

**PENGARUH PEMBERIAN KADAR SENYAWA
NATRIUM SILIKAT (Na_2SiO_3) YANG BERBEDA
TERHADAP PERTUMBUHAN POPULASI Chaetoceros calcitrans**



SKRIPSI

Oleh :

Nama : D U R O H

NIM : J. 201 89 0236

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS DIPONEGORO
S E M A R A N G**

1995

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Pengaruh Pemberian Kadar Senyawa Natrium Silikat (Na_2SiO_3) Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Populasi *Chaetoceros calcitrans*

Nama : Duroh

NIM : J 201 89 0236

Tanggal Lulus Ujian Sarjana : 28 Desember 1995.



Semarang, Desember 1995

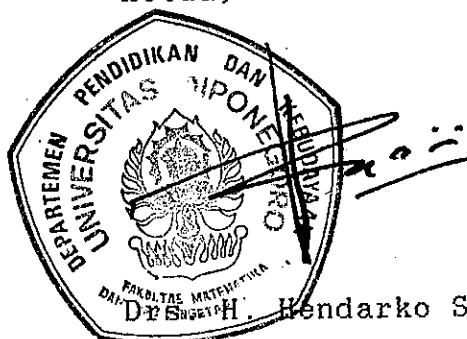
Panitia Penguji Ujian

Sarjana Jurusan Biologi

Jurusan Biologi

Ketua,

Ketua,



Dr. Sugih Hendarko S, MS

NIP. 130 240 735

Dra. Erry Wiryaningsih, MS

NIP. 131 412 490

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Pengaruh Pemberian Kadar Senyawa Matrium Silikat (Na_2SiO_3) Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Populasi *Chaetoceros calcitrans*

Nama : Duroh

NIM : J 201 89 0236

Telah selesai dan layak untuk mengikuti ujian Sarjana.



Semarang, Desember 1995

Pembimbing Anggota

Pembimbing Utama

an Syafrizy

Dipribudi

Dra. Tri Retnaningsih

Hendarko

Drs. H. Hendarko S., MS

NIP. 131 835 920

NIP. 130 240 735

RINGKASAN

DURAH. J 201 89 0236. Pengaruh Pemberian Kadar Senyawa Natrium Silikat (Na_2SiO_3) Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Populasi *Chaetoceros calcitrans*. (Dibawah Bimbingan Hendarko Sugondo dan Tri Retnaningsih).

Diatom yang salah satu anggotanya adalah *Chaetoceros calcitrans*, merupakan salah satu alga yang membutuhkan silikon untuk pertumbuhannya, sehingga dalam mengkultur diatom perlu ditambahkan unsur silikon dalam persenyawaan Na_2SiO_3 . Unsur silikon diperlukan dalam penyusunan dinding sel, sehingga bila kekurangan silikon akan mempengaruhi pembentukan sel diatom.

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Agustus 1994 sampai bulan September 1994 di Laboratorium Pengembangan Wilayah Pantai (LPWP) Universitas Diponegoro, Jepara dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh senyawa Na_2SiO_3 terhadap pertumbuhan populasi *C. calcitrans* dan untuk mengetahui kadar senyawa Na_2SiO_3 yang terbaik untuk pertumbuhan populasi *C. calcitrans* yang optimal. Melalui penelitian ini diharapkan penyelenggaraan kultur *C. calcitrans* dapat berhasil secara optimal, sehingga akan dapat menunjang keberhasilan dalam penyediaan benih udang.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 5 macam perlakuan dan 4 kali ulangan. Senyawa Na_2SiO_3 yang digunakan dalam penelitian ini berkadar 0 ppm, 3 ppm, 6 ppm, 9 ppm dan 12 ppm. Parameter yang diamati adalah jumlah sel per ml, berat kering dan bobot jenis *C. calcitrans*. Analisa data menggunakan analisa varians dengan uji F, dan kemudian dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian senyawa Na_2SiO_3 mempengaruhi pertumbuhan populasi *C. calcitrans*, dan kadar senyawa Na_2SiO_3 yang terbaik untuk pertumbuhan populasi *C. calcitrans* yang optimal adalah 12 ppm.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT dengan tersusunnya skripsi ini, yang berjudul **Pengaruh Pemberian Kadar Senyawa Natrium Silikat (Na_2SiO_3) Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Populasi *Chaetoceros calcitrans***, sebagai salah satu syarat untuk mencapai Sarjana Strata Satu pada jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Diponegoro Semarang.

Dengan telah tersusunnya skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dra. Hj. Sriani Hendarko, SU, selaku dekan Fakultas MIPA Universitas Diponegoro Semarang.
2. Bapak Drs. H. Hendarko Sugondo, MS, selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Diponegoro, dan selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan selama penelitian maupun pada saat penulisan skripsi.
3. Ibu Dra. Tri Retnaningsih, selaku dosen pembimbing anggota yang telah banyak memberikan bimbingan dan pengarahan selama penelitian maupun dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak Dr. I. Boedi Hendrarto, MSc, selaku Kepala Laboratorium Pengembangan Wilayah Pantai Universitas Diponegoro Jepara, yang telah berkenan memberikan ijin dan fasilitas selama penelitian.

5. Rini, Ririn, Harini, Puji, Rahmat, serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak memberikan bantuan tenaga, pikiran serta saran-saran.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan tersebut dengan yang lebih baik. Penulis juga menghaturkan terima kasih kepada Ibu, Kakak dan Adik yang telah memberikan bantuan dan dukungan baik berupa moril maupun materiil selama masa studi, penelitian hingga tersusunnya skripsi ini.

Penulis sangat mengharapkan adanya saran serta kritik yang membangun dan berharap semoga skripsi ini dapat memberikan informasi yang berguna.

Universitas Diponegoro
Semarang, Desember 1995

Duroh



DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Permasalahan	4
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Biologi <i>Chaetoceros calcitrans</i>	6
B. Pertumbuhan Fitoplankton	9
C. Media Kultur	11
III. HIPOTESIS	13
IV. METODE PENELITIAN	
A. Bahan dan Alat	19
B. Cara Kerja	19
C. Rancangan Percobaan dan Analisis Data	26
V. HASIL	27

VI. PEMBAHASAN	37
VII. KESIMPULAN	
A. Kesimpulan	45
B. Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN-LAMPIRAN	49



DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Kandungan Makronutrien Beberapa Plankton	3
2. Rata-Rata Hasil Perhitungan Jumlah Sel <i>C. calcitrans</i> Setiap Hari Dari Masing-Masing Perlakuan (dalam jumlah sel x 10.000 sel/ml)	27
3. Rata-Rata Berat Kering Sel <i>C. calcitrans</i> Setiap Hari Dari Masing-Masing Perlakuan (dalam gram/liter)	30
4. Rata-Rata Bobot Jenis <i>C. calcitrans</i> Setiap Hari Dari Masing-Masing Perlakuan (dalam mg/sel)	33
5. Faktor Fisika Kimia Media Kultur Selama Penelitian	36
6. Hasil Perhitungan Jumlah Sel <i>C. calcitrans</i> Tiap Hari Selama Penelitian (dalam 10^4 sel/ml)	49
7. Hasil Perhitungan Berat Kering Sel <i>C. calcitrans</i> Setiap Hari Selama Penelitian (dalam gram/liter)	50
8. Hasil Perhitungan Bobot Jenis <i>C. calcitrans</i> Setiap Hari Selama Penelitian (dalam mg/sel)	51
9. Suhu Media Kultur <i>C. calcitrans</i> Selama Penelitian (dalam derajat Celcius)	61
10. Salinitas Media Kultur <i>C. calcitrans</i> Selama Penelitian (dalam permil)	61
11. pH Media Kultur <i>C. calcitrans</i> Pada Awal dan Akhir Penelitian	62
12. Kandungan O ₂ Terlarut Media Kultur <i>C. calcitrans</i> Pada Awal dan Akhir Penelitian (dalam ppm)	62
13. Kandungan CO ₂ Bebas Media Kultur <i>C. calcitrans</i> Pada Awal dan Akhir Penelitian (dalam ppm)	63

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Sel <i>C. calcitrans</i>	6
2. Kurva Pertumbuhan Fitoplankton	10
3. Alat Haemocytometer	22
4. Grafik Pengaruh Waktu Inkubasi Terhadap Jumlah Sel <i>C. calcitrans</i> Untuk Setiap Perlakuan	28
5. Histogram Rata-Rata Jumlah Sel Pada Puncak Populasi <i>C. calcitrans</i> Untuk Setiap Perlakuan	29
6. Grafik Pengaruh Waktu Inkubasi Terhadap Berat Kering Sel <i>C. calcitrans</i> Untuk Setiap Perlakuan	31
7. Histogram Rata-Rata Berat Kering Pada Puncak Populasi <i>C. calcitrans</i> Untuk Setiap Perlakuan	32
8. Grafik Pengaruh Waktu Inkubasi Terhadap Bobot Jenis <i>C. calcitrans</i> Untuk Setiap Perlakuan	34
9. Histogram Rata-Rata Bobot Jenis Pada Puncak Populasi <i>C. calcitrans</i> Untuk Setiap Perlakuan	35
10. Denah Penempatan Botol-Botol Percobaan	64
11. Kultur <i>C. calcitrans</i> Pada Awal Penelitian	65
12. Kultur <i>C. calcitrans</i> Pada Akhir Penelitian	65

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

1. Hasil Perhitungan Jumlah Sel <i>C. calcitrans</i> Tiap Hari Selama Penelitian (Dalam 10^4 sel/ml)	49
2. Hasil Perhitungan Berat Kering Sel <i>C. calcitrans</i> Tiap Hari Selama Penelitian (Dalam gram/liter)	50
3. Hasil Perhitungan Bobot Jenis <i>C. calcitrans</i> Setiap Hari Selama Penelitian (Dalam mg/sel)	51
4. Perhitungan Analisa Varians Untuk Jumlah Sel <i>C. calcitrans</i> Pada Puncak Populasi	52
5. Perhitungan Uji Beda Nyata Terkecil Jumlah Sel <i>C. calcitrans</i> Pada Puncak Populasi	54
6. Perhitungan Analisa Varians Untuk Berat Kering <i>C. calcitrans</i> Pada Puncak Populasi	55
7. Perhitungan Uji Beda Nyata Terkecil Berat Kering <i>C. calcitrans</i> Pada Puncak Populasi	57
8. Perhitungan Analisa Varians Untuk Bobot Jenis <i>C. calcitrans</i> Pada Puncak Populasi	58
9. Perhitungan Uji Beda Nyata Terkecil Bobot Jenis <i>C. calcitrans</i> Pada Puncak Populasi	60
10. Faktor Fisika Media Kultur	61
11. Faktor Kimia Media Kultur	62
12. Denah Penempatan Botol-botol Percobaan	64
13. Kultur <i>C. calcitrans</i> Pada Awal dan Akhir Penelitian	65

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Usaha pemberian udang sudah banyak dilakukan baik secara tradisional maupun menggunakan teknik maju. Keberhasilan usaha pemberian udang tersebut sangat ditentukan oleh penyediaan pakan alami yang memadai jumlahnya, tepat ukurannya dan nilai gizinya memenuhi bagi kebutuhan pertumbuhan larva udang (Haryanti, Sugama, Ismi, Khalik dan Takano, 1992). Oleh karena itu, dalam pemeliharaan larva udang perlu dipilih jenis pakan alami yang paling baik dan sesuai untuk makanan larva udang.

Kesesuaian dan cukup tersedianya makanan untuk masing-masing stadia hidup udang perlu diperhatikan, karena kebiasaan makan udang berubah-ubah untuk masing-masing stadia (Ismi, Haryanti dan Takano, 1993). Udang dalam perkembangannya melalui berbagai stadium, dimana stadium larva merupakan bagian yang paling lemah dari seluruh daur hidupnya, tetapi memegang peranan penting dalam keberhasilan usaha budidaya udang. Oleh karena itu, larva memerlukan perawatan dan perhatian khusus, terutama pada stadium zoea dimana prosentase kematiann tertinggi sering terjadi pada stadium ini. Pada stadium zoea ini, larva udang sangat peka terhadap perubahan lingkungan termasuk perubahan jenis dan kualitas makanan.

Ketergantungan larva udang terhadap makanan alami sangat besar, karena makanan alami memiliki kandungan gizi yang terdiri dari protein, karbohidrat dan lemak yang sangat dibutuhkan bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang. Sebenarnya banyak jenis plankton yang dapat digunakan sebagai makanan alami larva udang. Namun demikian, pemilihan makanan alami yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan larva udang perlu diperhatikan dengan baik. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan makanan alami adalah :

- ukurannya sesuai dengan ukuran mulut larva
 - pergerakannya tidak terlalu cepat, sehingga mudah ditangkap larva
 - mudah dibudidayakan secara massal dan tidak menghasilkan racun selama dikultur
 - mudah diserap dan dicerna, serta kandungan gizinya sesuai dengan kebutuhan larva udang
 - cepat berkembang biak dan memiliki toleransi yang cukup tinggi terhadap perubahan faktor lingkungan
- (Ismi, dkk, 1993; Erlina dan Hastuti, 1986).

Menurut Hastuti (1989), plankton yang banyak dibudidayakan sebagai makanan alami larva udang adalah dari kelompok diatom (kelas Bacillariophyceae), alga hijau (kelas Chlorophyceae) dan alga hijau biru (kelas Cyanophyceae). Dari ketiga kelompok alga ini, yang paling banyak digunakan dalam usaha pembesihan udang adalah kelompok diatom. Hal ini dikarenakan diatom memiliki dinding sel yang relatif tipis dibanding kedua

kelompok alga yang lain, sehingga mudah diserap dan dicerna oleh larva udang. Selain itu, juga memenuhi syarat-syarat untuk makanan alami bagi larva udang.

