



LAPORAN AKHIR  
PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

PEMURNIAN DAN ANALISIS BIOKIMIA BIOFLOKULAN  
DARI BAKTERI ISOLAT LOKAL

BIDANG KEGIATAN  
PKM PENELITIAN

Disusun oleh :

- |                      |                  |
|----------------------|------------------|
| 1. Putri Swadiastuti | G44104015 (2004) |
| 2. Juliana           | G44104054 (2004) |
| 3. Bambang Prasetio  | G84051965 (2005) |

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

2008

## LAPORAN AKHIR PKM

1. Judul Kegiatan : Pemurnian dan Analisis Biokimia Bioflokulan dari Bakteri Isolat Lokal
2. Bidang Kegiatan : PKMP (Penelitian)
3. Bidang Ilmu : MIPA
4. Ketua Pelaksana Kegiatan
  - a. Nama Lengkap : Putri Swadiastuti
  - b. NIM : G44104015
  - c. Departemen : Biokimia
  - d. Universitas/Institut/Politeknik: Institut Pertanian Bogor
  - e. Alamat Rumah/HP : Jl. Babakan Raya 5 no.155, Bogor  
085697920027
  - f. Alamat email : pu3\_swd21@yahoo.com
5. Anggota Pelaksana Kegiatan : 2 orang
6. Dosen Pembimbing
  - a. Nama Lengkap dan Gelar : Dr. Laksmi Ambarsari, MS
  - b. NIP : 132 093 415
  - c. Alamat Rumah/HP : Jl. Janaka I/27 A, Indraprasta II,  
Bogor  
08156036490
7. Biaya Kegiatan Total
  - a. DIKTI : Rp. 4.789.000,-
  - b. Sumber lain : -
8. Jangka Waktu Pelaksanaan : Bulan Maret s/d Juli 2008 (5 bulan)

Bogor, 4 Juli 2008

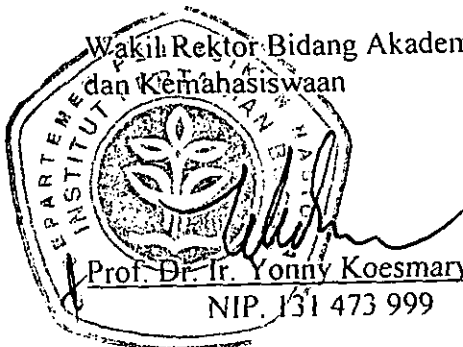
Menyetujui  
Ketua Departemen Biokimia

drh. Sulistiyani, M.Sc. PhD.  
NIP. 131 415 135

Ketua Pelaksana Kegiatan

Putri Swadiastuti  
NIM. G44104015

Wakil Rektor Bidang Akademik  
dan Kemahasiswaan



Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, MS  
NIP. 131 473 999

Dosen Pembimbing

Dr. Laksmi Ambarsari, MS  
NIP. 132 093 415

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karuniaNya, shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan para pengikutnya sampai akhir zaman. Penelitian yang dipilih berjudul Pemurnian dan Analisis Biokimia Bioflokulan dari Isolat Lokal. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biokimia, Departemen Biokimia, Institut Pertanian Bogor pada bulan Maret sampai Juli 2008.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Dr. Laksmi Ambarsari, MS selaku pembimbing yang telah memberikan saran, kritik, arahan, dan dukungannya. Ungkapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada staf laboratorium Departemen Biokimia IPB atas segala bantuannya sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar. Selain itu, terima kasih pula kepada DIKTI yang telah membiayai penuh penelitian ini.

Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Amin.

Bogor, Juli 2008

*Penulis*

## ABSTRAK

Penggunaan flokulan sintetik diketahui telah membahayakan bagi lingkungan dan manusia karena pada umumnya bersifat *unbiodegradable*. Selain itu, monomer akrilamida juga diketahui bersifat neurotoksik dan karsinogenik kuat. Oleh karena itu, kebutuhan akan flokulan yang *biodegradable* dan aman mendorong ditelitinya bioflokulan sebagai salah satu alternatif solusinya. Beberapa bakteri penghasil bioflokulan telah berhasil diisolasi dan dikarakterisasi, diantaranya dari sumber perairan di daerah Bogor dan lumpur aktif. Isolat-isolat yang diperoleh menunjukkan aktivitas flokulasi yang cukup tinggi (> 65%) pada kisaran pH yang luas (2-8), namun belum diketahui jenis bioflokulannya. Hal ini penting agar jenis bioflokulan yang diproduksi dapat diaplikasikan secara tepat. Untuk mengetahuinya, perlu dilakukan pemurnian dan analisis biokimia bioflokulan dari isolat-isolat yang ada.

