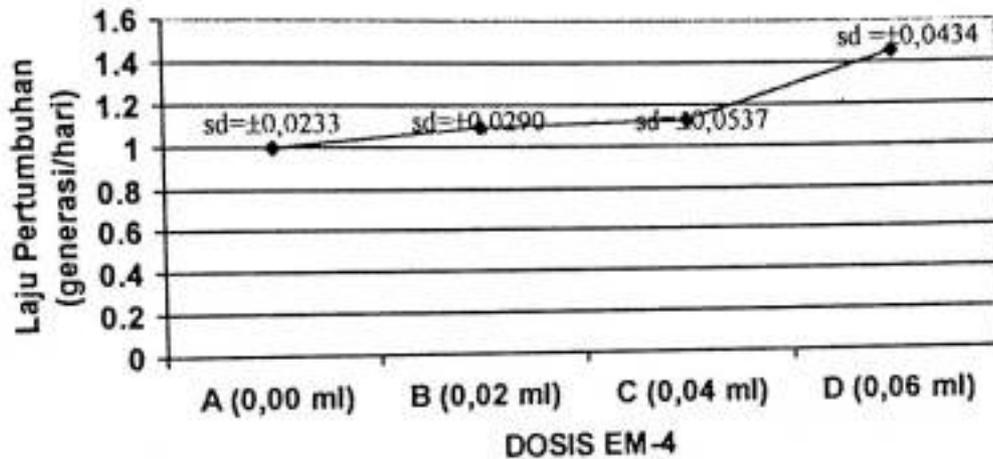
dapat melarutkan ion-ion fosfat dan ion-ion mikro. Sedangkan bakteri fotosintetik berfungsi untuk mengikat nitrogen dari udara bebas, memanfaatkan gas-gas beracun dan panas dari hasil proses pembusukan sehingga polusi di dalam tanah menjadi kurang.

Antara perlakuan B dan D memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$), tetapi tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan C. Hal ini di duga jumlah mikroorganisme yang terkandung dalam EM-4 pada perlakuan D lebih besar dibandingkan B dan C ($D > C > B$) sedangkan bahan organik yang diberikan pada setiap perlakuan adalah sama, sehingga daya kerja dan hara yang dihasilkan untuk pertumbuhan *Chaetoceros* sp tidak optimal. Sebagaimana pernyataan Hakim (1986) bahwa selain mengadakan perombakan bahan organik, mikroorganisme juga menggunakan bahan organik sebagai sumber energinya.



Laju Pertumbuhan

Rata-rata laju pertumbuhan *Chaetoceros* sp pada setiap perlakuan selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini :



Gambar 3. Grafik Laju Pertumbuhan *Chaetoceros* sp pada Setiap Perlakuan

Berdasarkan Gambar 3 di atas secara umum dapat terlihat bahwa perlakuan dengan penambahan EM-4 menunjukkan hasil yang lebih tinggi dibandingkan tanpa penambahan EM-4, dimana rata-rata laju pertumbuhan tertinggi diperoleh pada perlakuan D (1,4556 generasi/hari), Sedangkan laju pertumbuhan terendah pada perlakuan A (0,9917 generasi/hari). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis EM-4 maka laju pertumbuhan juga semakin tinggi.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian EM-4 memberikan pengaruh yang sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap laju pertumbuhan *Chaetoceros* sp. Berdasarkan uji beda nyata terkecil (lampiran 5) didapatkan bahwa

semua perlakuan yang diberi EM-4 (perlakuan B, C dan D) berbeda nyata ($P < 0,01$) dengan perlakuan A (tanpa penggunaan EM-4). Perlakuan B dan C tidak berbeda nyata ($P > 0,05$), namun keduanya berbeda nyata ($P < 0,01$) dengan perlakuan D.

Tingginya laju pertumbuhan pada semua perlakuan dengan penambahan EM-4 dibandingkan kontrol (tanpa EM-4) menunjukkan bahwa EM-4 dapat memacu pertumbuhan *Chaetoceros* sp. Hal ini sesuai dengan Anonim (2000) bahwa EM-4 dapat meningkatkan kualitas air dan mempercepat perkembangan phytoplankton dan zooplankton yang merupakan hewan budidaya.