Jenis diatom yang saat ini banyak dibudidayakan adalah *Skeletonema costatum* dan *Chaetoceros calcitrans*. Pengujian pemberian *S. costatum* terhadap kelangsungan hidup larva udang memberikan hasil yang tidak berbeda dengan pemberian jenis *C. calcitrans*, yaitu 71,74 % sampai 76,43 % (Haryanti, dkk, 1992).

Menurut Ismi, dkk (1993), kandungan makronutrien (protein, lemak, karbohidrat dan abu) beberapa plankton dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan makronutrien beberapa plankton.

Spesies	Prosentase			
	Protein	Lemak	Karbohidrat	Abu
<i>Skeletonema costatum</i>	33,30	8,10	11,60	36,00
<i>Chaetoceros sp</i>	45,47	8,82	17,61	-
<i>Cyclotella sp</i>	28,53	6,29	-	62,80
<i>Tetraselmis tetrahele</i>	25,00	13,00	-	14,00

Keterangan : - = tidak terdeteksi

Sumber : Ismi, dkk, tahun 1993.

Dari tabel tersebut terlihat bahwa kandungan makronutrien dari jenis *Chaetoceros sp* lebih tinggi dibanding jenis plankton lainnya. Dengan demikian,

penggunaan *Chaetoceros* sp akan dapat memberikan hasil yang lebih baik bagi kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva udang, sehingga dipandang akan lebih menguntungkan bagi pengoperasian unit pemberian udang.

Diatom merupakan salah satu alga yang membutuhkan silikon untuk pertumbuhannya, sehingga dalam mengkultivir perlu ditambahkan unsur silikon dalam persenyawaan Na_2SiO_3 . Unsur silikon diperlukan dalam penyusunan dinding sel, sehingga bila kekurangan silikon akan mempengaruhi pembentukan sel diatom (Sachlan, 1980).

B. Permasalahan

Berdasarkan pada latar belakang tersebut, maka dapat diformulasikan permasalahan sebagai berikut :

1. Apakah dengan pemberian kadar senyawa Na_2SiO_3 yang berbeda berpengaruh terhadap pertumbuhan populasi *C. calcitrans* ?
2. Pada kadar senyawa Na_2SiO_3 berapakah, akan menghasilkan pertumbuhan populasi *C. calcitrans* yang optimal ?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh senyawa Na_2SiO_3 terhadap pertumbuhan populasi *C. calcitrans*.
2. Untuk mengetahui kadar senyawa Na_2SiO_3 yang terbaik untuk pertumbuhan populasi *C. calcitrans* yang optimal.

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat diketahui pengaruh senyawa Na_2SiO_3 , serta kadarnya yang terbaik untuk pertumbuhan populasi *C. calcitrans* yang optimal. Sehingga diharapkan penyelenggaraan kultur alga tersebut dapat berhasil dengan baik. Dengan demikian, maka kegiatan penyediaan *C. calcitrans* secara kontinyu dan baik ditempat pemberian udang dapat teratasi, sehingga akan dapat menunjang keberhasilan dalam penyediaan benih udang.



II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Biologi *Chaetoceros calcitrans*

Chaetoceros calcitrans diklasifikasikan sebagai berikut :

Divisio : Chrysophyta

Kelas : Bacillariophyceae

Ordo : Centrales

Sub ordo : Biddulphiineae

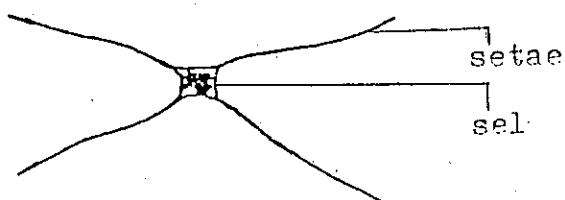
Famili : Chaetoceraceae

Genus : Chaetoceros

Spesies : *Chaetoceros calcitrans*

(Bold dan Wynne, 1985).

C. calcitrans merupakan diatom yang bersel tunggal dan berbentuk bulat yang dilengkapi dengan setae. Selnya mempunyai dinding yang tersusun dari dua katup/valva yang saling menutup. Valva bagian atas berukuran lebih besar disebut epiteka, menutupi valva bagian bawah yang berukuran lebih kecil yang disebut hipoteka (Kontara, Hastuti dan Umiyati, 1989).



Gambar 1. Sel *Chaetoceros calcitrans* (Hastuti, 1989).

Sachlan (1980) mengatakan bahwa sel *C. calcitrans* berukuran empat mikron dan pergerakannya pasif. Sebagian besar hidup di laut dan bersifat kosmopolit sebagai plankton yang berkelompok. Dinding sel diatom mengandung silikat, SiO_2 . Analisis kimia dari dinding sel diatom laut diketahui bahwa 96,5 % berupa SiO_2 dan hanya 1,5 % berupa Al_2O_3 atau Fe_2O_3 (Rogall, 1939 dalam Lewin, 1962).

Sel diatom mempunyai pigmen berupa klorofil a, klorofil c, karoten dan xanthofil, yang menyebabkan alga ini berwarna kuning coklat (Sachlan, 1980). Sedangkan menurut Hager dan Stransky, 1970 dalam Jorgensen (1977) serta Ghofar (1983), pigmen yang terdapat pada diatom terdiri dari klorofil a, klorofil c, β -karoten, fukosantin, diadinosantin dan diatosantin.

Menurut Kontara, dkk (1989), *Chaetoceros* sp bereproduksi secara aseksual dengan cara pembelahan sel. Mula-mula protoplas membesar, kemudian epiteka dan hipoteka sedikit memisah. Inti membelah secara mitosis dalam bidang tegak lurus valva, diikuti pembelahan kromatofora. Protoplas sel anakan membawa sebuah belahan valva. Sel anakan yang membawa epiteka akan membentuk hipoteka, dan sel anakan yang membawa hipoteka akan membentuk hipoteka pula, sedang hipoteka sel induk akan menjadi epiteka. Sel anakan yang membawa epiteka dari sel induk ukurannya akan sama dengan

ukuran sel semula. Sedang yang membawa hipoteka ukurannya akan lebih kecil (Pandey dan Trivedi, 1980).

Dengan cara pembelahan sel tersebut, maka makin lama makin banyak jumlah sel-sel anak yang ukurannya semakin mengecil. Apabila telah sampai pada batas terkecilnya, dimana ukurannya sudah tidak sesuai lagi untuk mendukung proses fisiologinya, maka sel yang mempunyai ukuran terkecil ini harus mengadakan konyugasi dengan protoplasma sel lainnya, dan gumpalan protoplasma hasil dari bercampurnya dua protoplasma ini membesar sehingga mencapai ukuran protoplasma yang sama dengan sel induknya. Gumpalan protoplasma ini disebut auksospora. Sesudah itu, auksospora ini membentuk hipoteka dan epiteka dengan ukuran yang sama dengan sel induknya (Sachlan, 1980). Menurut Soli, 1963 dalam Raymont (1980), pembentukan auksospora pada *Chaetoceros* yang ada pada kondisi kultur terjadi setiap 8 - 14 hari. Sedangkan bila di alam, proses pembentukannya terjadi lebih lama.

B. Pertumbuhan Fitoplankton

Pertumbuhan diartikan oleh Schlegel dan Schmidt (1994) sebagai pertambahan substansi hidup yang tidak reversibel, yang biasanya disertai pertambahan ukuran dan pembelahan sel. Pertumbuhan pada organisme bersel satu ditandai dengan bertambahnya jumlah sel. Meskipun demikian, pada organisme yang bersel satu harus

dibedakan antara pertambahan jumlah sel atau pertambahan massa sel. Jumlah organisme bersel satu biasanya dinyatakan dalam satuan jumlah sel per ml, sedangkan massa sel dinyatakan dalam massa kering per ml.

Pola pertumbuhan fitoplankton dapat digambarkan sebagai suatu grafik yang berbentuk sigmoid, dan dapat dibedakan dalam beberapa fase pertumbuhan, yaitu :

1. Fase Induksi / Fase Lag

Fase ini terjadi setelah pemberian bibit kedalam media kultur, populasi alga sementara tidak berubah (Martosudarmo, 1990). Menurut Fogg (1965), fase ini disebut juga fase adaptasi. Pada fase ini, sel melakukan aktivitas metabolismik dan fisiologis dalam mempersiapkan diri untuk melakukan pembelahan.

2. Fase Eksponensial / Fase Logaritma

Fase ini ditandai dengan pembiakan sel yang cepat dan konstan. Pada fase ini kecepatan pembelahan selnya maksimum, sehingga terlihat adanya penambahan sel dan metabolisme berlangsung paling aktif (Martosudarmo, 1990).

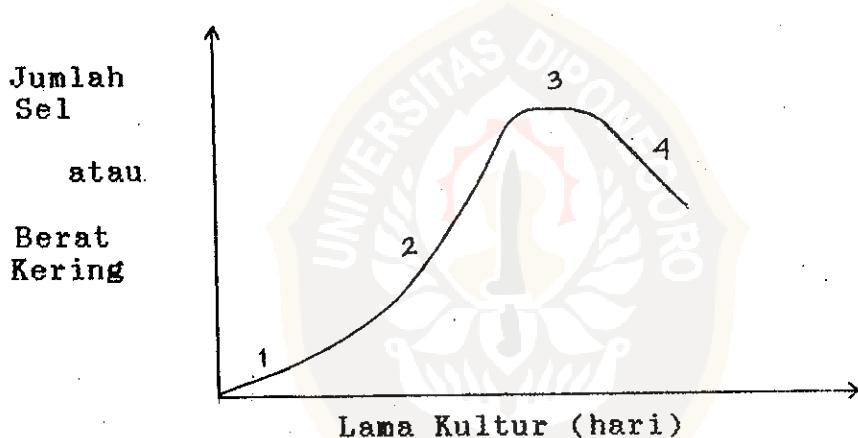
3. Fase Stasioner

Fase ini terjadi bila kecepatan pertumbuhan sudah mulai menurun secara bertahap. Jumlah populasi konstan dalam waktu tertentu, yang mungkin sebagai akibat dari penghentian pembiakan sel-sel secara total atau adanya keseimbangan antara tingkat kematian dan tingkat pertumbuhan (Martosudarmo,

1990). Menurut Fogg (1965), fase ini terjadi karena adanya faktor pembatas, antara lain habisnya zat makanan dan makin tertimbunnya bahan metabolit yang bersifat racun, sehingga menghambat atau bahkan menghentikan pertumbuhan sel.

4. Fase Kematian

Fase ini ditandai dengan adanya tingkat kematian yang lebih tinggi daripada tingkat pertumbuhan (Martosudarmo, 1990). Menurut Erlina dan Hastuti (1986), penurunan jumlah sel pada fase ini akibat lingkungan sudah tidak mendukung untuk pertumbuhan sel.



Gambar 2. Kurva Pertumbuhan Fitoplankton (Kumar dan Singh, 1979).

Menurut Kumar dan Singh (1979), untuk mengetahui pertumbuhan dari populasi alga dapat dilakukan cara :

1. Penghitungan Kepadatan Sel Alga

Penghitungan ini dilakukan dengan menggunakan mikroskop dan haemocytometer, yang merupakan gelas

obyek untuk penghitungan sel darah (Martosudarmo, 1990).

2. Berat Kering

Penghitungan berat kering ini dilakukan dengan cara menghilangkan air dalam sel alga dengan menggunakan oven (Kumar dan Singh, 1979). Menurut Mc Lachlan (1973), penghitungan berat kering ini dilakukan dengan cara mengeringkan sampel alga sampai mencapai berat konstan dan kemudian berat kering sel diekspresikan per unit volume kultur alga.

C. Media Kultur

Round (1973) menyatakan bahwa media kultur bagi pertumbuhan alga memerlukan unsur utama C, N, P, K, S, Mg dan Ca. Sedangkan unsur-unsur seperti Fe, Mn, Si, Zn, Co, Bo, Cu dan Va diperlukan dalam jumlah kecil. Unsur-unsur tersebut sangat berguna untuk membentuk karbohidrat, lemak dan protein, sedangkan Si diperlukan untuk pembentukan dinding sel.

Menurut Sachlan (1980), diatom merupakan salah satu alga yang membutuhkan silikon untuk pertumbuhannya, sehingga dalam mengkultur diatom perlu ditambahkan unsur silikon dalam persenyawaan Na_2SiO_3 . Selanjutnya dikatakan oleh Greenberg dan Sinclair, 1955 dalam Lewin, 1962 bahwa Na_2SiO_3 dalam larutan akan menjadi asam orthosilikat, Si(OH)_4 . Kemudian Si(OH)_4 akan terurai menjadi silikat, SiO_2 . Silikat dan

material organik bergabung membentuk dinding, dimana proses penimbunannya diatur oleh sitoplasma dan juga membran sitoplasmik. Pembentukan dinding sel yang baru ini terjadi dalam waktu 10 - 20 menit sesudah pembelahan protoplas (Reimann, 1960 dalam Lewin, 1962).

Apabila kekurangan silikon dalam media kultur dapat mempengaruhi pembentukan sel diatom. Kekurangan silikon berpengaruh langsung pada pembentukan dinding sel yang baru, dimana pada konsentrasi yang rendah populasi diatom tidak dapat tumbuh, karena setelah pembelahan protoplas tidak diikuti dengan pembentukan dinding sel yang baru (Round, 1973).

Menurut Kontara, dkk (1989), untuk membudidayakan *C. calcitrans* digunakan senyawa-senyawa KNO_3 100 ppm, Na_2SiO_3 6 ppm, FeCl_3 1 ppm, NaH_2PO_4 10 ppm, dan EDTA 5 ppm. Sedangkan menurut Hastuti (1989), senyawa Na_2SiO_3 yang digunakan berkadar 6 - 10 ppm.

Faktor-faktor yang berpengaruh pada media kultur.

1. Faktor fisika.

Intensitas cahaya. Cahaya merupakan faktor yang esensial dalam kultur alga, karena cahaya merupakan sumber energi yang diikat dalam proses fotosintesis, dimana hasil fotosintesis tersebut digunakan untuk pertumbuhan alga (Fogg, 1965).