Isolat diremajakan dalam media agar dan cair, lalu diproduksi menggunakan variasi sumber karbon dan nitrogen selama 70 jam. Bioflokulan (hasil produksi) diisolasi dan dimurnikan melalui tahap sentrifugasi dan pengendapan etanol (Zhang *et al* 2002). Bioflokulan murni yang diperoleh kemudian dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui komposisi bioflokulan, diantaranya melalui penentuan kadar protein (Bradford 1976), kadar gula total (Chaplin & Kennedy 1986), dan analisis menggunakan spektrofotometer IR.

Di antara variasi yang digunakan, media pertama yang mengandung glukosa 1% dan sukrosa 1% sebagai sumber karbon merupakan media optimal yang dapat menunjang pertumbuhan bakteri dan produksi bioflokulan. Hal ini ditunjukkan oleh nilai OD dan aktivitas flokulasi yang tinggi, baik pada isolat KH-3 maupun LA-2. Bioflokulan murni yang diperoleh belum dapat dianalisis lebih lanjut karena hasilnya masih sedikit.

**Kata Kunci (*keywords*):** Bioflokulan, isolat, pemurnian, analisis biokimia

## A. JUDUL PENELITIAN

Pemurnian dan Analisis Biokimia Bioflokulan dari Bakteri Isolat Lokal

## B. LATAR BELAKANG MASALAH

Flokulan sintetik adalah suatu senyawa organik maupun anorganik yang berfungsi sebagai senyawa pembentuk flok. Umumnya merupakan bahan-bahan polimer dengan berat molekul tinggi, dan banyak digunakan di berbagai macam industri seperti pengolahan air limbah, proses fermentasi, serta proses industri lainnya termasuk industri gula (Kurane *et al.*, 1986; Mochtar 1975; Esparza 1986; Zhang *et al.*, 2002; (Li *et al.*, 2003). Di industri gula flokulan anorganik seperti PSF (polimer ferihidroksi sulfat) digunakan untuk menghilangkan warna pada molase. Sedangkan flokulan organik, yaitu poliakrilamid digunakan di dalam proses pemurnian gula. Penambahan poliakrilamid ke dalam *clarifier* merupakan salah satu teknik yang menguntungkan karena dapat meningkatkan efisiensi pemisahan dan mengurangi kehilangan sukrosa (Mochtar 1975; Ting dan Hsiao 1985). Flokulan organik banyak digunakan di berbagai industri karena mempunyai sifat yang kuat dalam memflokulasi dan sangat ekonomis bila dibandingkan flokulan anorganik (Kurane *et al.*, 1986; Lu WY *et al.*, 2005). Namun, pada umumnya flokulan tersebut tidak dapat didegradasi oleh mikroba serta dapat mencemari lingkungan. Monomer pembentuk poliakrilamid yaitu akrilamid, merupakan senyawa karsinogenik yang dapat menyerang syaraf (Yokoi *et al.*, 1998; Zhang *et al.*, 2002). Oleh sebab itu, perlu diupayakan untuk mendapatkan flokulan yang aman terhadap lingkungan dan bersifat *biodegradable* (dapat didegradasi oleh mikroba).

Bioflokulan merupakan polimer ekstraseluler yang diproduksi oleh mikroorganisme selama pertumbuhan, dan setiap mikroorganisme memproduksi bioflokulan dengan komposisi yang berbeda-beda (Brown dan Lester 1980; Zhang *et al.*, 2002; Jie *et al.*, 2006). Dibandingkan dengan flokulan sintetik, bioflokulan mempunyai keunggulan antara lain: aman terhadap manusia dan lingkungan, serta bersifat *biodegradable* sehingga sangat memungkinkan untuk dapat digunakan di dalam industri minuman, pengolahan limbah, proses *downstream*, dan fermentasi (Zhang *et al.*, 2002; Li *et al.*, 2003; Jie *et al.*, 2006). Beberapa mikroorganisme

antara lain bakteri, fungi, aktinomicetes, telah dilaporkan sebagai mikroorganisme penghasil polimer ekstraseluler, seperti flokulan polisakarida, protein, dan glikoprotein (Zhang *et al* 2002).

