

PENGUNAAN SENYAWA FLOKULASI UNTUK MEMPERMUDAH

PEMANENAN BIOMASA MIKROALGA *CHLORELLA*

Oleh

I NYOMAN K. KABINAWA

ABSTRACT

Flocculation is an essential step in the concentration and harvesting of microalgae from aquatic media. Salinity of brackish water and sea water requires high flocculant dosages and renders flocculation less effective than in fresh water media. Experiments with the brackish water microalgae *Chlorella pyrenoidosa* showed the effective Ferric Chloride ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) and Alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) flocculation for removing over of microalgae from 98.2 - 98.6 % was 4 - 5 times higher than the dosages required for flocculation of fresh water microalgae *Chlorella vulgaris*. Therefore, the optimum dosages of natural cation of Celit 535 and Zeolit was 2 - 3 times. In order to reduce the high inorganic flocculation demand in brackish water culture, combined test of Celit 535 and Ferric Chloride flocculant was conducted. The result showed that the combined use Celit 535 in 20 mg/l with Ferric Chloride could be reduced up to 40 % of Ferric Chloride. The Celit 535 dosages required for removing over 99.2 % of the *Chlorella pyrenoidosa* from suspension was 25 mg/l in 37.5 mg/l Ferric Chloride.

PENDAHULUAN

Penelitian kearah produksi biomasa mikroalga sudah dimulai sekitar empat dasa warsa yang lalu terutama berkaitan dengan

laju pertumbuhan populasi, fisiologi, kinetik dan penelitian adaptasi. Sejalan dengan perubahan tahun, penelitian inipun turut mengalami perubahan dan kemajuan. Manfaat yang cukup dirasakan sekitar pertengahan tahun 70-an semenjak diketahui biomasa mikroalga mengandung 40 - 70 % Protein Sel Tunggal (Clement 1975; Priestley 1976). Ditinjau dari segi komposisi dan kandungan asam-asam aminonya, protein tersebut sangat potensial sebagai salah satu sumber pakan dan pangan (Ciferri 1983; Olguin 1984; Meske 1985; Richmond 1986; Klausner 1986; Hama & Miyachi 1988; Kabinawa 1989). Namun, kendala yang selalu muncul adalah pada proses pemanenan biomasanya. Karena, kepadatan populasi sel relatif kurang pekat sehingga dianggap kurang ekonomis jika ditinjau dari segi biaya maupun dari segi input teknologi. Panen biomasa yang paling pekat/padat dalam skala dilapangan paling banyak berkisar antara 0.015 % berat kering (150 mg/l) sampai 0,06 % berat kering (600 mg/l) (Sukenik et. al 1988). Agar panen biomasa tersebut dapat dianggap ekonomis paling tidak kepekatan populasi sel harus mencapai 85 %. Proses tersebut hanya bisa dicapai dengan kultur terkendali dan tidak mungkin bisa dihasilkan dalam skala dilapangan (Vonshak 1988; Hama & Miyachi 1988). Kepekatan biomasa sangat menentukan dalam

pemrosesan lebih lanjut termasuk pemekatan dan proses pengeringan agar diperoleh suatu produk yang benar-benar komersial. Kultur dalam skala dilapangan sudah pasti volume yang diproses besar, sehingga memerlukan investasi tenaga yang tinggi (Glolueke & Oswald 1965; Oswald 1985; Beneman et.al 1986). Namun, produksi biomasa yang kurang pekat masih dapat dipanen dengan baik dan tetap dianggap ekonomis apabila proses pemanenannya dikerjakan dengan menggunakan senyawa flokulasi (Tilton et.al 1972; Moraine et.al 1980; Sridhar et.al 1988). Senyawa flokulasi tersebut dapat mengikat dan mengendapkan suspensi biomasa mikroalga. Apabila pemanenan suspensi biomasa mikroalga yang kurang pekat dikerjakan dengan cara filtrasi, flotasi dan sentrifugasi masih dianggap kurang ekonomis. Jadi, untuk dapat menekan investasi biaya dan teknologi yang cukup mahal, maka penulis mencoba melakukan uji coba beberapa senyawa flokulasi dengan maksud mempermudah proses pemanenan biomasa mikroalga. Harapan penulis semoga penelitian ini dapat diterapkan dan bermanfaat dalam kultur mikroalga skala dilapangan sehingga biaya prosesing sampai menjadi produk akhir akan lebih menguntungkan dari pada menggunakan teknik lain dalam produk

sejenis.