Pada diatom proses fotosintesis terjadi dalam kloroplas. Pigmen yang ada dalam kloroplas antara lain klorofil a, klorofil c, β -karoten, fukosantin,

diadinosantin dan diatosantin (Jorgensen, 1977). Pigmen yang secara langsung menyerap energi cahaya ialah klorofil a. Sedang pigmen-pigmen lain, terutama karotenoid, dapat pula menyerap cahaya akan tetapi energi ini selanjutnya diteruskan ke klorofil a (Parson et al, 1977 dalam Ghofar, 1983).

Martosudarmo (1990) menyatakan bahwa pertumbuhan fitoplankton sangat tergantung pada intensitas cahaya yang mengenai selnya untuk fotosintesis. Selanjutnya dikatakan oleh Angka, Sumantadinata, Haris dan Chaeruddin (1976) bahwa intensitas matahari untuk proses fotosintesis kultur alga di laboratorium dapat diganti dengan intensitas cahaya yang berasal dari lampu neon (TL).

Menurut Hastuti (1989), intensitas cahaya yang diperlukan untuk fotosintesis *C. calcitrans* berkisar 500 sampai 10.000 lux. Sedangkan dari hasil penelitian Jatikusumo (1989) diketahui bahwa intensitas cahaya 4.000 lux memberikan hasil yang terbaik untuk pertumbuhan populasi *C. calcitrans* dibanding dengan intensitas cahaya 3.000 lux dan 3.500 lux.

Suhu. Suhu merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi tingkat metabolisme suatu organisme perairan (Martosudarmo, 1990). Sedangkan secara tidak langsung, suhu akan mempengaruhi kondisi lingkungan media pertumbuhan. Perubahan

kondisi lingkungan ini nantinya juga akan mempengaruhi proses metabolisme dan reproduksi sel. (Patrick, 1977).

Menurut Fogg (1965), semua spesies *Chaetoceros* mempunyai toleransi yang tinggi terhadap perubahan suhu perairan. Selanjutnya dikatakan pula bahwa *Chaetoceros* yang dibudidayakan pada suhu 40°C tidak tampak adanya perubahan warna pada media kultur, tetapi bila dibudidayakan pada suhu 20°C hingga 30°C maka akan terjadi perubahan warna secara normal. Sedangkan menurut Hastuti (1988), untuk pertumbuhan populasi *C. calcitrans* yang optimal diperlukan suhu antara 25°C - 30°C.

Salinitas. Salinitas merupakan salah satu faktor yang sangat penting bagi kehidupan organisme perairan. Perubahan salinitas pada suatu perairan akan mempengaruhi kehidupan organisme yang hidup dalam perairan tersebut (Anggoro, 1983).

Kebanyakan diatom sangat peka terhadap perubahan salinitas, karena salinitas pada media kultur dapat mempengaruhi proses fotosintesis dan respirasi sel (Angka, dkk, 1976).

Eppley (1977) menyatakan bahwa kisaran salinitas yang diperlukan untuk kehidupan *Chaetoceros* sp adalah antara 25 ‰ - 35 ‰. Sedangkan menurut Hastuti (1988), salinitas yang baik untuk pertumbuhan populasi *C. calcitrans*

berkisar 17 °/oo - 25 °/oo. Selanjutnya berdasarkan penelitian Jatikusumo (1989) diketahui bahwa salinitas 25 °/oo memberikan hasil yang terbaik untuk pertumbuhan populasi *C. calcitrans* dibanding dengan salinitas 22 °/oo dan 28 °/oo.

2. Faktor kimia

Derajat keasaman (pH). Derajat keasaman suatu media kultur sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan organisme. pH media berperanan dalam menentukan konsentrasi CO₂ dan imbangannya antara bikarbonat dengan karbonat. Penyediaan CO₂ sebagai hasil perubahan bikarbonat menjadi karbonat berlangsung sampai absorpsi dari udara mencapai keseimbangan dengan penggunaan CO₂ oleh alga (Harvey, 1960 dalam Angka, dkk, 1976).

Round (1973) menyatakan bahwa untuk kultur diatom sebaiknya pH media kultur berkisar antara 7 - 8. Sedangkan menurut Martosudarmo (1990), alga laut memerlukan pH antara 7,5 - 8,5 untuk pertumbuhannya.

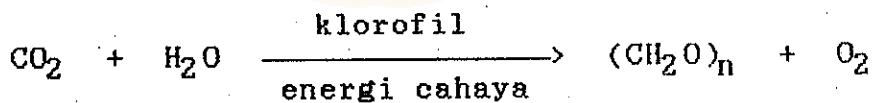
Oksigen terlarut. Oksigen terlarut sangat berpengaruh bagi kehidupan organisme di perairan dan merupakan komponen utama untuk proses metabolisme (Wardoyo, 1975). Sehubungan dengan hal tersebut, maka dalam mengkultur alga di laboratorium perlu adanya penyediaan oksigen terlarut yang cukup untuk kelangsungan hidupnya (Angka, dkk, 1976). Sumber

oksigen terlarut dalam air berasal dari difusi oksigen yang terkandung di udara ke dalam air dan dari hasil fotosintesis organisme nabati (Wardoyo, 1975). Selanjutnya Viswanathan dan Tampi (1952) dalam Anggoro (1983) menyatakan bahwa kadar oksigen terlarut dalam air dapat menurun apabila suhu dan salinitasnya naik.

Untuk produksi yang baik bagi kultur alga di laboratorium diperlukan oksigen terlarut sebesar 5 ppm, dan bila kandungan oksigen terlarutnya diatas 7 ppm maka produksinya akan tinggi (Patrick, 1977).

Karbondioksida bebas. Tersedianya karbondioksida bebas dalam media kultur merupakan hal yang sangat penting, karena CO_2 memegang peranan penting dalam proses fotosintesis (Angka, dkk, 1976).

Menurut Venkataraman (1969), proses fotosintesis dengan sederhana dapat dinyatakan dalam persamaan kimia :



Dari persamaan tersebut diatas terlihat bahwa untuk terbentuknya bahan organik maka diperlukan tersedianya CO_2 bebas.

Untuk mensuplai CO_2 bebas kedalam media kultur alga biasa dilakukan dengan cara pengadukan,

penggoyangan media kultur atau dengan memberi aerasi (Round, 1973). Selanjutnya Fogg (1965) mengemukakan pula bahwa dengan jalan memberi aerasi maka zat hara media kultur dapat menyebar rata dan dapat mencegah terjadinya pengendapan sel diatom, serta menyebabkan cahaya dapat menembus dengan baik kedalam media kultur.



III. HIPOTESIS

Hipotesis dari penelitian ini adalah :

1. Pemberian kadar senyawa Na_2SiO_3 yang berbeda akan berpengaruh terhadap pertumbuhan populasi *C. calcitrans*
2. Pemberian senyawa Na_2SiO_3 pada kadar tertentu dapat memberikan pertumbuhan yang optimal pada populasi *C. calcitrans*.



IV. METODE PENELITIAN

A. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

Bibit murni *C. calcitrans* yang diperoleh dari bagian kultur makanan alami Balai Budidaya Air Payau Jepara; Media kultur, berupa campuran air laut dan air tawar, bersalinitas 25 ‰; KNO_3 100 ppm; NaH_2PO_4 10 ppm; FeCl_3 1 ppm; Na_2SiO_3 3 ppm, 6 ppm, 9 ppm, 12 ppm; EDTA 5 ppm; Khlorin 150 ppm; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 40 ppm; Na_2CO_3 0,045 N; Indikator PP; MnSO_4 ; Sulfamic Acid; H_2SO_4 pekat; $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,025 N; Indikator Amylum; $\text{NaOH} + \text{KI}$; Deterjen.

Sedangkan alat-alat yang digunakan adalah :

Botol tembus cahaya berkapasitas 3,5 liter; Lampu TL 40 watt; Luxmeter; Refraktometer; Termometer; pH paper; Haemocytometer; Hand tally counter; Mikroskop; Kertas saring Whatman Ashless 20; Timbangan elektrik Sartorius; Selang aerasi; Pipet; Gelas ukur; Alat titrasi; Botol BOD; Erlenmeyer; Oven; Desikator; Corong plastik; Kapas; Label.

B. Cara Kerja

1. Air laut dan air tawar disaring terlebih dahulu dengan menggunakan kapas. Kemudian disterilkan dengan jalan merebus air tersebut hingga mendidih selama kurang lebih 10 menit. Untuk mengatur agar

salinitas media kultur sesuai dengan yang diinginkan, maka dilakukan pencampuran antara air laut dan air tawar yang telah disterilkan. Pencampuran ini berdasarkan rumus dari Svedrup (1942), yaitu apabila a liter air laut yang salinitasnya S_1 permil, akan diencerkan dengan menambahkan n liter air tawar, maka salinitasnya menjadi :

$$S_2 = \frac{a \cdot S_1}{(n + a)} \quad (\text{Svedrup, 1942})$$

dimana, S_1 : salinitas air laut mula-mula (permil)
 S_2 : salinitas air campuran (permil)
 a : volume air mula-mula S_1 (liter)
 n : volume air tawar yang digunakan untuk pengenceran (liter)
 $(n+a)$: volume air campuran (liter)

Untuk mendapatkan media kultur yang salinitasnya benar-benar tepat, maka air campuran yang diperoleh dengan menggunakan rumus diatas, hasilnya diukur lagi dengan memakai alat refraktometer.

2. Alat-alat yang berupa botol tembus cahaya, selang aerasi, pipet, gelas ukur dan corong plastik juga disterilkan, dengan cara dicuci dengan deterjen dan dibilas dengan air sampai bersih. Kemudian dibilas dengan larutan khlorin 150 ppm dan dibiarkan kering selama kurang lebih 1 jam. Lalu dibilas dengan

larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 40 ppm, dan dibilas dengan air tawar sampai hilang bau khlorinnya. Kemudian dikeringkan.

3. Botol diisi dengan media kultur bersalinitas 25‰ yang telah disterilkan sebanyak 3 liter, dan ditambahkan senyawa KNO_3 100 ppm, NaH_2PO_4 10 ppm, FeCl_3 1 ppm, EDTA 5 ppm.

Perlakuan terdiri dari lima macam, yaitu :

Perlakuan A tanpa senyawa Na_2SiO_3 (0 ppm)

Perlakuan B ditambahkan senyawa Na_2SiO_3 3 ppm

Perlakuan C ditambahkan senyawa Na_2SiO_3 6 ppm

Perlakuan D ditambahkan senyawa Na_2SiO_3 9 ppm

Perlakuan E ditambahkan senyawa Na_2SiO_3 12 ppm

Pengulangan untuk masing-masing perlakuan adalah empat kali.

4. Botol tempat media kultur diberi aerasi, kemudian ditebari bibit murni *C. calcitrans* sebanyak 100.000 sel/ml. Untuk menghitung berapa volume bibit (inokulum) yang diperlukan, digunakan rumus sebagai berikut :

$$V_1 = \frac{V_2 \times N_2}{N_1} \quad (\text{Mujiman, 1989})$$

dimana, V_1 : volume inokulum yang dibutuhkan (ml)

N_1 : kepadatan sel inokulum per ml (sel/ml)

V_2 : volume air yang dikultur (ml)

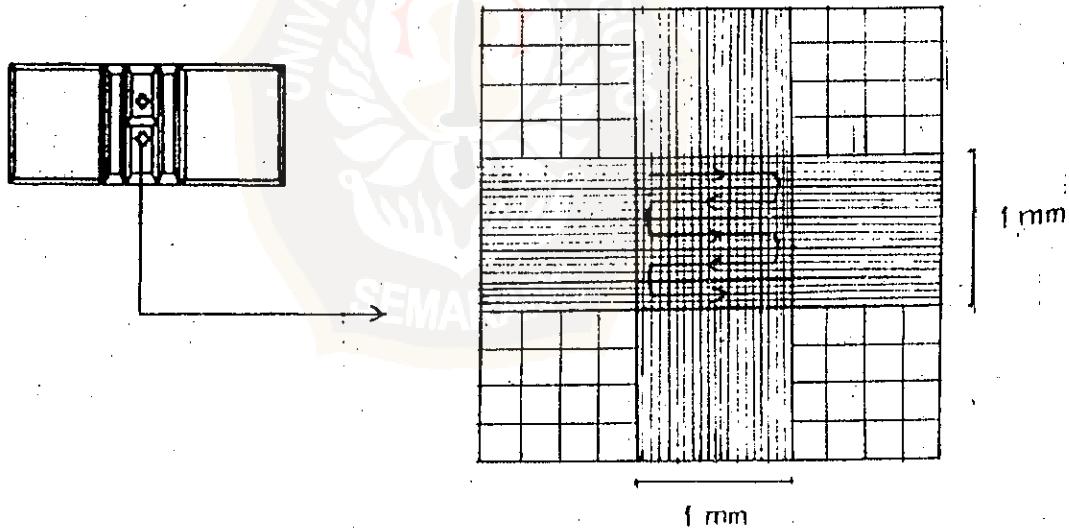
N_2 : kepadatan awal yang diinginkan (sel/ml)

5. Botol disinari lampu TL dengan kekuatan rata-rata 4.000 lux.

6. Perlakuan diamati selama 8 hari. Tiap hari dihitung jumlah selnya dengan alat haemocytometer dan diamati dibawah mikroskop, dibantu dengan alat hand tally counter. Pengambilan sampel dari tiap-tiap botol dilakukan dalam waktu yang sama dengan waktu penebaran bibit *C. calcitrans*.

Haemocytometer berupa lempengan kaca yang berbentuk empat persegi panjang. Luas permukaan bergaris dari haemocytometer yaitu 1 mm^2 dan kedalamannya 0,1 mm. Maka volume air diatas permukaan bergaris adalah $1 \text{ mm}^2 \times 0,1 \text{ mm} = 0,1 \text{ mm}^3$ atau 0,0001 ml.