Beberapa bakteri penghasil bioflokulan telah berhasil diisolasi dan dikarakterisasi. Isolat-isolat tersebut berasal dari berbagai sumber, antara lain: lumpur aktif dan sumber perairan termasuk sumber air panas di kawasan Gunung Pancar Bogor. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaporkan (Susanti *et al* 2007), diperoleh informasi penting, yaitu bahwa isolat-isolat yang telah diisolasi menunjukkan aktivitas flokulasi cukup tinggi, namun belum diketahui jenis bioflokulannya. Hal ini penting agar jenis bioflokulan yang diproduksi dapat diaplikasikan secara tepat terutama untuk industri-industri pengolahan bahan makanan. Dalam penelitian ini akan dilakukan pemurnian dan analisis biokimia dari bioflokulan yang berasal dari isolat-isolat yang ada.

### C. PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, diperoleh tujuh isolat yang menunjukkan aktivitas flokulasi cukup tinggi, yaitu dua isolat berasal dari lumpur aktif (LA-2 dan LA-7) dan lima isolat berasal dari sumber perairan termasuk sumber air panas di kawasan Gunung Pancar Bogor (LT-5, LT-6, KH-1, KH-3, dan K-P). Semua isolat mempunyai aktivitas flokulasi cukup tinggi, yaitu rata-rata di atas 65% dengan pH bervariasi, yaitu pada kisaran pH 2 (asam) hingga pH 8 (basa), dan aktivitas flokulasi meningkat dengan adanya kation-kation seperti  $Al^{3+}$  dan  $Fe^{3+}$ . Informasi tersebut di atas sangat penting karena menunjukkan bahwa setiap isolat mempunyai sifat yang berbeda dalam kemampuan memflokulasi. Informasi lebih lanjut, yaitu jenis bioflokulan yang dihasilkan dari masing-masing isolat sangat diperlukan karena setiap mikroorganisme akan memproduksi bioflokulan dengan komposisi yang berbeda-beda.

### D. TUJUAN PENELITIAN

Penelitian bertujuan melakukan pemurnian dan analisis biokimia dari bioflokulan yang berasal dari bakteri isolat lokal.

## E. LUARAN YANG DIHARAPKAN

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi penting, yaitu bakteri yang telah berhasil diisolasi dari peneliti terdahulu mempunyai sifat dan jenis bioflokulan yang berbeda sehingga dapat diaplikasikan secara tepat.

## F. KEGUNAAN PENELITIAN

Bioflokulan yang dihasilkan diharapkan dapat diaplikasikan di industri gula dan industri lainnya seperti pengolahan limbah, sehingga dapat tercipta lingkungan yang aman. Selain itu, juga dapat memberikan sumbangan bagi perkembangan IPTEK di Indonesia khususnya dalam bidang material baru dalam menghasilkan polimer flokulan *biodegradable*.

## G. TINJAUAN PUSTAKA

Bioflokulan merupakan hasil proses dinamik dari sintesis polimer ekstraseluler oleh organisme hidup (Jie *et al.*, 2006). Yokoi (1996) menjelaskan bahwa pada beberapa tahun terakhir pemanfaatan flokulan yang dihasilkan oleh mikroorganisme telah banyak dilakukan karena sifatnya yang *biodegradable* dan aman terhadap lingkungan. Sejak Butterfield (1935) berhasil dalam mengisolasi bakteri penghasil flok dari lumpur aktif, maka banyak penelitian tentang korelasi antara akumulasi ekstraseluler dan flokulasi bakteri. Flokulan-flokulan tersebut menunjukkan kemampuannya dalam mendestabilkan dispersi bakteri, disamping menunjukkan aktifitas flokulasi yang tinggi terhadap bahan anorganik seperti *caolin clay*. Menurut Nakamura (1976) mikroba penghasil flok yang diisolasi dari lumpur aktif sangat terbatas pada bakteri seperti *Pseudomonas*, *Zooglea*, *Alcaligenes*, *flavobacterium*, dan *Nocardia*.

Beberapa bakteri telah berhasil ditemukan dan dapat menghasilkan bioflokulan, antara lain: *Corynebacterium* sp, *Aspergillus sojae*, *Dematinum* sp, *Paecilomyces* sp, *Agrobacterium* sp, dan *Rhodococcus erythropolis* (Kurane R, 1986), *Zoogloea* spp (Farah SR and Richard F, 1976). Mikroorganisme selain penghasil bioflokulan, juga ditemukan bakteri seperti *Nocardia amarae* YK-1 (Koizumi *et al.*, 1991), *Bacillus licheniformis* (Shih *et al.*, 2001) dan *Rhodococcus erythrofolis* (Takeda dan Kurane, 1991) yang menghasilkan protein flokulan. Selain itu juga ditemukan polisakarida flokulan dari bakteri *Alcaligenes cupidus*

KT201 (Toeda and Kurane, 1991), dan *Acillus subtilis* IFO 3335 (Yokoi *et al.*, 1996), sedangkan *Arcuadendron* sp. TS-4 (Lee *et al.*, 1995) dan *Arathrobacter* sp (Wang *et al.*, 1995) dapat menghasilkan glikoprotein bioflokulan.