BAHAN DAN CARA KERJA

Kondisi Pertumbuhan Mikroalga

Jenis mikroalga air payau yang dipakai dalam studi ini adalah: *Chlorella pyrenoidosa*. Sedangkan mikroalga air tawarnya adalah *Chlorella vulgaris*. Ke dua jenis mikroalga tersebut berasal dari koleksi kultur mikroba Puslitbang Bioteknologi - LIPI, Bogor. Mikroalga *Chlorella pyrenoidosa* ditenakan dalam medium air payau buatan dengan salinitas 30 ‰, dan diperkaya dengan pupuk komersial Urea 80 mM, TSP 60 mM dan ZA 150 mM. Sedangkan mikroalga *Chlorella vulgaris* ditenakkan dalam medium air keran, PDAM - Bogor dengan komposisi kimiawi yang sudah pasti (Anonim 1990). Medium air keran tersebut diperkaya dengan pupuk komersial Urea 80 mM, TSP 60 mM dan ZA 100 mM. Tiap kultur dikerjakan dalam suatu bejana bervolume 20 l dan bersifat nonaksenik. Sumber cahaya yang dipakai adalah lampu TL 40 W dengan intensitas cahaya 2000 lux. Suhu kultur dibuat sesuai dengan suhu laboratorium 28° C. pH kultur dibuat 7.0. Homogenitas kultur dilakukan dengan memberikan aerasi CO₂ + udara pada kecepatan

4,1 l/menit. Juga homogenitas kultur dibantu dengan cara agitasi secara mekanis 2 x sehari. Pada saat Optical Density (OD) kultur mencapai 0.34 (600 mg berat kering/l) ataupun pertumbuhan kinetik sel mencapai fase logaritmik, sekitar 10^7 sel/ml, dilakukan pengujian dengan berbagai macam senyawa flokulasi dalam berbagai tingkat kepekatan.

Uji Flokulasi

Pengaruh berbagai macam dosis senyawa flokulasi tertentu untuk mempermudah pemanenan biomasa *Chlorella pyrenoidosa* dan *Chlorella vulgaris* dikerjakan dalam kondisi laboratorium. Senyawa flokulasi anorganik yang dipakai adalah Feri Klorida ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), Merck, Art.3943; Alum ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$), DAB, pH Eur, Merck; Kation Alam Celit 535, Nakarai Chemical Ltd., Japan dan Zeolit Alam dari Sukabumi, koleksi Puslitbang Geoteknologi - LIPI, Bandung. pH sampel diatur dengan H_2SO_4 0.5 N seperti yang diuraikan oleh Tenny et.al (1969). Setelah sampel ditambahkan senyawa flokulasi pada dosis tertentu dan pH diatur lalu sampel dikocok dalam shaker incubator New Brunswick pada kecepatan 100 rpm selama 30 menit, 80 rpm selama 30 menit dan dibiarkan selama 30 menit. Bagian supernatan diambil dan periksan OD-nya pada panjang gelombang

420 nm. Endapan(biomasa) dikeringkan dalam oven pada suhu 70 - 105° C selama 24 jam (Vonshak 1985).