Jika jumlah sel yang dihitung dalam ruang tersebut adalah N, berarti jumlah sel *C. calcitrans* per ml adalah $N \times 10^4$ (Mujiman, 1989).



Gambar 3. Alat Haemocytometer (Mujiman, 1989).

Keterangan : Penghitungan sel *C. calcitrans* dilakukan pada kotakan yang bertanda panah.

7. Tiap hari juga dihitung berat kering sel. Adapun caranya adalah sebagai berikut :

Air media disaring sebanyak 10 ml dengan kertas saring.

Kemudian dibilas dengan aquades dan dikeringkan di oven pada suhu 105°C selama kurang lebih 2 jam, hingga beratnya konstan. Sebelum ditimbang, kertas saring didinginkan dalam desikator.

Berat kering sel dihitung dengan rumus :

$$B = \frac{Ba - (Bk + K)}{C} \times 1000$$

(Taras dan Greenberg, 1971).

dimana, B : berat kering sel (gr/l)

Ba : berat kertas saring dan sel alga (gr)

Bk : berat kertas saring (gr)

C : jumlah air media (ml)

K : faktor koreksi

Faktor koreksi (K) didapat dari menyaring air yang salinitasnya sama dengan air media. Kemudian dibilas dengan aquades, dan dioven pada suhu 105°C selama kurang lebih 2 jam, hingga beratnya konstan.

$$K = \text{berat akhir} - \text{berat kertas saring}$$

Dari kepadatan populasi dan berat kering sel didapatkan nilai bobot jenis (mg/sel).

$$\text{Nilai bobot jenis} = \frac{\text{berat kering sel}}{\text{kepadatan populasi}}$$

(Taras dan Greenberg, 1971).

8. Selama penelitian berlangsung, juga dilakukan pengukuran kualitas air yang meliputi, suhu, salinitas, pH, kandungan O_2 terlarut dan kandungan CO_2 bebas.

Suhu dan salinitas diukur setiap hari, sedangkan pH, kandungan O_2 terlarut dan kandungan CO_2 bebas diukur pada awal dan akhir penelitian.

Adapun pengukuran kandungan O_2 terlarut adalah sebagai berikut :

- a. Botol BOD diisi air sampel sampai penuh, kemudian ditutup kembali.
- b. Ditambahkan 1 ml Sulfamic Acid dengan pipet dibawah permukaan, ditutup dan diaduk dengan membolak-balik botol.
- c. Ditambahkan 2 ml $MnSO_4$ dan 2 ml NaOH + KI dengan memasukkan pipet dibawah permukaan air dalam botol. Ditutup dengan hati-hati dan diaduk dengan membolak-balik botol kurang lebih 20 kali. Dibiarkan beberapa saat hingga endapan coklat terbentuk dengan sempurna.
- d. Ditambahkan 2 ml H_2SO_4 pekat dengan hati-hati, diaduk dengan cara yang sama hingga semua endapan

terlarut. Kalau endapan belum larut semua, ditambahkan lagi 0,5 ml H₂SO₄ pekat.

- e. Diambil 100 ml air dari botol BOD tersebut dan dimasukkan kedalam erlenmeyer.
- f. Dititrasi dengan Na₂S₂O₃ 0,025 N hingga terjadi perubahan warna dari kuning tua ke kuning muda. Ditambahkan 5 - 8 tetes indikator amylose hingga terbentuk warna biru. Dititrasi lagi dengan Na₂S₂O₃ hingga tepat tidak berwarna (bening).

Kadar O₂ terlarut dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar O}_2 \text{ (ppm)} = \frac{\text{ml titran} \times \text{N titran} \times 8 \times 1000}{\text{ml sampel} \times (\text{ml btl BOD} - \text{ml reagen})}$$

(Hariyadi, Suryadiputra dan Widigdo, 1992).

Sedangkan metode pengukuran kandungan CO₂ bebas adalah sebagai berikut :

- a. 25 ml air sampel dimasukkan kedalam erlenmeyer dengan hati-hati.
- b. Ditambahkan 3 - 4 tetes indikator PP. Jika berwarna pink berarti tidak ada CO₂. Jika tidak berwarna berarti ada CO₂ dan dilanjutkan ke prosedur c.
- c. Dititrasi segera dengan Na₂CO₃ 0,045 N sampai terbentuk warna pink yang stabil selama 30 detik.

Kadar CO₂ bebas dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar CO}_2 \text{ (ppm)} = \frac{\text{ml titran} \times \text{N titran} \times 44/2 \times 1000}{\text{ml sampel}}$$

(Hariyadi, dkk, 1992).

C. Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Percobaan dengan menggunakan pola tunggal dengan rancangan dasar acak lengkap, jumlah perlakuan lima dan masing-masing perlakuan empat kali ulangan.

Model matematis adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_{ij} \quad (\text{Srigandono, 1983}).$$

Keterangan :

Y_{ij} = jumlah sel per ml / berat kering sel / bobot jenis pada puncak populasi dengan perlakuan pemberian senyawa Na₂SiO₃ ke i ulangan ke j

μ = nilai tengah dari seluruh perlakuan

α_i = efek pemberian senyawa Na₂SiO₃ ke i

β_{ij} = efek galat pada pemberian senyawa Na₂SiO₃ ke i ulangan ke j

Untuk menunjukkan perlakuan yang berbeda nyata dilakukan uji lanjutan dengan BNT (Beda Nyata Terkecil).

V. HASIL

A. Kepadatan Populasi (Jumlah Sel per ml)

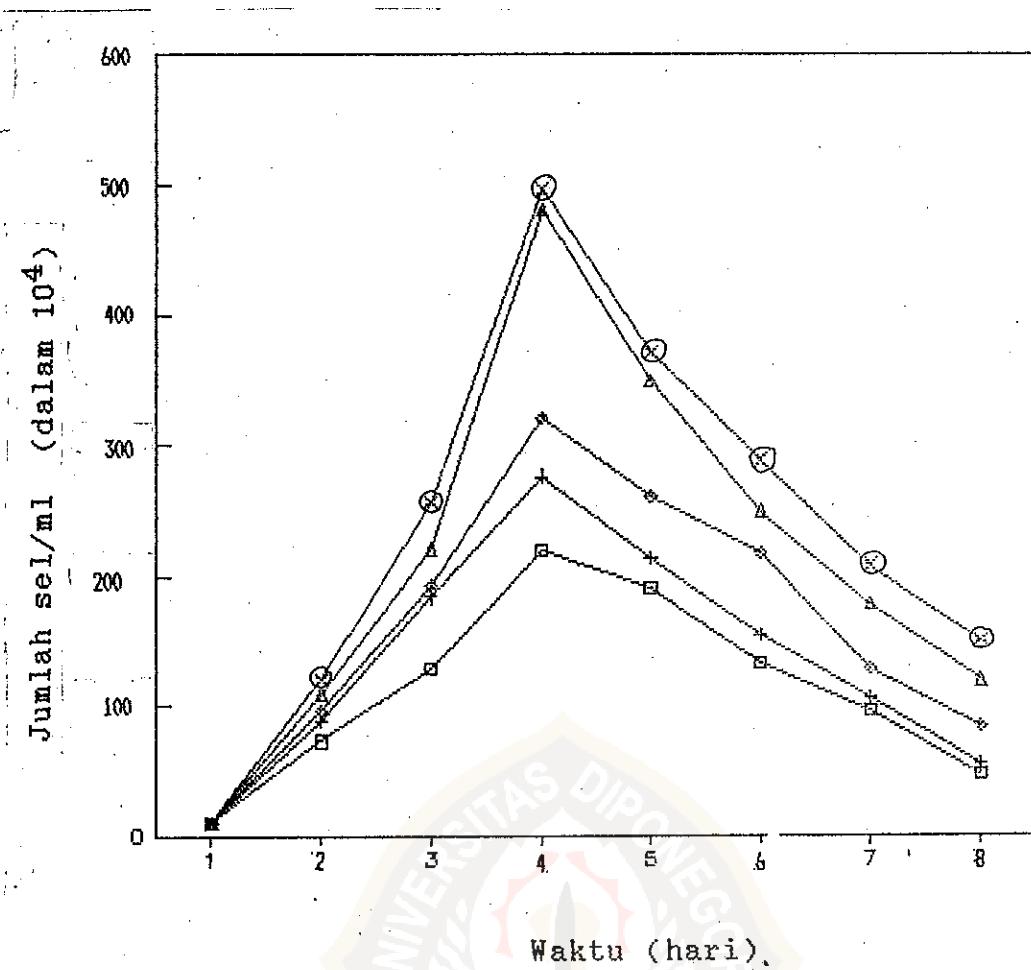
Berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama delapan hari dari lima macam perlakuan pemberian senyawa Na_2SiO_3 , diperoleh data jumlah sel *C. calcitrans* per ml seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata hasil perhitungan jumlah sel *C. calcitrans* setiap hari dari masing-masing perlakuan (dalam jumlah sel $\times 10.000 \text{ sel/ml}$).

Hari	Perlakuan				
	A	B	C	D	E
1	10,0000	10,0000	10,0000	10,0000	10,0000
2	72,0834	86,5833	95,0000	108,2500	120,3333
3	127,4167	184,0000	193,2500	220,9167	256,7500
4	219,0833*	275,9167*	320,0833*	480,5833*	496,4167*
5	180,6667	212,9999	260,4167	348,2499	371,5000
6	132,0000	154,3334	218,1667	249,0834	288,0000
7	95,1667	105,0834	128,1667	178,8334	208,2500
8	46,2500	53,4167	83,0834	118,9999	150,5000

Keterangan : * = puncak populasi

Dari rata-rata perhitungan jumlah sel tersebut, apabila dilukiskan dalam bentuk grafik dapat terlihat pada Gambar 4.

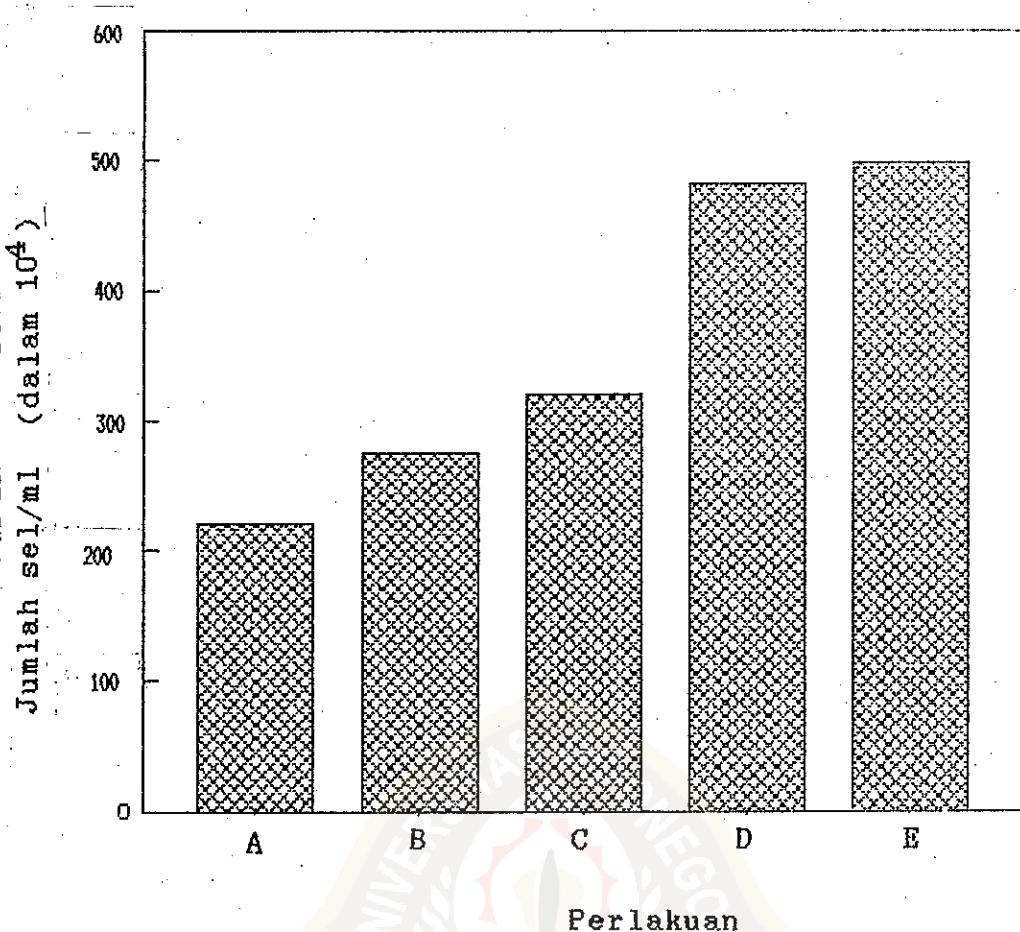


Gambar 4. Grafik pengaruh waktu inkubasi terhadap jumlah sel *C. calcitrans* untuk setiap perlakuan.

Keterangan :

- ...□... : A : tanpa pemberian senyawa Na_2SiO_3
- ...+... : B : pemberian senyawa Na_2SiO_3 3 ppm
- ...◇... : C : pemberian senyawa Na_2SiO_3 6 ppm
- ...△... : D : pemberian senyawa Na_2SiO_3 9 ppm
- ...⊗... : E : pemberian senyawa Na_2SiO_3 12 ppm

Sedangkan histogram rata-rata jumlah sel yang dicapai pada setiap puncak populasi dari masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Histogram rata-rata jumlah sel pada puncak populasi *C. calcitrans* untuk setiap perlakuan.

Keterangan : A : tanpa pemberian senyawa Na_2SiO_3
 B : pemberian senyawa Na_2SiO_3 3 ppm
 C : pemberian senyawa Na_2SiO_3 6 ppm
 D : pemberian senyawa Na_2SiO_3 9 ppm
 E : pemberian senyawa Na_2SiO_3 12 ppm

Dari hasil pengamatan terhadap rata-rata jumlah sel per ml pada tiap puncak populasi, setelah dianalisa dengan analisis varians menunjukkan adanya perbedaan

yang sangat nyata antar perlakuan pemberian senyawa Na_2SiO_3 .