Menurut Kurane dan Nohata (1994), bioflokulan dari *A. latus* merupakan super bioabsorben polisakarida-baru yang dapat menyerap air lebih dari 1000 kali bobotnya dan diperkirakan lima kali lebih kuat dari polimer penyerap sintetik. Selain itu, juga mempunyai aktivitas flokulasi yang kuat pada *caolin clay*, limbah cair industri kosmetik serta cukup efisien untuk memflokulasi emulsi minyak. Biopolimer flokulan yang dihasilkan dari *Pseudomonas* sp A-99 dilaporkan mempunyai aktivitas dalam memflokulasi suspensi anorganik yang mengandung  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  atau  $\text{Fe}^{3+}$  dan suspensi organik yang mengandung  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , atau  $\text{Al}^{3+}$ . Bioflokulan tersebut terdiri atas asam galakturonat, glukosa, dan galaktosa (Yokoi *et al.* 1998), sedangkan komposisi bioflokulan yang dihasilkan dari mikobakterium *Nannocystis* sp. NU-2 terdiri atas 40,3% protein, 56,5% polisakarida (komponen penyusunnya adalah glukosa, manosa, dan asam galakturonat dengan perbandingan masing-masing 5:4:1) dan mempunyai aktivitas flokulasi yang tinggi bila terdapat kation  $\text{Fe}^{3+}$  dan  $\text{Al}^{3+}$  (Zhang dan Jiang, 2002). Bioflokulan yang dihasilkan dari *Enterobacter aerogenes* terdiri atas 13,2% asam uronat, 7,4% asam piruvat, dan 1,6% asam asetat serta mengandung tiga komponen gula yaitu: glukosa, fruktosa, dan manosa dengan perbandingan masing-masing 10,3:5,4:1. Dilaporkan bahwa efisiensi bioflokulan tersebut lebih baik dibandingkan flokulan sintesis seperti poliakrilamida anionik (Lu *et al* 2005).

Kelompok peneliti Biokimia Molekul di Departemen Biokimia IPB telah berhasil mengisolasi beberapa mikroba yang berasal dari lumpur aktif dan sumber air panas di kawasan Gunung Pancar yang terdapat di kota Bogor. Isolat-isolat yang ada telah diuji dan mempunyai aktivitas tinggi dalam memflokulasi dan beberapa isolat menghasilkan bioflokulan yang bersifat termostabil. Namun, jenis bioflokulan yang dihasilkan masih belum diketahui, oleh sebab itu penelitian ini akan memanfaatkan isolat-isolat tersebut untuk dilakukan pemurnian dan analisis biokimia.



## H. METODE PELAKSANAAN PROGRAM

### Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari bulan Maret sampai Juli 2008 di Laboratorium Biokimia, Departemen Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

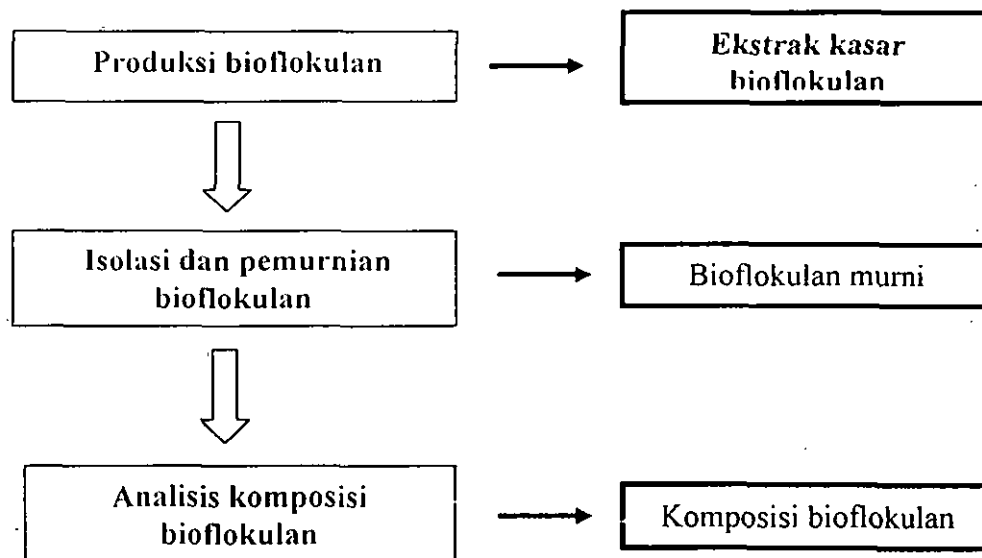
### Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah suspensi kaolin, isolat kawah, isolat lumpur aktif, isolat limbah tapioka,  $\text{AlCl}_3$ , kapas, es batu, geirit, glukosa, sukrosa,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ , urea, pepton, ekstrak khamir, akuades,  $\text{CaCl}_2$ , nutrien agar, *nutrient broth*, etanol absolut, reagen Bradford, asam sulfat 96%, fenol 80%, standar glukosa, bovin serum albumin.