Pengukuran Biomasa

Biomasa ke dua jenis mikroalga tersebut ditetapkan secara gravimetri. Sejumlah volume tertentu dari pada kultur dipipetkan ke dalam basi penguap lalu di oven pada suhu 70 - 105° C selama 24 jam (Vonshak 1985). Biomasa yang telah kering terus dimasukkan ke dalam eksikator selama 1 jam. Setelah itu, timbang berat keringnya (g/l). Sedimentasi (biomasa) hasil uji flokulasi diperlakukan seperti yang diuraikan oleh Vonshak (1985), kemudian diabukan pada suhu 550° C (Sukenik et.al 1988). Abu yang telah bebas dengan biomasa mikroalga dihitung dan diperoleh hasil berbanding lurus dengan OD-nya pada 420 nm. Prosentase keberhasilan panen biomasa juga ditentukan dengan membandingkan biomasa hasil uji flokulasi dengan biomasa yang tidak diflokulasi. Kepadatan populasi sel ke dua mikroalga tersebut juga ditentukan dengan mengukur jumlah sel/ml menggunakan haemocytometer dengan konstanta (k) 4×10^6 sel/ml.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh berbagai dosis dari pada beberapa senyawa flokulasi

anorganik terhadap pengendapan biomasa mikroalga dapat dilihat pada Gambar 1. Pada gambar tersebut tampak bahwa pola pengendapan biomasa (OD 420 nm) hampir seragam. Pada tahap awal perlakuan, biomasa mengalami pengendapan secara drastis antara 61,77 - 76,62 % dan terus meningkat sampai mencapai 99,0 % . Dosis Feri Klorida sebesar 25 mg/l mampu mengendapkan biomasa mikroalga air tawar *Chlorella vulgaris* hampir sempurna. Terbukti dari rendahnya nilai Optical Densitynya (Di bawah 0.01). Dosis Feri Klorida sebesar 125 mg/l diperlukan untuk mengendapkan biomasa mikroalga air payau *Chlorella pyrenoidosa* sebesar 98,6 % . Sedangkan dosis Alum sebesar 60 mg/l sudah dapat mengendapkan biomasa mikroalga air tawar *Chlorella vulgaris* sebesar 98,2 % dan dosis Alum sebesar 250 mg/l dapat mengendapkan biomasa *Chlorella pyrenoidosa* sebesar 98,4 % . Jadi penggunaan Feri Klorida sebagai senyawa flokulasi anorganik lebih baik dari pada Alum. Hal yang sama diperoleh oleh Moraine et.al (1980); Sridhar et.al (1988) dan Sukenik et.al (1987 & 1988). Penggunaan kation alam Celit 535 dan Zeolit alam masing-masing sebesar 50 mg/l dan 80 mg/l dapat mengendapkan biomasa mikroalga *Chlorella vulgaris* secara berturut-turut sebesar 85

% dan 79,06 %. Sedangkan pada mikroalga *Chlorella pyrenoidosa* diperlukan dosis optimum Celit 535 dan Zeolit alam secara berturut-turut 140 mg/l dan 160 mg/l (Gambar 2). Pada tabel 1. tampak bahwa dosis optimum senyawa flokulasi sangat bervariasi dari 25 - 250 mg/l. Dosis optimum Feri Klorida dan Alum terhadap *Chlorella* air payau 4 - 5 kali lebih tinggi dari pada *Chlorella* air tawar. Sedangkan dosis optimum kation alam Celit 535 dan Zeolit alam diperlukan 2 - 3 kali lebih tinggi dari pada *Chlorella vulgaris* (Tabel 1). Hal ini diduga karena adanya salinitas yang dapat menghambat daya flokulasi dan menutupi daerah afinitas senyawa tersebut (Sukenik et.al 1988).

Untuk menurunkan pemakaian dosis senyawa flokulasi terhadap pengendapan biomasa mikroalga air payau, dilakukan uji coba senyawa flokulasi dengan sistem campuran sebagai berikut :

1. campuran antara senyawa flokulasi anorganik Feri Klorida dengan kation alam Celit 535 pada konsentrasi tertentu dan
2. dengan jalan memberikan perlakuan awal Celit 535 atau Feri Klorida setelah itu diflokulasi dengan Feri Klorida atau Celit 535.