Setelah diuji dengan BNT, memperlihatkan adanya perbedaan yang nyata atau sangat nyata diantara perlakuan satu dengan perlakuan lainnya.

B. Berat Kering Sel

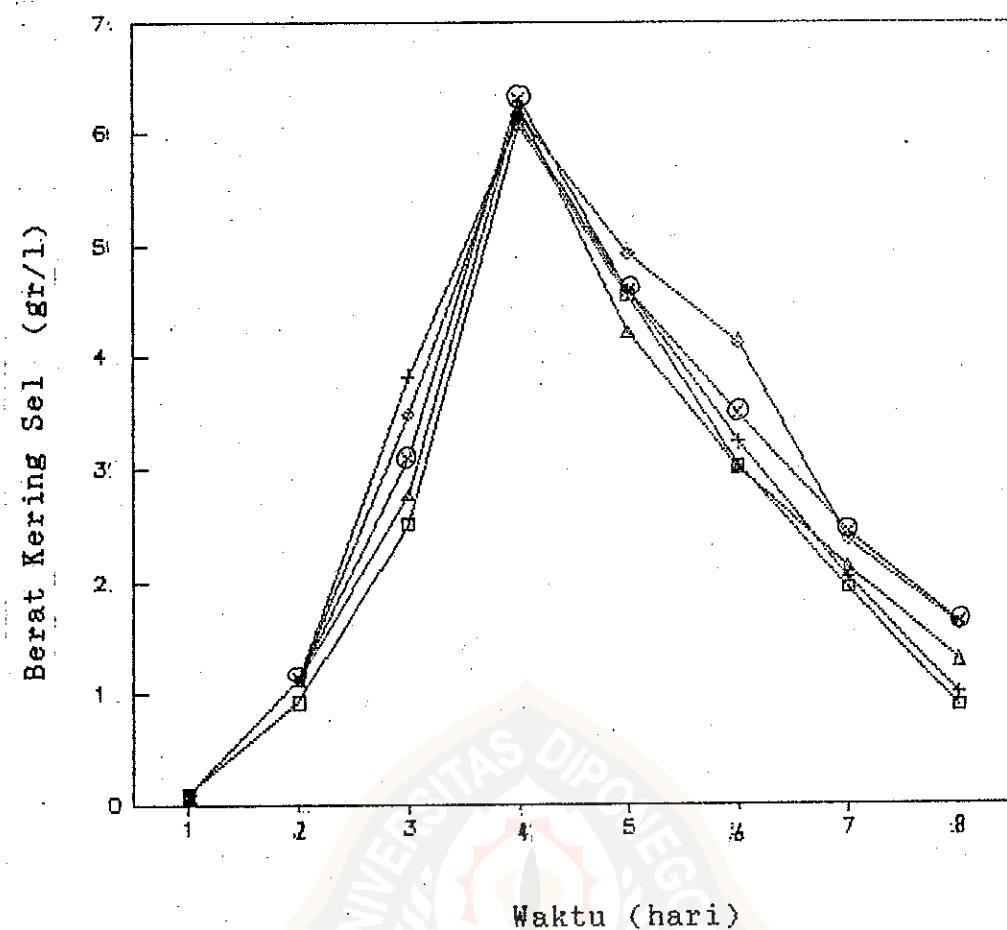
Dari perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh data berat kering *C. calcitrans* selama delapan hari pengamatan untuk setiap perlakuan, yang dapat terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata berat kering sel *C. calcitrans* setiap hari dari masing-masing perlakuan (dalam gram per liter).

Hari	Perlakuan				
	A	B	C	D	E
1	0,07700	0,07700	0,07700	0,07700	0,07700
2	0,90875	1,11050	1,11100	1,11225	1,11900
3	2,50525	3,82700	3,48850	2,77425	3,11050
4	6,07350*	6,13325*	6,16450*	6,23475*	6,32250*
5	4,55675	4,59475	4,93425	4,22900	4,60375
6	3,02975	3,24025	4,13775	3,00175	3,48725
7	1,93600	2,04100	2,37750	2,13025	2,43750
8	0,87075	0,98275	1,60350	1,29000	1,63475

Keterangan : * = puncak populasi

Dari rata-rata berat kering tersebut, apabila dilukiskan dalam bentuk grafik dapat terlihat pada Gambar 6.

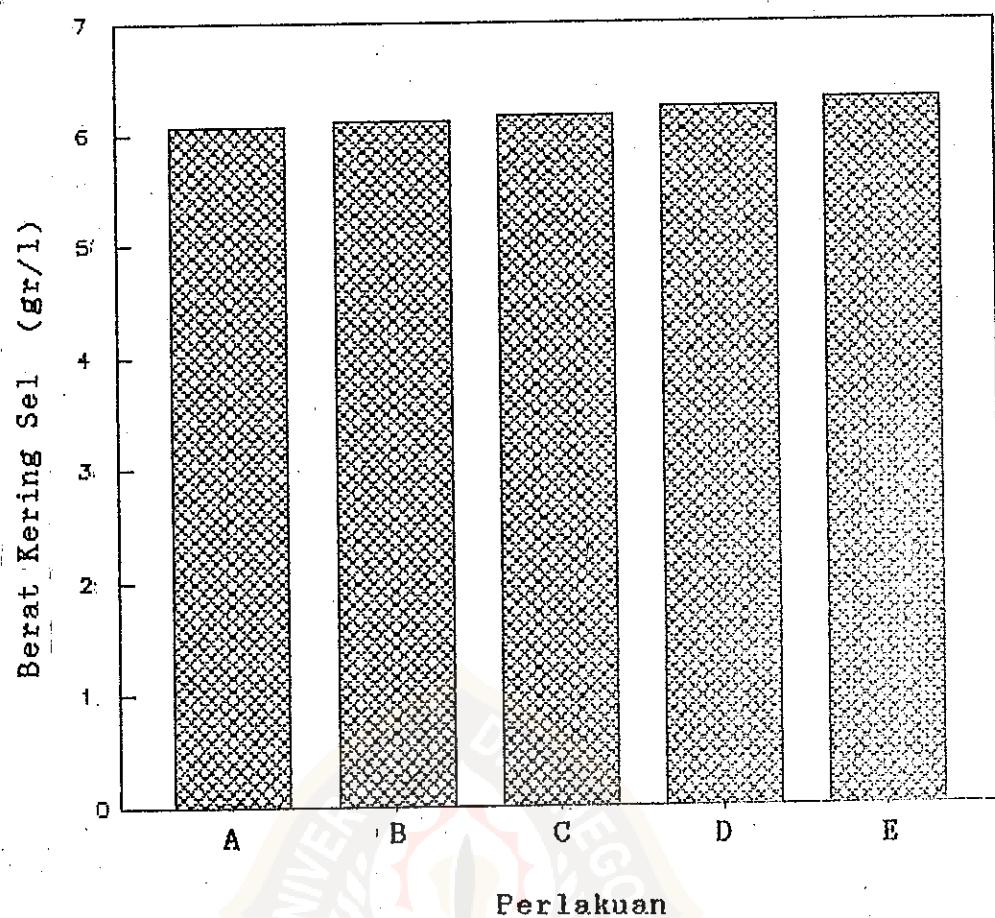


Gambar 6. Grafik pengaruh waktu inkubasi terhadap berat kering sel *C. calcitrans* untuk setiap perlakuan.

Keterangan :

- ... □ ... : A : tanpa pemberian senyawa Na_2SiO_3
- ... + ... : B : pemberian senyawa Na_2SiO_3 3 ppm
- ... ◊ ... : C : pemberian senyawa Na_2SiO_3 6 ppm
- ... Δ ... : D : pemberian senyawa Na_2SiO_3 9 ppm
- ... ⊗ ... : E : pemberian senyawa Na_2SiO_3 12 ppm

Sedangkan histogram rata-rata berat kering sel yang dicapai pada setiap puncak populasi dari masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Histogram rata-rata berat kering pada puncak populasi *C. calcitrans* untuk setiap perlakuan.

Keterangan : A : tanpa pemberian senyawa Na_2SiO_3
 B : pemberian senyawa Na_2SiO_3 3 ppm
 C : pemberian senyawa Na_2SiO_3 6 ppm
 D : pemberian senyawa Na_2SiO_3 9 ppm
 E : pemberian senyawa Na_2SiO_3 12 ppm

Dari hasil pengamatan terhadap rata-rata berat kering sel pada tiap puncak populasi, setelah dianalisa dengan analisis varians menunjukkan adanya perbedaan

yang sangat nyata antar perlakuan pemberian senyawa Na_2SiO_3 .

Setelah diuji dengan BNT, memperlihatkan adanya perbedaan yang sangat nyata diantara perlakuan satu dengan perlakuan lainnya.

C. Bobot Jenis

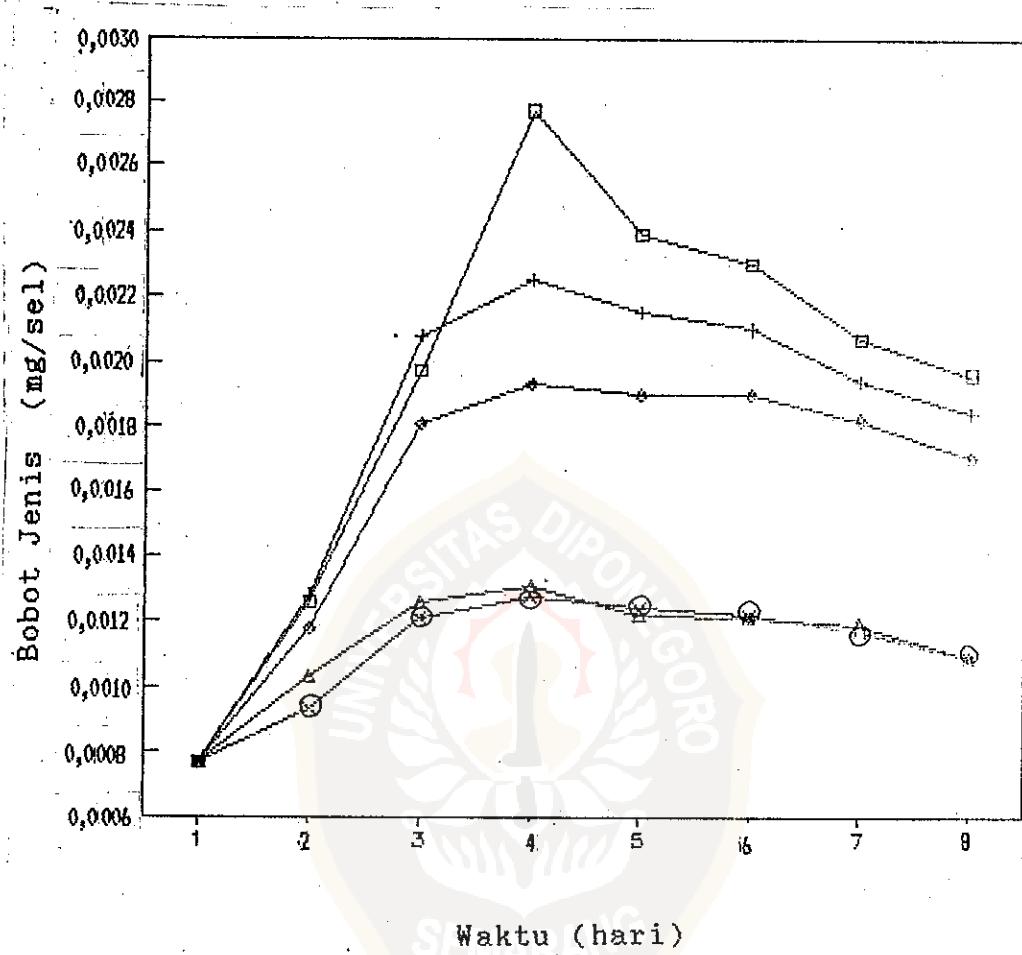
Dari kepadatan populasi (jumlah sel per ml) dan berat kering didapatkan nilai bobot jenis, dan dari perhitungan yang telah dilakukan diperoleh data bobot jenis *C. calcitrans* selama delapan hari pengamatan untuk setiap perlakuan yang dapat terlihat pada Tabel 4

Tabel 4. Rata-rata bobot jenis *C. calcitrans* setiap hari dari masing-masing perlakuan (dalam mg/sel).

Hari	Perlakuan				
	A	B	C	D	E
1	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077
2	0,00126	0,00128	0,00118	0,00103	0,00093
3	0,00197	0,00208	0,00181	0,00126	0,00121
4	0,00277*	0,00255*	0,00193*	0,00130*	0,00128*
5	0,00239	0,00215	0,00190	0,00122	0,00124
6	0,00230	0,00210	0,00190	0,00121	0,00122
7	0,00207	0,00194	0,00182	0,00119	0,00117
8	0,00196	0,00184	0,00170	0,00170	0,00109

Keterangan : * = puncak populasi

Dari rata-rata bobot jenis tersebut, apabila dilukiskan dalam bentuk grafik dapat terlihat pada Gambar 8.