Alat-alat yang digunakan adalah spektrofotometer UV-Vis, vortex, Erlenmeyer, pH meter, *rotary shaker*, gelas piala, pipet Mohr, tabung reaksi, gelas ukur, *shaker incubator*, pipet volumetrik, *magnetic stirrer*, autoklaf, *laminar air flow*, ultrasonikator, cawan petri, sentrifus Beckman JA-20.

### Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui tiga tahap penelitian (produksi, ekstraksi dan pemurnian bioflokulan serta analisis komposisi bioflokulan) dengan strategi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Strategi penelitian.

### Peremajaan Isolat

Sebanyak 1 ose isolat dalam stok gliserol diinokulasikan ke media agar (Thermus dan nutrisi agar). Koloni tunggal yang diperoleh diinokulasikan ke 10 mL media cair. Lalu, kultur diinkubasi pada suhu 55 °C (untuk isolat dari kawah) dan suhu 30 °C (isolat dari lumpur aktif dan limbah tapioka) selama 16 jam. Komposisi media Thermus diantaranya (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.01%, MgSO<sub>4</sub> 0.025%, CaCl<sub>2</sub> 0.0125%, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.02%, NaCl 0.1%, ekstrak khamir 0.2%, dan pepton 0.4%.

### Produksi Bioflokulan

Setelah inkubasi, sebanyak 1% dari kultur dipindahkan ke dalam 10 mL media produksi (glukosa 10 g, sukrosa 10 g, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 1.5 g, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 4.5 g, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1.5 g, NaCl 0,1 g, urea 1 g, pepton 0.5 g, MgSO<sub>4</sub> 0.2 g, ekstrak khamir 0.5 g dalam 1 L akuades) dalam Erlenmeyer 100 mL dan diatur pHnya 7.3. Kemudian diinkubasi pada *rotary shaker* suhu ruang dengan kecepatan 180 rpm selama 70 jam. Bioflokulan yang diperoleh diuji aktivitas flokulasinya. Variasi sumber karbon dalam media berupa penambahan glukosa 1% dan sukrosa 1%, glukosa 2%, serta glukosa 1% dan fruktosa 1% (untuk isolat kawah); glukosa 1% dan sukrosa 1%, pati 1%, glukosa 0.2% dan pati 3% (untuk isolat lumpur aktif). Variasi sumber nitrogen berupa penambahan pepton atau tanpa penambahan pepton ke dalam media produksi (untuk isolat kawah).

### Aktivitas Flokulasi terhadap Kaolin

Sebanyak 80 mL suspensi kaolin (5.5 g/L) dicampur dengan 10 mL AlCl<sub>3</sub> 0.05%, 1 mL kultur bioflokulan, dan ditambahkan akuades hingga volumenya 100 mL. Kemudian campuran diaduk dan dibiarkan selama 5 menit. Lalu, absorbansinya diukur pada  $\lambda$  550 nm dengan spektrofotometer. Untuk kontrol, dilakukan dengan kondisi yang sama hanya tanpa penambahan bioflokulan. Nilai aktivitas dihitung menggunakan rumus :  $(A-B)/A \times 100\%$  dengan A adalah absorbansi kontrol dan B adalah absorbansi sampel (Kusane *et al* 1986).