Pada gambar 3. tampak bahwa dosis yang diperlukan untuk mengendapkan biomasa *Chlorella pyrenoidosa* sebanyak 98,6 %

bagi Feri Klorida adalah 125 mg/l. Sedangkan untuk dosis campuran antara Celit 535 (20 mg/l) dengan berbagai tingkat dosis Feri Klorida adalah sebesar 75 mg/l. Berarti penggunaan dari pada kation alam Celit 535 pada konsentrasi rendah (20 mg/l) bersama-sama dengan Feri Klorida akan memberikan hasil yang lebih baik. Juga dosis Feri Klorida yang diperlukan dapat berkurang sampai 40 %. Hal yang sama diperoleh oleh Sukenik et.al (1988) pada mikroalga air laut *Chlorella stigmatophora*.

Praperlakuan dengan menggunakan dosis Celit 535 sebanyak 25 mg/l ke dalam Feri Klorida sebanyak 37,5 mg/l dapat mengendapkan biomasa sampai 99,2 %. Juga pemakaian kation alam Celit 535 efektif pada dosis 25 mg/l Feri Klorida. Bahkan, praperlakuan dengan Feri Klorida sebanyak 25 mg/l ke dalam Celit 535 dengan berbagai dosis, hasilnya kurang memuaskan (Gambar 4).

KESIMPULAN

Dari hasil uji beberapa senyawa flokulasi terhadap pengendapan biomasa *Chlorella* air payau dan *Chlorella* air tawar dalam berbagai tingkat dosis dapat disimpulkan sebagai

berikut :

1. Penggunaan senyawa anorganik Feri Klorida untuk mengikat dan mengendapkan biomasa *Chlorella* air payau maupun *Chlorella* air tawar lebih baik dari pada penggunaan Alum maupun kation alam (Celit 535 dan Zeolit alam).
2. Dosis optimum Feri Klorida dan Alum yang dibutuhkan untuk dapat mengikat dan mengendapkan biomasa *Chlorella* air payau 4 - 5 kali lebih besar dari pada *Chlorella* air tawar. Sedangkan dosis optimum bagi Celit 535 dan Zeolit alam adalah 2 - 3 kali.
3. Penggunaan dosis campuran antara Celit 535 pada konsentrasi rendah (20 mg/l) dengan Feri Klorida memberikan hasil yang lebih baik dengan dosis Feri Klorida berkurang sampai 40 %.
4. Pemberian praperlakuan Celit 535 sebanyak 25 mg/l ke dalam Feri Klorida sebanyak 37,5 mg/l dapat menaikkan kemampuan flokulasi senyawa tersebut sampai 99,2 %.
5. Salinitas (S) dapat menghambat aktivitas kimiawi senyawa flokulasi dan menutupi daerah afinitasnya sehingga pengendapan biomasa kurang baik dan dosis yang diperlukan menjadi lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1990. Kandungan kimia air pam PDAM DT II Bogor. Perusahaan Daerah Air Minum Bogor, Jawa Barat.
- Beneman, J.R., D.M. Tillett and J.C. Weissman, 1986. Microalgae biotechnology. *Trend in Biotech.* 5(2) : 47 - 53.
- Ciferri, O., 1983. Spirulina, the edible microorganisms. *Microbiol. Rev.* 47(4) : 551 - 578.
- Clement, G., 1975. Producing Spirulina with CO₂. In: *Single Cell Protein II*, MIT Press, England, p. 467 - 477.
- Glolueke, C.G. & Oswald, W.J. 1965. Harvesting and processing sewage grown planktonic algae. *J. Wat. Pollut. Control Fed.* 37 : 471 - 493.
- Hama-Oh, T. and S. Miyachi, 1988. *Chlorella. Microalgae biotechnology I* 1st Ed, Cambridge, London.
- Kabinawa, I N. K. 1989. Studi Protein Sel Tunggal ganggang *Chlorella pyrenoidosa*. Seminar Bioproses dalam Industri II, PAU Pangan dan Gizi, Univ. Gajah Mada, Yogyakarta.
- Klausner, A., 1986. Algal culture: food for thought *Bio/Tech.* 4 (1): 947 - 953.
- Meske, C.H., 1985. *Fish aquaculture. Technology and experiments.* Great Britain, England.
- Moraine, R., G. Shellef, G. Sandbank, E. Bar-Moshe, Z. & Shvartzbard, L., 1980. Recovery of sewage borne algae: flocculation and centrifugation techniques. In: *Algae biomass.* G. Shellef and C.J. Soeder (Eds), Elsevier, Amsterdam.
- Olguin, E.J., 1984. Microalgaebiomass as source of chemicals, fuels and protein. *Inst. Mexicano de Tech. Appropriadas*, Mexico.
- Oswald, W.J., 1985. The engineering aspects of microalgae.