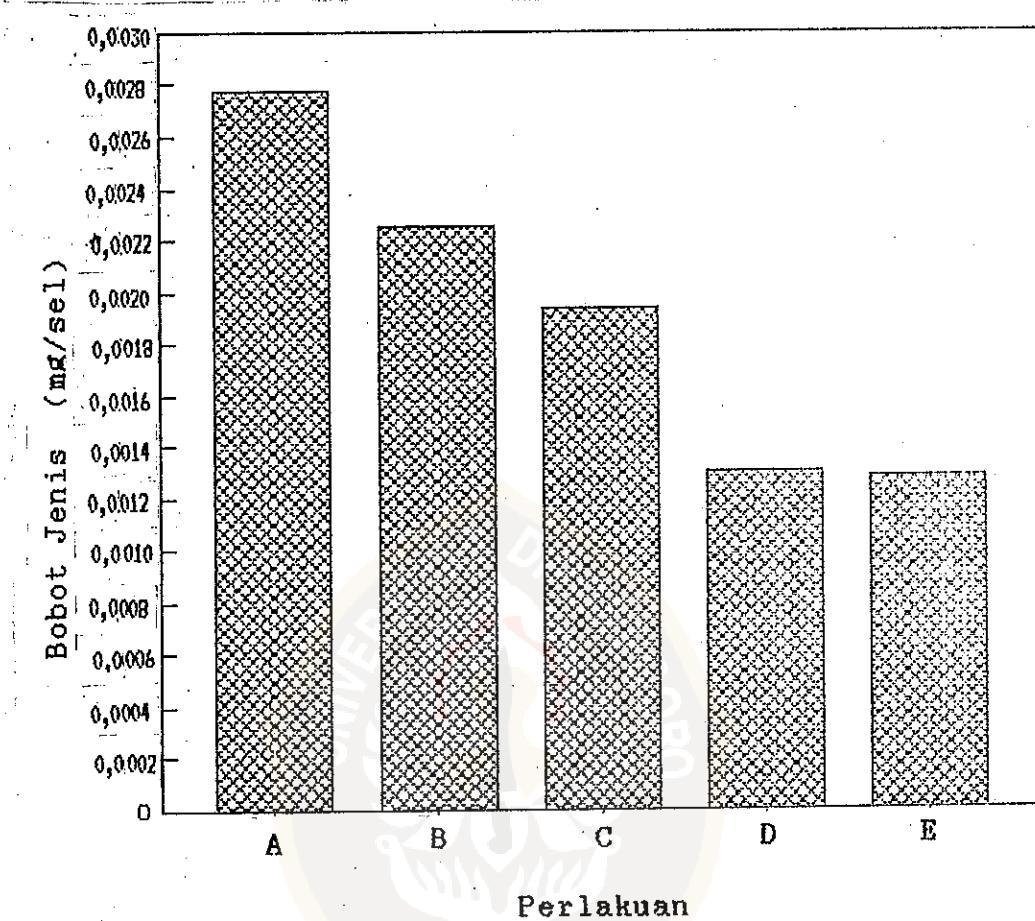


Gambar 8. Grafik pengaruh waktu inkubasi terhadap bobot jenis *C. calcitrans* untuk setiap perlakuan.

Keterangan :

- ...□... : A : tanpa pemberian senyawa Na_2SiO_3
- ...+... : B : pemberian senyawa Na_2SiO_3 3 ppm
- ...◇... : C : pemberian senyawa Na_2SiO_3 6 ppm
- ...△... : D : pemberian senyawa Na_2SiO_3 9 ppm
- ...⊗... : E : pemberian senyawa Na_2SiO_3 12 ppm

Histogram rata-rata bobot jenis yang dicapai pada setiap puncak populasi dari masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Histogram rata-rata bobot jenis pada puncak populasi *C. calcitrans* untuk setiap perlakuan.

- Keterangan : A : tanpa pemberian senyawa Na_2SiO_3
 B : pemberian senyawa Na_2SiO_3 3 ppm
 C : pemberian senyawa Na_2SiO_3 6 ppm
 D : pemberian senyawa Na_2SiO_3 9 ppm
 E : pemberian senyawa Na_2SiO_3 12 ppm

Dari hasil pengamatan terhadap rata-rata bobot jenis pada tiap puncak populasi, setelah dianalisa dengan analisa varians menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata antar perlakuan pemberian senyawa Na_2SiO_3 .

Setelah diuji dengan BNT, memperlihatkan adanya perbedaan yang sangat nyata diantara perlakuan satu dengan perlakuan lainnya, kecuali perlakuan D dan E yang tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata.

Sedangkan hasil pengukuran faktor fisika kimia media kultur selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Faktor fisika kimia media kultur selama penelitian.

Per-lakuan	Suhu(°C)		Salinitas (°/oo)		pH		O_2 (ppm)		CO_2	
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
A	26	27	25	28	7	7	8	6,96	tt	tt
B	26	26	25	28	7	7,5	8	7,29	tt	tt
C	26	27	25	28	7	7,5	8	7,56	tt	tt
D	26	27	25	28	7	7,5	8	7,23	tt	tt
E	26	27	25	28	7	7,5	8	7,43	tt	tt

Keterangan : tt = tidak terdeteksi

VI. PEMBAHASAN

Dari hasil analisa data pada setiap puncak populasi *Chaetoceros calcitrans* menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata antar perlakuan pemberian senyawa Na_2SiO_3 . Hal ini berarti pemberian senyawa Na_2SiO_3 mempengaruhi pertumbuhan populasi *C. calcitrans*.

Pertumbuhan pada organisme bersel satu menurut Schlegel dan Schmidt (1994) meliputi pertambahan jumlah sel dan pertambahan massa sel. Jumlah organisme bersel satu dinyatakan dalam satuan jumlah sel per ml, sedangkan massa sel dinyatakan dalam massa kering per ml.

Dari setiap perlakuan A, B, C, D dan E terlihat bahwa jumlah sel *C. calcitrans* mencapai puncaknya pada hari keempat, dimana puncak populasi tertinggi dicapai oleh perlakuan E, diikuti perlakuan D, C, B, A (Gambar 4).

Ketersediaan unsur-unsur hara dalam media kultur dari setiap perlakuan relatif sama, kecuali kandungan unsur Si. Adanya perbedaan kandungan unsur Si dalam media kultur menyebabkan adanya perbedaan jumlah sel pada puncak populasinya, dimana semakin sedikit unsur Si yang tersedia dalam media kultur maka semakin sedikit pula jumlah selnya.

Pertumbuhan populasi *C. calcitrans* ini sesuai dengan pendapat Round (1973) yang menyatakan bahwa spesies kekurangan unsur Si dalam media kultur dapat mempengaruhi pembentukan sel diatom. Kekurangan unsur Si berpengaruh

langsung pada pembentukan dinding sel yang baru, dimana pembentukan dinding sel yang baru berlangsung lebih lama. Ini berarti proses pembentukan selnya menjadi lebih lama. Dengan demikian, maka kecepatan pembelahan selnya menjadi lebih lambat, akibatnya jumlah selnya semakin sedikit.

Pada perlakuan A, populasi *C. calcitrans* memanfaatkan unsur Si yang berasal dari air laut yang konsentrasiya relatif sedikit yaitu 3 mg/l (Spotte, 1979), untuk pembentukan dinding selnya yang baru selama proses pembelahan selnya. Dengan terbentuknya dinding sel yang baru setelah terjadinya pembelahan protoplas, maka populasi *C. calcitrans* tetap dapat tumbuh dan mampu bereproduksi dengan pembelahan sel walaupun kecepatan pembelahannya lebih lambat dibanding perlakuan lainnya. Hal ini terlihat dari jumlah sel pada puncak populasinya yang lebih sedikit.

Pada perlakuan B, C, D, E, kecuali adanya unsur Si dari air laut juga ditambahkan unsur Si dalam persenyawaan Na_2SiO_3 ke dalam media kultur, sehingga pertumbuhan dari keempat perlakuan ini lebih baik dibandingkan dengan perlakuan A, dimana jumlah sel yang dicapai pada puncak populasinya semakin meningkat dimulai dari perlakuan B sampai E. Hal ini disebabkan mulai dari perlakuan B sampai E, persediaan unsur Si dalam media kultur semakin meningkat sehingga pembentukan dinding selnya yang baru berlangsung lebih cepat. Dengan demikian, maka proses pembentukan selnya juga lebih cepat, sehingga kecepatan pembelahan selnya juga semakin cepat. Hal ini dapat

dilihat dari semakin banyaknya jumlah sel yang dicapai pada puncak populasinya.

Dari hasil uji BNT diketahui bahwa jumlah sel yang dicapai pada puncak populasi, diantara perlakuan satu dengan perlakuan lainnya menunjukkan adanya perbedaan yang nyata atau sangat nyata.

Berat kering *C. calcitrans* pada perlakuan A, B, C, D, dan E mencapai puncaknya pada hari keempat, dimana berat kering tertinggi dicapai oleh perlakuan E diikuti oleh perlakuan D, C, B, A (Gambar 7).

Dari hasil tersebut terlihat bahwa semakin banyak senyawa Na_2SiO_3 yang diberikan, maka berat keringnya semakin meningkat. Meningkatnya berat kering menunjukkan tingginya kandungan bahan organik dan anorganik. Hal ini antara lain disebabkan oleh meningkatnya proses fotosintesis, dimana proses fotosintesis ini pada diatom terjadi pada kloroplas. Aktivitas fotosintesis meningkat karena semakin banyaknya kandungan kloroplas pada media kultur. Semakin banyaknya kandungan kloroplas pada media kultur disebabkan oleh semakin banyaknya jumlah sel *C. calcitrans*, dimana setiap sel diatom mempunyai kloroplas yang mengandung pigmen berupa klorofil a, klorofil c, β -karoten, fukosantin, diadinosantin dan diatosantin (Jorgensen, 1977).

Dengan meningkatnya kandungan bahan organik, maka proses metabolisme selnya berlangsung lebih cepat sehingga dihasilkan energi lebih banyak. Energi yang dihasilkan ini dimanfaatkan oleh sel *C. calcitrans* untuk proses

pembelahan selnya, sehingga semakin banyak energi yang tersedia maka proses pembelahan selnya terjadi semakin cepat. Hal ini mengakibatkan jumlah selnya semakin banyak. Meskipun dihasilkan lebih banyak sel, tetapi massa keseluruhan selnya relatif hampir sama. Hal ini terlibat dari berat keringnya yang relatif hampir sama diantara perlakuan satu dengan perlakuan lainnya (Gambar 7).

Meskipun berat keringnya relatif hampir sama, tetapi setelah diuji dengan BNT memperlihatkan bahwa berat kering *C. calcitrans* yang dicapai pada puncak populasinya menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata diantara perlakuan satu dengan perlakuan yang lainnya.

Dari kepadatan populasi (jumlah sel per ml) dan berat kering didapatkan bobot jenis *C. calcitrans*, yang merupakan hasil bagi antara berat kering dengan kepadatan populasi. Dari bobot jenis ini diharapkan dapat diperoleh gambaran kasar tentang kondisi *C. calcitrans* tersebut, dan keselarasan antara pembentukan bahan organik sebagai hasil fotosintesis dengan pertambahan jumlah sel.

Pada perlakuan A, B, C, D, E terlihat bahwa bobot jenis *C. calcitrans* mencapai puncaknya pada hari keempat, dimana bobot jenis tertinggi dicapai oleh perlakuan A diikuti perlakuan B, C, D, E (Gambar 8).

Dari hasil tersebut terlihat bahwa semakin banyak pemberian senyawa Na_2SiO_3 maka bobot jenisnya semakin rendah. Dengan semakin banyaknya unsur Si yang tersedia dalam media kultur, maka proses pembentukan dinding selnya yang baru semakin cepat yang berarti pula

pembentukan selnya menjadi semakin cepat. Dengan demikian, maka kecepatan pembelahan selnya lebih cepat, sehingga jumlah selnya semakin banyak. Tetapi pertambahan jumlah selnya ini tidak sebanding dengan pertambahan massa keseluruhan selnya. Karena massa keseluruhan selnya relatif hampir sama sedangkan jumlah selnya semakin banyak, maka bobot jenis dari perlakuan menjadi lebih kecil dibanding dengan bobot jenis kontrol (tanpa senyawa Na_2SiO_3). Hal ini berhubungan dengan cara pembelahan sel *C. calcitrans* yang khas, yaitu mula-mula protoplas membesar, kemudian epiteka dan hipoteka sedikit memisah. Inti pembelahan mitosis dalam bidang tegak lurus valva, diikuti pembelahan kromatofora. Protoplas sel anakan membawa sebuah belahan valva. Sel anakan yang membawa epiteka akan membentuk hipoteka. Sel anakan yang membawa hipoteka akan membentuk hipoteka pula, sedangkan hipoteka sel induk akan menjadi epiteka. Sel anakan yang membawa epiteka dari sel induk ukurannya akan sama dengan ukuran sel semula. Sedangkan yang membawa hipoteka ukurannya akan lebih kecil (Pandey dan Trivedi, 1980). Dengan cara pembelahan sel tersebut, maka makin lama makin banyak jumlah sel-sel anakan yang ukurannya semakin kecil dibandingkan dengan jumlah sel anakan yang ukurannya sama dengan ukuran sel semula. Dengan semakin banyaknya jumlah sel-sel anakan yang ukurannya semakin kecil maka massa tiap selnya juga semakin kecil, sehingga bobot jenisnyapun menjadi semakin kecil pula.

Dari hasil uji BNT diketahui bahwa bobot jenis *C. calcitrans* yang dicapai pada puncak populasi menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata diantara perlakuan satu dengan perlakuan lainnya, kecuali perlakuan D dan E yang tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. Hal ini disebabkan kecepatan pembelahan sel antara perlakuan D dan E hampir sama, sehingga bobot jenisnya tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata.

Faktor Fisika Media Kultur

Intensitas Cahaya. Intensitas cahaya selama penelitian adalah 4.000 lux, hal ini didasarkan pada hasil penelitian Jatikusumo (1989) bahwa intensitas cahaya 4.000 lux memberikan hasil yang terbaik untuk pertumbuhan populasi *C. calcitrans* dibanding dengan intensitas cahaya 3.000 lux dan 3.500 lux. Intensitas cahaya ini juga sesuai dengan pendapat Hastuti (1989) bahwa intensitas cahaya yang diperlukan untuk pertumbuhan *C. calcitrans* berkisar 500 sampai 10.000 lux.