### Isolasi dan Pemurnian Bioflokulan

Kultur dari media produksi (sebanyak 30 mL dan 100 mL) dipisahkan melalui sentrifugasi pada 6000 x g selama 10 menit untuk melepaskan debris sel. Supernatan dipekatkan dengan penambahan etanol absolut dingin (sebanyak 2 x volume secara bertahap), lalu campuran dibiarkan semalam pada suhu 4 °C. Endapan yang diperoleh dari sentrifugasi pada 6000 x g selama 30 menit dikeringkan hingga diperoleh bioflokulan murni yang akan dianalisis lebih lanjut (Zhang *et al* 2002 yang dimodifikasi).

### Analisis Komposisi Bioflokulan

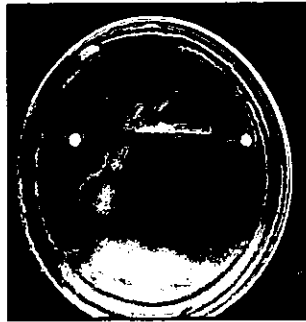
Analisis komposisi bioflokulan meliputi penentuan kandungan total protein menggunakan metode Bradford (1976) dengan bovin serum albumin sebagai standar. Total gula ditentukan dengan metode fenol-asam sulfat dengan glukosa sebagai standar (Chaplin & Kennedy 1986) dan dilakukan analisis menggunakan spektrofotometer infrared (IR).

## HASIL PENELITIAN

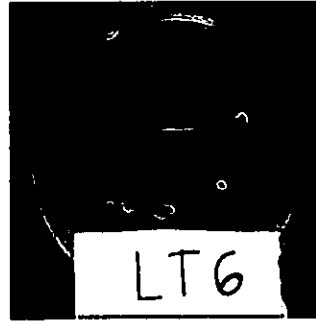
### Peremajaan Isolat

Isolat-isolat yang digunakan dalam penelitian adalah KH-1, KH-3, KP (dari kawah gunung Pancar), LT-6 (limbah tapioka), LA-2, dan LA-4 (lumpur aktif). Isolat-isolat tersebut merupakan hasil *screening* pada penelitian Susanti *et al* (2007). Untuk isolat dari kawah diremajakan dalam media Thermus (media khusus untuk mikroorganisme termofilik) sedangkan untuk isolat lumpur aktif dan limbah tapioka menggunakan media nutrisi agar. Teknik peremajaan isolat menggunakan metode cawan gores (Gambar 2(b) dan 2(c)) dan cawan tuang (Gambar 2(a)). Tujuan dari metode ini adalah untuk mengisolasi mikroba sehingga individu spesies dapat dipisahkan satu dengan yang lain. Setelah ditumbuhkan dalam media agar, isolat diaktivasi pada media cair, yaitu Thermus (isolat dari kawah; 2(e)) dan *nutrient broth* (isolat lumpur aktif dan limbah tapioka). Isolat-isolat tersebut diinkubasi pada suhu tertentu sesuai kondisi optimum untuk pertumbuhannya. Kondisi optimum tersebut (suhu dan pH) merupakan faktor yang paling penting dalam menunjang pertumbuhan bakteri.

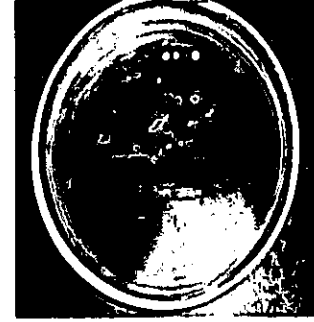
Suhu optimum untuk isolat kawah, yaitu 55 °C sedangkan isolat lumpur aktif dan limbah tapioka memiliki suhu optimum 30 °C untuk pertumbuhannya (Susanti *et al* 2007).



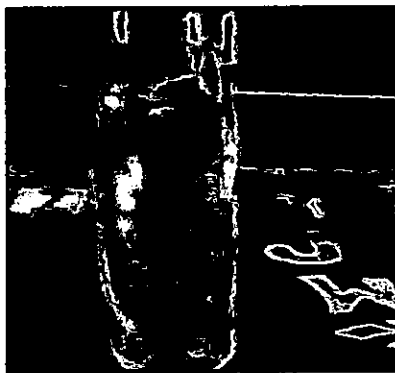
Gambar 2a Isolat KP ( $10^{-6}$ ).