Adanya perbedaan tingkat laju pertumbuhan diduga karena perbedaan kemampuan dari mikroorganisme yang terkandung pada setiap perlakuan untuk menguraikan bahan organik menjadi zat hara yang dibutuhkan oleh alga, dimana pada dosis yang tertinggi (0,06 ml) dapat menguraikan bahan organik dengan cepat dibandingkan dosis yang lebih rendah. Sebagaimana Hakim, dkk (1986) menyatakan bahwa peranan utama organisme tanah adalah untuk mengubah bahan organik, baik segar maupun setengah segar atau sedang melapuk, sehingga menjadi bentuk senyawa lain yang bermanfaat bagi kesuburan tanah. Tanah yang relatif subur mempunyai lebih banyak jasad hidup daripada tanah yang telah dikuras haranya. Aktivitas organisme ini dicirikan oleh jumlahnya dalam tanah, biomassa, dan aktivitas metaboliknya. Selanjutnya Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) menyatakan bahwa pertumbuhan suatu jenis phytoplankton sangat erat kaitannya dengan ketersediaan hara makro maupun mikro serta dipengaruhi oleh kondisi lingkungan.

Kualitas Air

Hasil pengukuran kualitas air selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini :

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kualitas Air Selama Penelitian

Parameter	Perlakuan A	Perlakuan B	Perlakuan C	Perlakuan D
Suhu (°C)	21,3 – 22,9	21,3 – 22,9	21,3 – 22,9	21,3 – 22,9
Salinitas (ppt)	25 – 30	25 – 30	25 – 30	25 – 30
PH	7 – 8	7 – 8	7 – 8	7 – 8
Amonium (ppm)	0,014 ^{aw} -0,027 ^{ak}	0,017 ^{aw} -0,031 ^{ak}	0,031 ^{aw} -0,038 ^{ak}	0,035 ^{aw} -0,041 ^{ak}
Nitrat (ppm)	0,051 ^{aw} -0,052 ^{ak}	0,051 ^{aw} -0,055 ^{ak}	0,052 ^{aw} -0,055 ^{ak}	0,053 ^{aw} -0,057 ^{ak}

Keterangan = aw : pengukuran pada awal penelitian
ak : Pengukuran pada akhir penelitian

Berdasarkan Tabel 2 di atas, dapat diketahui bahwa kisaran suhu dan salinitas yang diperoleh selama penelitian masing-masing yaitu 21,3 – 22,9 °C dan 25 – 30 ppt. Kondisi ini cukup baik untuk pertumbuhan *Chaetoceros* sp. Sebagaimana Mujiman (1984) menyatakan bahwa suhu yang baik untuk pertumbuhan diatom adalah 21 – 28 °C. Bila suhu lebih tinggi dari 28 °C pertumbuhan sudah kurang baik. Untuk menumbuhkan diatom di ruang laboratorium suhu di bawah 21 °C (15 – 20 °C) masih berpengaruh cukup baik. Sedangkan salinitas yang baik untuk pertumbuhan diatom berkisar antara 28 – 35 ppt. Selanjutnya Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) menyatakan bahwa *Chaetoceros* mempunyai toleransi terhadap kisaran salinitas sangat besar yaitu 6 – 50 ppt. Sedangkan kisaran salinitas 17 – 25 ppt merupakan salinitas optimal untuk pertumbuhannya.

Kisaran pH selama penelitian yang diperoleh masih dalam kisaran yang layak yaitu 7 – 8. Sebagaimana Pescod (1973 dalam Sapan 1986) bahwa pH yang ideal untuk kehidupan makanan alami dalam perairan adalah 6,5 – 8,5.

Selain suhu, salinitas dan pH, keberadaan zat-zat terlarut yang dapat merespon pertumbuhan *Chaetoceros* sp juga sangat diperlukan, diantaranya adalah persenyawaan nitrogen seperti nitrat dan amonium. Kisaran amonium dan nitrat yang diperoleh selama penelitian masing-masing berkisar antara 0,014 – 0,041 ppm dan 0,051 – 0,057 ppm. Rendahnya kadar amonium dibandingkan nitrat, mungkin disebabkan terjadinya proses oksidasi, dimana amonium diubah menjadi nitrit kemudian nitrat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Harjadi (1993) bahwa pecahnya asam-asam amino ke bentuk-bentuk nitrogen yang tersedia kepada tanaman, berlangsung dengan transformasi yang ditunjukkan sebagai amonifikasi dan nitrifikasi. Selanjutnya Mcconnaughey and Zottoli (1983) meyakini bahwa banyak macam sel plankton nabati menggunakan amonia sebagai sumber zat lemas pengganti atau sejalan dengan nitrat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa dari berbagai dosis perlakuan yang diujikan didapatkan bahwa perlakuan D (0,06 ml) memberikan hasil terbaik, ditinjau dari segi pertumbuhan populasi *Chaetoceros* sp.