Suhu. Selama penelitian terjadi kenaikan suhu sebesar 1°C (Tabel 9), karena adanya peningkatan metabolisme sel. Meskipun demikian, kisaran suhu selama penelitian ini (26°C - 27°C) masih baik untuk pertumbuhan populasi *C. calcitrans*, karena masih sesuai dengan pendapat yang dikemukakan oleh Hastuti (1989) bahwa untuk pertumbuhan populasi *C. calcitrans* yang optimal diperlukan suhu antara 25°C - 30°C.

Salinitas. Selama penelitian terjadi kenaikan salinitas secara bertahap, dikarenakan adanya penguapan akibat dari aerasi dan penyinaran. Kisaran salinitas selama penelitian ini antara 25 ‰ - 28 ‰ (Tabel 10). Kisaran ini masih baik untuk kehidupan *Chaetoceros* sp, seperti yang dikemukakan oleh Eppley (1977) bahwa kisaran salinitas untuk kehidupan *Chaetoceros* sp adalah antara 25 ‰ - 35 ‰.

Faktor Kimia Media

Derasiat Keasaman (pH). pH pada awal penelitian adalah 7, sedangkan pada akhir penelitian berkisar antara 7 - 7,5 (Tabel 11). Kisaran pH selama penelitian ini masih dalam kisaran dimana *C. calcitrans* dapat tumbuh. Hal ini sesuai dengan pendapat Round (1973) bahwa untuk kultur diatom sebaiknya pH media kultur berkisar antara 7 - 8. Begitu juga dengan pendapat Martosudarmo (1990) bahwa alga laut memerlukan pH antara 7,5 - 8,5 untuk pertumbuhannya.

Oksigen Terlarut. Oksigen terlarut pada awal penelitian adalah 8 ppm, sedangkan pada akhir penelitian berkisar antara 6,96 ppm - 7,56 ppm (Tabel 12). Menurut Patrick (1977) untuk produksi yang baik bagi kultur alga di laboratorium diperlukan oksigen terlarut sebesar 5 ppm, dan bila kandungan oksigen terlarutnya diatas 7 ppm maka produksinya akan tinggi. Berdasarkan hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan oksigen terlarut selama

penelitian masih dalam kisaran baik untuk pertumbuhan *C. calcitrans*.

Karbondioksida bebas. Pengukuran CO₂ bebas pada awal penelitian tidak dapat terdeteksi, sebab air media kultur sebelum digunakan disterilkan terlebih dahulu dengan cara dididihkan, sehingga CO₂ bebas dalam media kultur menguap, akibatnya konsentrasinya sangat sedikit sehingga tidak dapat terdeteksi dengan metode titrasi. Oleh karena itulah, untuk mensuplai CO₂ bebas kedalam media kultur dilakukan dengan jalan memberi aerasi.

Kandungan CO₂ bebas pada akhir penelitian juga tidak dapat terdeteksi, karena adanya penyinaran secara terus menerus sehingga proses fotosintesis berlangsung terus menerus, dimana proses fotosintesis ini memerlukan CO₂ sebagai unsur utama. Akibatnya CO₂ bebas dalam media kultur konsentrasinya kecil sehingga tidak dapat terdeteksi dengan metode titrasi.

VII. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemberian senyawa Na_2SiO_3 mempengaruhi pertumbuhan populasi *C. calcitrans*.
2. Pada penelitian ini, kadar senyawa Na_2SiO_3 yang terbaik untuk pertumbuhan populasi *C. calcitrans* yang optimal adalah 12 ppm.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui kadar senyawa Na_2SiO_3 diatas 12 ppm yang terbaik untuk pertumbuhan populasi *C. calcitrans* yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggoro, S., 1983., Permasalahan Kesuburan Perairan Bagi Peningkatan Produksi Ikan di Tambak., Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro., Semarang.
- Angka, S. L., K. Sumantadinata, E. Haris dan A. Cheruddin., 1976., Kultur Laboratoris Diatomae Laut., Laporan Proyek Penelitian No. 19/Panel/PP/PPT-IPB., Institut Pertanian Bogor., Bogor.
- Bold, H. L. and M. J. Wynne., 1985., Introduction to The Algae., Prentice-Hall, Englewood Cliffs., New Jersey.
- Eppley, R. W., 1977., The Growth and Culture Diatomae., Dalam Werner (Editor)., The Biology of Diatomae., Botanical Monographs. Volume 13. Blackwell Scientific Publication Oxford., London.
- Erlina, A. dan W. Hastuti., 1986., Kultur Plankton., INFIS Manual Seri No. 38. Departemen Pertanian. Dirjen Perikanan., Jakarta.
- Fogg, G. E., 1965., Algae Cultures and Phytoplankton Ecology., The University of Winsconsin Press., London.
- Ghofar, A., 1983., Fotosintesa Pada Diatome. Buletin Peternakan dan Perikanan Tahun VIII No. 1 - 2 Juni., Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro., Semarang.
- Hariyadi, S., I. N. N. Suryadiputra, B. Widigdo., 1992., Penuntun Praktikum dan Metoda Analisa Kualitas Air., Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor., Bogor.
- Haryanti, K. Sugama, S. Ismi, A. Khalik dan M. Takano., 1992., Teknik Kultur Murni dan Massal Phytoplankton *Skeletonema* sp dan *Chaetoceros* sp., Seminar Upaya Penanggulangan Penyakit Benur di Hatchery Udang., Surabaya.
- Hastuti, W., 1989., Teknik Penyediaan Makanan Alami Untuk Pembenihan Udang Skala Rumah Tangga., Departemen Pertanian, Dirjen Perikanan, Balai Budidaya Air Payau., Jepara.
- Ismi, S., Haryanti dan Takano., 1993., Teknik Kultur Plankton., Majalah Primadona Edisi April 1993., Jakarta.

- Jatikusumo, E., 1988., Pengaruh Berbagai Tingkat Intensitas Cahaya dan Salinitas Terhadap Pertumbuhan Populasi *Chaetoceros calcitrans.*, Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro., Semarang.
- Jorgensen., 1977., Photosynthesis., in D. Werner (Ed)., The Biology Of Diatoms., Botanical Monographs. Volume 13. Blackwell Scientific Publication Oxford., London.
- Kontara, E. K., W. Hastuti dan S. Umiyati., 1989., Produksi Pakan Alami dan Prospek Pengembangannya Sebagai Usaha Industri., Dalam Lokakarya Efisiensi Penggunaan Pakan Udang., Departemen Pertanian, Dirjen Perikanan., Jakarta.
- Kumar, H. D. and H. N. Singh., 1979., A Textbook on Algae., Macmillan International College Edition., London.
- Lewin, J. C., 1962., Silification., in R. A. Lewin (Ed)., Physiology And Biochemistry Of Algae., Academic Press., New York.
- Martosudarmo, B., 1990., Petunjuk Pemeliharaan Kultur Murni dan Massal Mikroalga., Proyek Pengembangan Budidaya Udang. INS/85/009., Situbondo.
- Mc Lachlan, J., 1973., Growth Media Marine., in J. R. Stein(Ed)., Handbook of Phycology Methods., Cambridge University Press., New York.
- Mujiman, A., 1989., Makanan Ikan., Penebar Swadaya., Jakarta.
- Pandey, S. N. and P. S. Trivedi., 1980., A Textbook of Botany. Volume I., Vikas Publishing House PVT LTD., New Delhi.
- Patrick, R., 1977., Ecology of Fresh Water Diatoms and Diatoms Communities., in D. Werner(Ed)., The Biology of Diatoms., Botanical Monographs. Volume 13. Blackwell Scientific Publication Oxford., London.
- Raymont, J. E. G., 1980., Plankton and Productivity in The Ocean. Volume I. Phytoplankton., Pergamon Press., New York.
- Round, F. G., 1973., The Biology of The Algae., Edward Arnold., London.
- Schlegel, H. G. and K. Schmidt., 1994., Mikrobiologi Umum. Edisi Keenam., Penerjemah T. Baskoro., Gadjah Mada University Press., Yogyakarta.
- Sachlan, M., 1980., Planktonologi., Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor., Bogor.

- Spotte., 1979., Fish and Invertebrata Culture Water Management in Closed System., Willy Interscience., New York.
- Srigandono, B., 1983., Rancangan Percobaan., Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro., Semarang.
- Svedrup., 1942., The Oceans., Their Physics, Chemistry and General Biology., Printed Hall Inc. Charles E. Title Company., Tokyo.
- Taras, M. J. and A. E. Greenberg., 1971., Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater., American Public Health Association., Washington.
- Venkataraman, G. S., 1969., The Cultivation of Algae., Indian Council of Agricultural Research., New Delhi.
- Wardoyo, S. H., 1978., Ekologi Perikanan Kualitas Air Perairan., Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor., Bogor.



LAMPIRAN — LAMPIRAN



Lampiran 1 :

Tabel 6. Hasil Perhitungan Jumlah Sel *C. calcitrans* Tiap Hari Selama Penelitian (Dalam 10^4 sel/ml).

Ha- ri	Ulang- an	Perlakuan				
		A	B	C	D	E
1.	1	10,0000	10,0000	10,0000	10,0000	10,0000
	2	10,0000	10,0000	10,0000	10,0000	10,0000
	3	10,0000	10,0000	10,0000	10,0000	10,0000
	4	10,0000	10,0000	10,0000	10,0000	10,0000
2.	1	71,6667	89,3333	92,6667	116,6667	123,3333
	2	72,6667	85,3333	94,0000	101,6667	116,3333
	3	71,0000	85,6667	87,0000	111,6667	124,0000
	4	73,0000	86,0000	97,3333	103,3333	117,6667
3.	1	127,6667	176,6667	195,6667	223,3333	227,6667
	2	128,0000	183,6667	192,3333	224,0000	241,0000
	3	127,0000	192,3333	192,0000	220,6667	264,3333
	4	127,0000	183,0000	193,0000	215,6667	244,0000
4.	1	215,6667	274,3333	300,0000	479,3333	498,0000
	2	210,3333	281,6667	334,3333	481,6667	494,3333
	3	220,3333	272,3333	343,3333	481,0000	498,6667
	4	230,0000	275,3333	302,0000	480,3333	494,6667
5.	1	187,0000	212,0000	259,3333	351,0000	364,6667
	2	185,6667	217,3333	270,6667	339,3333	375,3333
	3	198,0000	212,3333	254,3333	344,3333	363,3333
	4	192,0000	210,0000	257,3333	358,3333	382,6667
6.	1	130,6667	154,6667	213,6667	255,6667	290,0000
	2	128,6667	154,0000	219,3333	254,6667	285,0000
	3	135,0000	158,0000	218,0000	235,3333	285,3333
	4	133,6667	150,6667	221,6667	247,6667	291,6667
7.	1	90,3333	105,6667	124,3333	179,6667	207,3333
	2	97,3333	107,6667	132,0000	177,0000	204,0000
	3	97,0000	105,3333	129,3333	171,6667	212,0000
	4	95,6667	101,6667	127,0000	187,0000	209,6667
8.	1	42,6667	55,6667	88,3333	124,3333	151,6667
	2	47,6667	52,0000	81,6667	116,3333	150,0000
	3	47,6667	54,3333	81,6667	120,0000	154,0000
	4	47,0000	51,6667	78,6667	115,3333	146,3333

Sumber : Data Primer oleh Duroh tahun 1994.

Lampiran 2 :

Tabel 7. Hasil Perhitungan Berat Kering Sel *C. calcitrans* Tiap Hari Selama Penelitian (Dalam gram/liter).

Hari Ulangan		Perlakuan				
		A	B	C	D	E
1.	1	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077
	2	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077
	3	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077
	4	0,077	0,077	0,077	0,077	0,077
2.	1	0,908	1,110	1,110	1,114	1,118
	2	0,910	1,111	1,111	1,112	1,119
	3	0,909	1,110	1,112	1,113	1,122
	4	0,908	1,111	1,111	1,110	1,117
3.	1	2,510	3,827	3,709	2,798	3,326
	2	2,505	3,832	3,321	2,779	2,971
	3	2,504	3,826	3,261	2,792	3,171
	4	2,502	3,823	3,663	2,728	2,974
4.	1	6,069	6,128	6,157	6,226	6,316
	2	6,099	6,135	6,158	6,239	6,327
	3	6,067	6,134	6,171	6,248	6,332
	4	6,059	6,136	6,172	6,226	6,317
5.	1	4,553	4,597	5,150	4,247	4,515
	2	4,584	4,577	4,947	4,158	4,558
	3	4,650	4,640	4,470	4,171	4,528
	4	4,440	4,565	5,170	4,340	4,714
6.	1	3,037	3,271	4,211	3,071	3,502
	2	3,045	3,214	4,032	3,084	3,476
	3	3,036	3,305	3,907	2,871	3,481
	4	3,001	3,171	4,401	2,981	3,529
7.	1	1,910	2,053	2,355	2,126	2,392
	2	1,941	2,066	2,381	2,119	2,396
	3	1,954	2,041	2,265	2,044	2,499
	4	1,939	2,004	2,509	2,232	2,463
8.	1	0,896	1,010	1,577	1,319	1,616
	2	0,844	0,967	1,453	1,263	1,657
	3	0,876	0,990	1,401	1,307	1,661
	4	0,867	0,964	1,980	1,871	1,605

Sumber : Data Primer oleh Duroh tahun 1994.

Lampiran 3 :

Tabel 8. Hasil Perhitungan Bobot Jenis *C. calcitrans*
Setiap Hari Selama Penelitian (Dalam mg/sel).