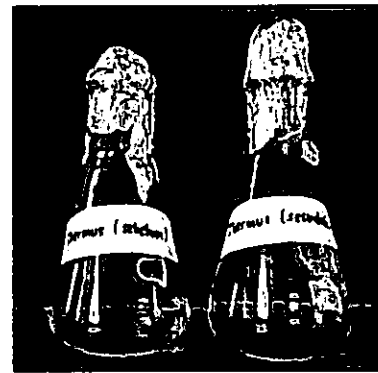
Gambar 2b Isolat LT-6



Gambar 2c Isolat KH-3



Gambar 2d Isolat LA-2



Gambar 2e Media *Thermus* sebelum dan sesudah inokulasi.

### **Produksi Bioflokulan**

Isolat hasil peremajaan ditumbuhkan dalam media produksi bioflokulan. Komposisi dalam media merupakan faktor penting dalam produksi bioflokulan. Desain media ini tidak hanya ditujukan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi mikroorganisme, tapi juga untuk memenuhi kebutuhan bagi pembentukan produk kultivasi (bioflokulan) yang maksimum.

Menurut Nohata dan Kurane (1994), penambahan sukrosa dan glukosa sebagai sumber karbon akan menunjukkan viskositas yang tinggi. Selain itu, mikroorganisme akan terus mengonsumsi sumber karbon tersebut sekaligus akan mengeluarkan produk-produk metabolisme dalam jumlah yang tinggi. Ekstrak khamir merupakan sumber nitrogen organik yang paling baik untuk pembentukan

bioflokulan dibanding yang lainnya. Penambahan yang paling sesuai adalah sebesar 0.5 gram (Nohata & Kurane 1994). Urea dan  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  merupakan sumber nitrogen anorganik. Penambahan urea pada media kultivasi selain sebagai sumber amino juga akan meningkatkan rasio konsumsi C/N sehingga akan menstimulasi pembentukan bioflokulan. Media kultivasi yang digunakan mengandung bufer fosfat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ) yang selain berfungsi sebagai sumber energi, juga mampu menjaga pH media selama kultivasi agar selalu berkisar pada pH netral.

Komposisi media terutama sumber karbon dan nitrogen sangat berpengaruh terhadap jenis bioflokulan yang dihasilkan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan variasi sumber karbon dan nitrogen. Sumber karbon yang digunakan antara lain glukosa 1% dan sukrosa 1%, glukosa 2%, serta glukosa 1% dan fruktosa 1% (isolat kawah). Isolat lumpur aktif menggunakan variasi sumber karbon berupa glukosa 1% dan sukrosa 1%, pati 1%, glukosa 0.2% dan pati 3%. Isolat kawah juga menggunakan variasi sumber nitrogen dengan atau tanpa penambahan pepton pada media yang menggunakan glukosa dan fruktosa sebagai sumber karbonnya. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pepton dalam produksi bioflokulan. Penambahan pepton diketahui dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan menurunkan produksi bioflokulan (Qin *et al* 2004; Kurane *et al* 1986). Di antara empat variasi media yang digunakan, media pertama yang mengandung glukosa dan sukrosa sebagai sumber karbon menunjukkan hasil produksi yang paling baik (untuk isolat kawah maupun isolat lumpur aktif. Hal tersebut dapat diketahui dari nilai OD pertumbuhan isolat KH-3 pada media 1 yang memiliki nilai tertinggi dibandingkan media lain, yaitu sebesar 0.685 (Tabel 1). Nilai tersebut menggambarkan terjadinya pertumbuhan bakteri dan produksi bioflokulan yang tinggi. Selain itu, dapat pula dikatakan glukosa 1% dan sukrosa 1% merupakan sumber karbon yang paling optimal bagi produksi bioflokulan dari isolat KH-3 dan LA-2.

Panjang gelombang yang digunakan dalam pengukuran OD, yaitu 550 nm. Panjang gelombang tersebut merupakan hasil penentuan  $\lambda$  maksimum pada kisaran 550-660 nm dengan interval 5 nm. Berdasarkan Tabel 3, diperoleh  $\lambda$

maks. yaitu 550 nm yang menunjukkan nilai serapan sebesar 0.676 (merupakan absorbans terbesar).