Saran

Dalam pengaplikasian EM-4 pada kultur pakan alami sebaiknya dilakukan dalam dua tahap yaitu pemberian EM-4 pada bokashi dan pada saat sebelum penebaran bibit.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1995. Bokashi. Fermentasi Bahan Organik dengan Teknologi Effective Microorganisms 4 (EM-4). Cara Pembuatan dan Aplikasi. Indonesia Kyusei Nature Farming Societies dan PT. Songgolangit Persada. Jakarta.
- _____. 2000. Brosur Effective Microorganisms 4 (EM-4). Bakteri Fermentasi Bahan Organik Tanah Untuk Meningkatkan Kualitas Air Pada Tambak Udang dan Ikan. PT. Kapas Garuda Putih. Makassar.
- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet, M. Wotton. 1978. Ilmu Pangan. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Borowitzka, M.A and L.J. Borowitzka. 1992. Micro Algal Biotechnology. Cambridge University Press. Cambridge.
- Cholik, F., A. Wiyono, R. Arifuddin. 1991. Pengelolaan Kualitas Air Kolam Ikan. Direktorat Jenderal Perikanan. Jakarta.
- Deshmukh, I. 1992. Ekologi dan Biologi Tropika. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Djarajah, A. S. 1995. Pakan Ikan Alami. Kanisius. Yogyakarta.
- Gaspersz, V. 1991. Metode Perancangan Percobaan. CV. Armico. Bandung.
- Hakim, N., M.Y. Nyakpa, A.M. Kubis, S.G. Nugroho, M.R. Saul, M.A. Diha, Go Ban Hong, H.H. Bailey. 1986. Dasar-dasar Ilmu Tanah. Universitas Lampung. Lampung.
- Harjadi, S.S. 1993. Pengantar Agronomi. PT. Garmedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hardjowigeno, S. 1995. Ilmu Tanah. Akademika Presindo. Jakarta
- Hendriyati. 1993. Pengaruh Cahaya Terhadap Pertumbuhan *Skeletonema costatum*. Fakultas Peternakan Jurusan Perikanan Universitas Hasanuddin. Ujung Pandang.
- Isnansetyo, A dan Kurniastuty. 1995. Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton Pakan Alami Untuk Pembenihan Organisme Laut. Kanisius. Yogyakarta.



- Kontara, E. K., W. Hastuti, S. S. Sumeru. 1989. Produksi Pakan Alami dan Prospek Pengembangannya Sebagai Usaha Industri. Makalah Pokok Disajikan pada Lokakarya Efisiensi Penggunaan Pakan Udang. Jakarta. Hal 15.
- Lavens, P and P. Sorgeloos. 1996. Manual on The Production and Use of Live Food for Aquaculture. Laboratory of Aquaculture and Artemia Reference Center University of Ghent. Ghent, Belgium.
- Mudjiman, A. 1984. Makanan Ikan. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Mc Connaughey, H dan R. Zottoli. 1983. Pengantar Biologi Laut 1. The CV. Mosby Company Toronto. London.
- Nasrum. 1989. Pengaruh Pupuk Forest dan Germani Terhadap Pertumbuhan *Chaetoceros* sp dalam Kultur Massal. Skripsi. Fakultas Peternakan Jurusan Perikanan Universitas Hasanuddin. Ujung Pandang.
- Nata, I. Z. 2000. Komponen Serat Rumput Bengala (*Panicum maximum* jacq) pada Pemberian Pupuk Kandang dan EM-4. Skripsi. Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Newel, G. E and R. C. Newel. 1977. Marine Plankton a Practical Guide. Hutchinson. London.
- Pakiding, F.B. 2000. Pengaruh Penambahan Effective Mikroorganism 4 (EM-4) pada Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Populasi *Chlorella* sp. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Priggoseputro, S dan B, Srigondono. 1992. Ekologi Umum. Terjemahan: Mc.Naughton dan Wolf. 1978. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Ramdhani, D. 2000. Efektifitas EM-4 dalam menguraikan Bahan Organik Tanah Dasar Tambak Udang Intensif pada Berbagai Salinitas. Jurusan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Sachlan, M. 1972. Planktonologi. Direktorat Jenderal Perikanan Departemen Pertanian. Jakarta.
- Sapan, T. 1986. Pengaruh Pemberian Pupuk Metalik dan Zat Tumbuh Atonik Terhadap Kelimpahan Populasi *Chlorella* sp dalam Kultur Laboratorium. Skripsi. Jurusan Perikanan. Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin. Ujung Pandang.

- Suyanto, S.R dan A. Mujiman. 1989. *Budidaya Udang Windu*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Wididana, G. N. 1998. *Pemanfaatan Teknologi EM (Effective Microorganisms) Untuk Budidaya Udang*. Seminar Sehari Teknologi EM. Ujung Pandang.
- Wididana, G.N. 1998. *Bokashi dan Fermentasi Apa Sih ? (Brosur)*. Institut Pengembangan Sumberdaya Alam (IPSA). Jakarta
- Zonneveld, N., E.A. Huisman, J.H. Boon. 1991. *Prinsip-prinsip Budidaya Ikan*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.