Hari Ulangan		Perlakuan				
		A	B	C	D	E
1.	1	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077
	2	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077
	3	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077
	4	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077	0,00077
2.	1	0,00127	0,00124	0,00120	0,00096	0,00091
	2	0,00125	0,00130	0,00118	0,00109	0,00096
	3	0,00128	0,00130	0,00115	0,00100	0,00091
	4	0,00124	0,00129	0,00190	0,00127	0,00122
3.	1	0,00197	0,00217	0,00190	0,00120	0,00125
	2	0,00196	0,00208	0,00173	0,00124	0,00123
	3	0,00197	0,00199	0,00170	0,00127	0,00120
	4	0,00197	0,00209	0,00190	0,00127	0,00122
4.	1	0,00281	0,00223	0,00205	0,00130	0,00127
	2	0,00290	0,00218	0,00184	0,00129	0,00128
	3	0,00275	0,00225	0,00180	0,00130	0,00127
	4	0,00263	0,00223	0,00204	0,00130	0,00128
5.	1	0,00244	0,00217	0,00197	0,00124	0,00124
	2	0,00247	0,00211	0,00184	0,00123	0,00124
	3	0,00235	0,00214	0,00176	0,00121	0,00125
	4	0,00231	0,00217	0,00201	0,00121	0,00123
6.	1	0,00232	0,00212	0,00197	0,00120	0,00121
	2	0,00237	0,00209	0,00184	0,00121	0,00122
	3	0,00225	0,00209	0,00179	0,00121	0,00122
	4	0,00225	0,00211	0,00199	0,00120	0,00121
7.	1	0,00211	0,00194	0,00189	0,00118	0,00115
	2	0,00212	0,00192	0,00180	0,00120	0,00118
	3	0,00201	0,00194	0,00175	0,00119	0,00118
	4	0,00203	0,00197	0,00183	0,00119	0,00118
8.	1	0,00210	0,00181	0,00179	0,00106	0,00107
	2	0,00203	0,00186	0,00178	0,00109	0,00109
	3	0,00184	0,00182	0,00168	0,00109	0,00108
	4	0,00185	0,00188	0,00156	0,00110	0,00110

Sumber : Data Primer oleh Duroh tahun 1994.

Lampiran 4 : Perhitungan Analisa Varians Untuk Jumlah Sel
C. calcitrans pada puncak populasi.

Ulangan	Perlakuan					Total
	A	B	C	D	E	
1.	2156667	2743333	3003333	4793333	4980000	
2	2103333	2816667	3346667	4816667	4943333	
3	2200000	2723333	3433333	4810000	4986667	
4	2300000	2753333	3020000	4803333	4946667	
Jumlah	8763333	11036666	12803333	19223333	19856667	71683332
Rerata	2190833,25	2759166,25	3200833,25	4805833,25	4944166,75	

$$FK = \frac{(\sum X_{ij})^2}{mn}$$

$$= \frac{71683332^2}{20}$$

$$= 2569250044 \times 10^5$$

$$\begin{aligned} JKT &= \sum_{ij} (X_{ij})^2 - FK \\ &= (2156667^2 + \dots + 4946667^2) - (2569250044 \times 10^5) \\ &= 248231901 \times 10^5 \end{aligned}$$

$$JKP = \frac{\sum_i (\sum X_{ij})^2}{n} - FK$$

$$\begin{aligned} &= \frac{(8763333^2 + \dots + 19223333^2)}{4} - (2569250044 \times 10^5) \\ &= 246632691 \times 10^5 \end{aligned}$$

JKP

KTP = _____

db Perlakuan

 246632681×10^5

= _____

4

 $= 61658172,75 \times 10^5$

JKG

KTG = _____

db Galat

 1599210×10^5

= _____

15

 $= 106614 \times 10^5$

ANOVA

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel	
					1%	5%
Perlakuan	4	246632681×10^5	$61658172,75 \times 10^5$	578,33**	4,89	3,06
Galat	15	1599210×10^5	106614×10^5			
Total	19	248231901×10^5				

Keterangan : ** Berbeda sangat nyata (F hitung > F tabel pada taraf kesalahan 1 % dan 5 %).

Lampiran 5 : Perhitungan Uji Beda Nyata Terkecil Jumlah Sel *C. calcitrans* pada puncak populasi.

2KTG

$$\begin{aligned} \text{BNT}(0,01;15) &= t_{(0,10)(15)} \times \sqrt{\frac{2 \times (106614 \times 10^5)}{4}} \\ &= 2,947 \times \sqrt{\frac{2 \times (106614 \times 10^5)}{4}} \\ &= 215165,3117 \end{aligned}$$

2KTG

$$\begin{aligned} \text{BNT}(0,05;15) &= t_{(0,05)(15)} \times \sqrt{\frac{2 \times (1066614 \times 10^5)}{4}} \\ &= 2,131 \times \sqrt{\frac{2 \times (1066614 \times 10^5)}{4}} \\ &= 155587,811 \end{aligned}$$

Tabel Uji BNT Jumlah Sel

Perlakuan Rerata	Kadar Senyawa Na_2SiO_3				
	A	B	C	D	E
A	2190833,25	-	-	-	-
B	2759166,5	568333,25 ^{**}	-	-	-
C	3200833,25	1010000 ^{**}	441666,75 ^{**}	-	-
D	4805833,25	2615000 ^{**}	2046666,75 ^{**}	1605000 ^{**}	-
E	4964166,75	2773333,5 ^{**}	2205000,25 ^{**}	1763333,5 ^{**}	158333,5 [*]

Keterangan : * Berbeda nyata

** Berbeda sangat nyata

Lampiran 6 : Perhitungan Analisa Varians Untuk Berat Kering *C. calcitrans* Pada Puncak Populasi.

Ulangan	Perlakuan					Total
	A	B	C	D	E	
1	6,090	6,128	6,157	6,226	6,314	
2	6,099	6,135	6,158	6,239	6,327	
3	6,067	6,134	6,171	6,248	6,332	
4	6,059	6,136	6,172	6,226	6,317	
Jumlah	24,294	24,533	24,658	24,939	25,290	123,714
Rerata	6,0735	6,13325	6,1645	6,23475	6,3225	

$$\begin{aligned}
 FK &= \frac{(\sum X_{ij})^2}{mn} \\
 &= \frac{123,714^2}{20} \\
 &= 765,2576898
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKT &= \sum_{ij} (X_{ij})^2 - FK \\
 &= (6,090^2 + \dots + 6,317^2) - 765,2576898 \\
 &= 1,493562
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKP &= \frac{\sum_i (\sum X_{ij})^2}{n} - FK \\
 &= \frac{(24,294^2 + \dots + 25,290^2)}{4} - 765,2576898 \\
 &= 1,476377
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} \\
 &= 1,493562 - 1,476377 \\
 &= 0,017185
 \end{aligned}$$

JKP

$$\begin{aligned}
 \text{KTP} &= \underline{\hspace{2cm}} \\
 &\quad \text{db Perlk} \\
 &\quad 1,476377 \\
 &= \underline{\hspace{2cm}} \\
 &\quad 4 \\
 &= 0,36909425
 \end{aligned}$$

JKG

$$\begin{aligned}
 \text{KTG} &= \underline{\hspace{2cm}} \\
 &\quad \text{db Galat} \\
 &\quad 0,017185 \\
 &= \underline{\hspace{2cm}} \\
 &\quad 15 \\
 &= 0,00114567
 \end{aligned}$$

ANOVA

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	Ftabel	
					1 %	5 %
Perlakuan	4	1,476377	0,36909425	322,156**	4,89	3,06
Galat	15	0,017185	0,00114567			
Total	19	1,493562				

Keterangan : ** Berbeda sangat nyata (F hitung > F tabel pada taraf kesalahan 1 % dan 5 %).

Lampiran 7 : Perhitungan Uji Beda Nyata Terkecil Berat Kering *C. calcitrans* Pada Puncak Populasi.

2KTG

$$\begin{aligned} \text{BNT}_{(0,01;15)} &= t_{(0,01)}(15) \times \frac{\sqrt{f}}{4} \\ &= 2 \times 0,00114567 \\ &= 2,947 \times \frac{\sqrt{f}}{4} \\ &= 0,0704 \end{aligned}$$

2KTG

$$\begin{aligned} \text{BNT}_{(0,05;15)} &= t_{(0,05)}(15) \times \frac{\sqrt{f}}{4} \\ &= 2 \times 0,00114567 \\ &= 2,131 \times \frac{\sqrt{f}}{4} \\ &= 0,0509 \end{aligned}$$

Tabel Uji BNT Berat Kering

Perlakuan Rerata	Kadar Senyawa Na_2SiO_3				
	E	D	C	B	A
E	6,3225	-	-	-	-
D	6,23575	0,08775**	-	-	-
C	6,1645	0,158**	0,07025**	-	-
B	6,13325	0,18925**	0,1015**	0,0315**	-
A	6,0735	0,249**	0,16125**	0,091**	0,05975**

Keterangan : ** Berbeda sangat nyata

Lampiran 8 : Perhitungan Analisa Varians Untuk Bobot Jenis
C. calcitrans Pada Puncak Populasi.

Ulangan	Perlakuan					Total
	A	B	C	D	E	
1	0,00281	0,00223	0,00205	0,00130	0,00127	
2	0,00290	0,00218	0,00184	0,00129	0,00128	
3	0,00275	0,00225	0,00180	0,00130	0,00127	
4	0,00263	0,00223	0,00204	0,00130	0,00128	
Jumlah	0,01109	0,00889	0,00773	0,00519	0,00510	0,03800
Rerata	0,00277	0,00225	0,00193	0,00130	0,00128	

$$\begin{aligned}
 & (\sum X_{ij})^2 \\
 FK & = \frac{\text{mn}}{0,03800^2} \\
 & = \frac{20}{0,03800^2} \\
 & = 0,0000722
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 JKT & = \sum_{ij} (X_{ij})^2 - FK \\
 & = (0,00281^2 + \dots + 0,00128^2) - 0,0000722 \\
 & = 0,0000657
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \sum_i (\sum X_{ij})^2 \\
 JKP & = \frac{n}{(0,01109^2 + \dots + 0,00510^2)} - FK \\
 & = \frac{4}{(0,01109^2 + \dots + 0,00510^2)} - 0,0000722 \\
 & = 0,0000645
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} \\
 &= 0,0000657 - 0,0000645 \\
 &= 0,0000012
 \end{aligned}$$

JKP

$$\begin{aligned}
 \text{KTP} &= \text{_____} \\
 &\quad \text{db Perlk} \\
 &\quad 0,0000645 \\
 &= \text{_____} \\
 &\quad 4 \\
 &= 0,0000161
 \end{aligned}$$

JKG

$$\begin{aligned}
 \text{KTG} &= \text{_____} \\
 &\quad \text{db Galat} \\
 &\quad 0,0000012 \\
 &= \text{_____} \\
 &\quad 15 \\
 &= 0,0000008
 \end{aligned}$$

ANOVA

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhitung	Ftabel	
					1 %	5 %
Perlakuan	4	0,0000645	0,0000161	20,125**	4,89	3,06
Galat	15	0,0000012	0,0000008			
Total	19	0,0000657				

Keterangan : ** Berbeda sangat nyata (F hitung > F tabel pada taraf kesalahan 1 % dan 5 %).

Lampiran 11 : Faktor Kimia Media Kultur.

1. pH

Tabel 11. pH Media Kultur *C. calcitrans* Pada Awal dan Akhir Penelitian.

Perlakuan	Awal	Akhir
A	7	7
B	7	7,5
C	7	7,5
D	7	7,5
E	7	7,5

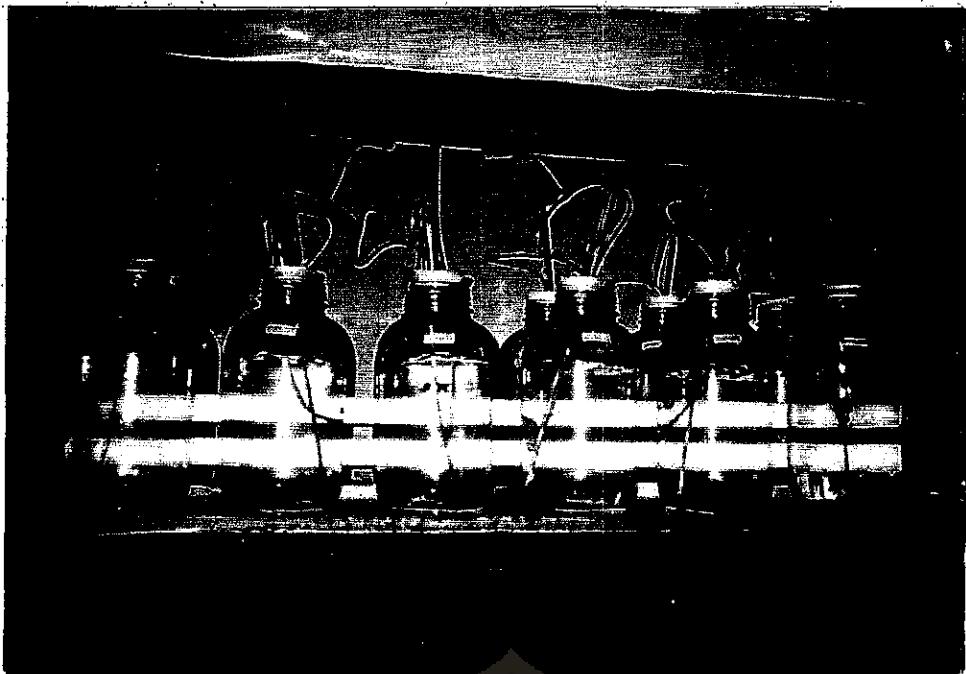
Sumber : Data Primer Oleh Duroh tahun 1994.

2. Kandungan O₂ Terlarut

Tabel 12. Kandungan O₂ Terlarut Media Kultur *C. calcitrans* Pada Awal dan Akhir Penelitian (Dalam ppm).

Perlakuan	Awal	Akhir
A	8	6,96
B	8	7,29
C	8	7,56
D	8	7,23
E	8	7,43

Sumber : Data Primer oleh Duroh tahun 1994.

Lampiran 13 :

Gambar 11. Kultur *C. calcitrans* pada awal penelitian.



Gambar 12. Kultur *C. calcitrans* pada akhir penelitian.