CRC Handbook of microbiology, 2 nd Ed, Vol II. Florida, p.: 519 - 552.

Priestley, G., 1976. Algal protein. In: food from waste, London.

Richmond, A.E., 1986. Microalgae culture. CRC Critical Rev. In Biotech. 4(4): 369 - 438.

Sridhar, P., C. Namasivayam, and G. Prabhakaran, 1988. Algae flocculation in reservoir water. Biotech. and Bioeng. 32 : 345 - 347.

Sukenik, A., B. Teltch, A.W. wachs, G. Shellef, I. Nir, and D. Levanon, 1987. Effect of oxidants on microalgae flocculation. Water Res. 21(5): 533 - 539

Sukenik, A., D. Bilanovic, & G. Shellef, 1988. Flocculation of microalgae in brackish and sea waters. Biomass 15 : 187 - 199.

Tenny, M.W., Echelberger, W.F.Jr., Schnessler, R.G., & Pavoni, S.L. 1969. Algae flocculation with synthetic organic polyelectrolites. Appl. Microbil. 18 : 965 - 971.

Tilton, R.C., Murphy, J., & Dixon, J.K., 1972. The flocculation of algae with synthetic polymeric flocculation. Water Res. 6 : 155 - 164.

Vonshak, A. 1985. Microalgae: Laboratory growth techniques and out door biomass production. In : Tech. in Product. and Photosynthesis. 2 nd Ed, Pergamon Press, Frankfurt.

Vonshak, A. - 1988. The pottential application of algal-biotechnology to small industries in developing countries. International Symposium on Applied of Biotechnology, Thailand.

Tabel 1. Dosis Optimal Senyawa Flokulasi Untuk Mengendapkan Biomasa Mikroalga Chlorella pyrenoidosa dan Chlorella Vulgaris

Medium Pertumbuhan	Jenis Mikroalga	Dosis Optimal Senyawa Flokulasi (Mean \pm SD) (mg/L)			
		FeriKlorida (pH 5,0)	Alum (pH 5,5)	Celit (pH 7,0)	Zeolit alami (pH 7,0)
Air payau buatan plus (Urea, TSP, ZA)	Chlorella pyrenoidosa	125 \pm 0,1	250 \pm 0,2	140 \pm 1,5	160 \pm 1,3
Air Keran plus (Urea, TSP, ZA)	Chlorella vulgaris	25 \pm 0,12	60 \pm 0,22	50 \pm 1,4	80 \pm 0,31

Keterangan:

SD = Standar Deviasi

KETERANGAN GAMBAR

Gambar 1. Pengaruh Dosis Tertentu Senyawa Flokulasi Anorganik Feri Klorida dan Alum Terhadap Kekeruhan Biomasa *Chlorella pyrenoidosa* dan *Chlorella vulgaris* (pH 5 dan 5,5)

Cp = *Chlorella pyrenoidosa*

Cv = *Chlorella vulgaris*

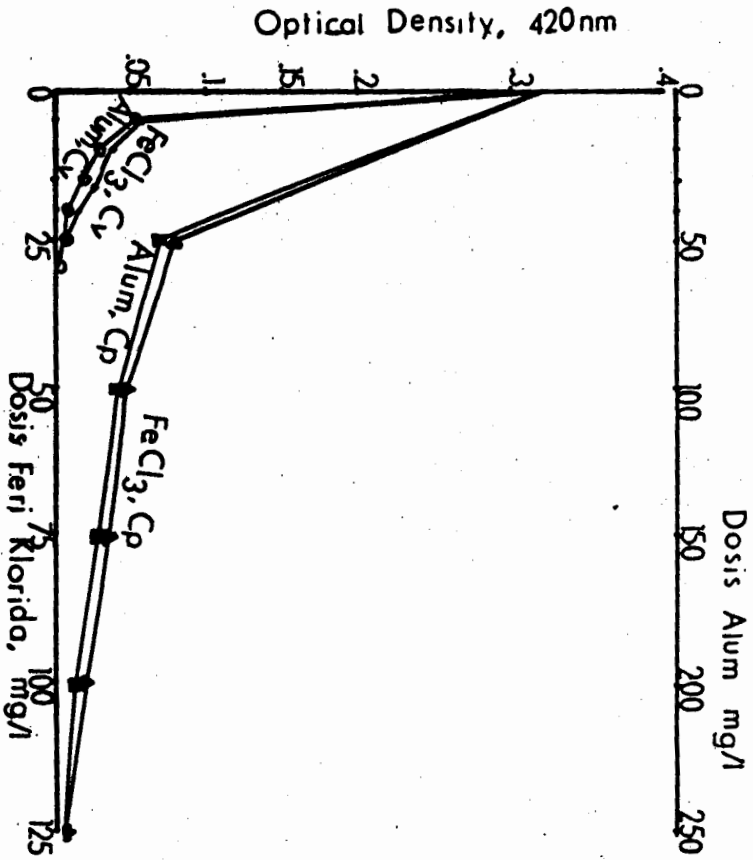
Gambar 2. Pengaruh Dosis Tertentu Senyawa Kation Alam Terhadap Kekeruhan Biomasa *Chlorella pyrenoidosa* dan *Chlorella vulgaris* (pH 7)

Cp = *Chlorella pyrenoidosa*

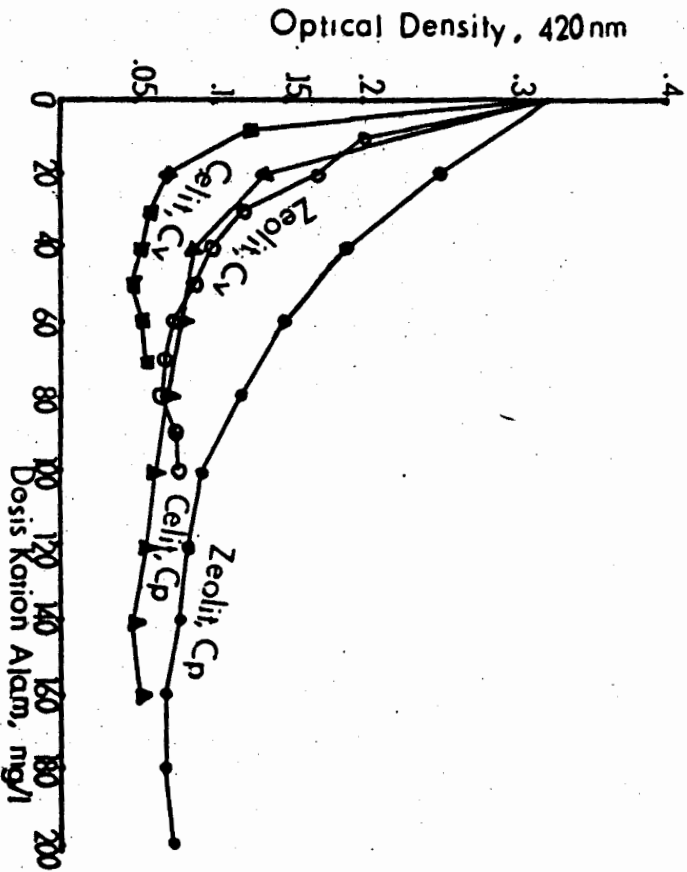
Cv = *Chlorella vulgaris*

Gambar 3. Pengaruh Penambahan Celit 535 Terhadap Kekeruhan Biomasa *Chlorella pyrenoidosa* Dalam Feri Klorida (pH 5)

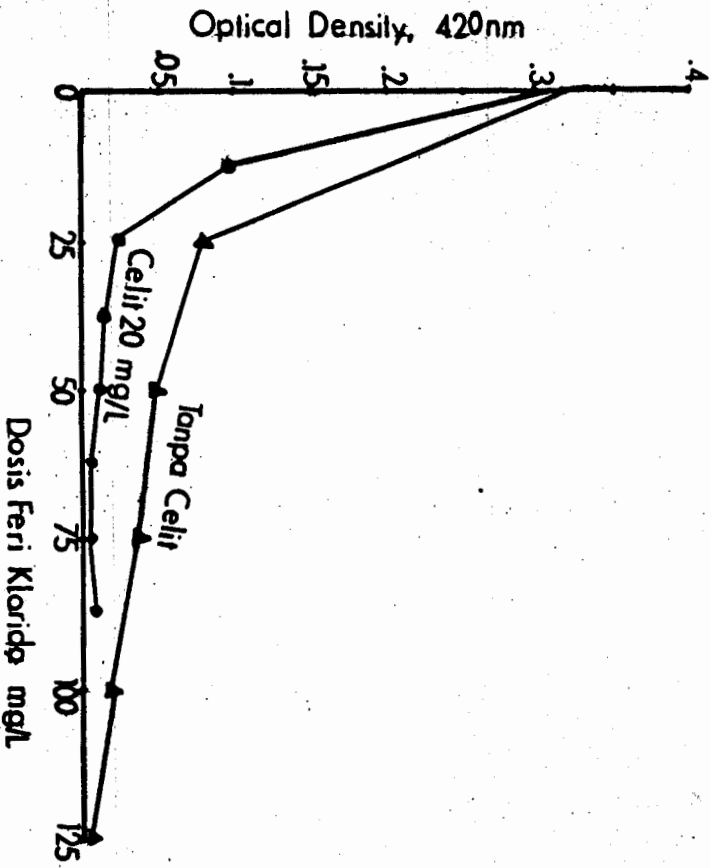
Gambar 4. Pengaruh Penambahan Senyawa Flokulasi Tertentu terhadap Pengendapan Biomasa *Chlorella pyrenoidosa* Dalam Dosis Campuran (pH 5)



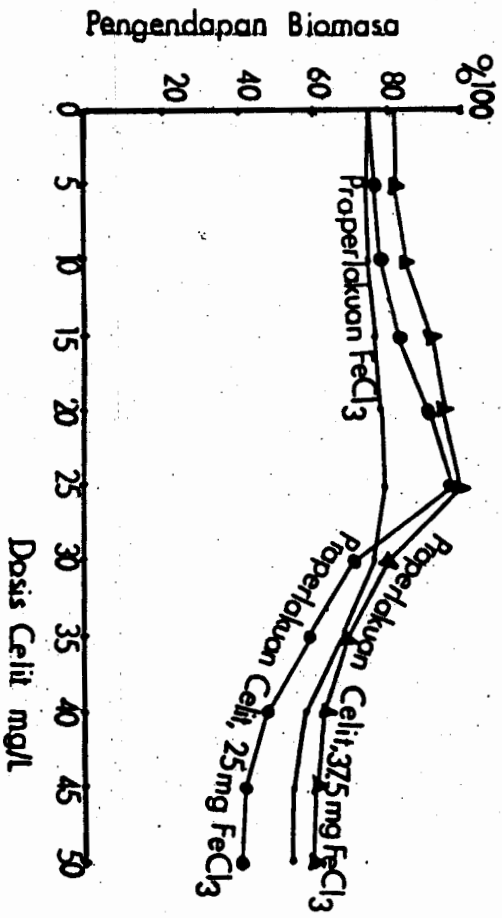
Gambar. 1



Gambar. 2



Gambar. 3



Gambar. 4