Tabel 1 Pengukuran OD KH-3 pada  $\lambda$  550 nm setelah kultivasi selama 70 jam

Media	OD ( $\lambda$ 550 nm)
1	0.685
2	0.081
3	0.027
4	0.034

Tabel 2 Pengukuran OD LA-2 pada  $\lambda$  550 nm setelah kultivasi 42 jam

Sampel	OD	Pengenceran 3x
1	0.452	1.356
2	0.638	1.914
3	0.594	1.782

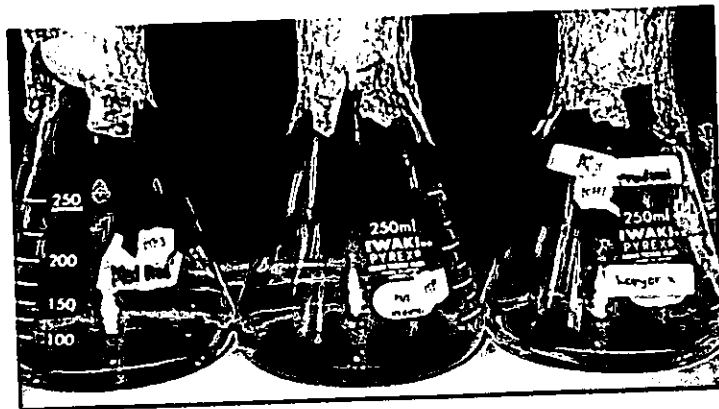
Tabel 3 Pengukuran OD KH-3 pada  $\lambda$  550-660 nm (interval 5)

$\lambda$ (nm)	OD	$\lambda$ (nm)	OD
550	0.676	610	0.618
555	0.671	615	0.613
560	0.663	620	0.611
565	0.662	625	0.607
570	0.658	630	0.599
575	0.653	635	0.598
580	0.646	640	0.596
585	0.642	645	0.59
590	0.639	650	0.583
595	0.635	655	0.573
600	0.631	660	0.563
605	0.623		

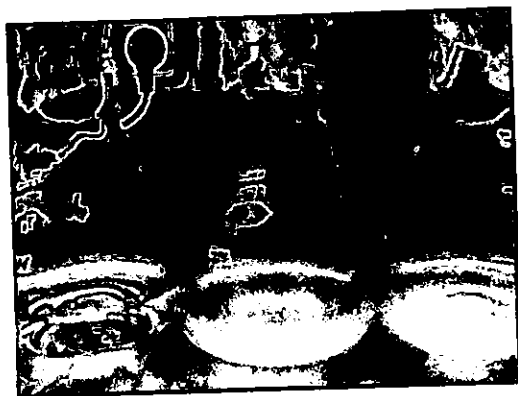
Kultivasi dilakukan selama 70 jam pada *rotary shaker* dengan kecepatan 120 rpm. Penggunaan waktu kultivasi yang lebih lama dimaksudkan untuk memungkinkan diperolehnya jumlah isolat penghasil bioflokulan lebih banyak, mengingat kemungkinan terdapatnya jenis bakteri yang lebih lambat dalam mensintesis bioflokulan.

Sebelum dikultivasi selama 70 jam, kultur dipropagasi selama 16 jam. Propagasi berfungsi untuk mempersiapkan sel sampai pada fase pembelahan. Saat propagasi, mikroorganisme mengatur metabolisme sintesis enzim dan aktivitas enzim sehingga mampu tumbuh lebih efisien dalam kondisi baru. Selama kultivasi

terjadi pembentukan produk bioflokulan, biasanya terjadi pada awal fase eksponensial yang kemudian meningkat terus sampai produksi optimal dan kemudian akan turun. Kultivasi yang terlalu lama akan mengakibatkan penurunan produksi bioflokulan, yang disebabkan oleh diubahnya produk tersebut menjadi produk lain oleh enzim yang dihasilkan oleh mikroba. Selain itu, sel mikroba yang sudah mengalami fase stasioner dapat mendegradasi glukosa yang ada pada bioflokulan karena nutrisinya sudah habis.



Gambar 3 Media produksi KH-3, KH-1, dan K-P.



Gambar 4 Media produksi LA-2 sebelum dan setelah kultivasi selama 42 jam.

#### Aktivitas Flokulasi terhadap Kaolin

Setelah dilakukan kultivasi produksi bioflokulan, langkah selanjutnya adalah menguji kemampuan flokulasi isolat terhadap suspensi kaolin. Suspensi kaolin digunakan sebagai bahan uji standar. Prinsip ujinya, yaitu tingkat kejernihan larutan diukur pada  $\lambda$  550 nm menggunakan spektrofotometer setelah dibiarkan selama 5 menit. Kation yang ditambahkan pada uji flokulasi

memberikan pengaruh yang besar dalam proses koagulasi, dimana proses flokulasi tidak berjalan dengan efektif bila tidak ada kation ini. Nilai aktivitas flokulasi optimum dicapai dengan penambahan  $AlCl_3$  sebagai sumber kation dengan dosis penambahan kation sebesar 0.05% (Susanti *et al* 2007).

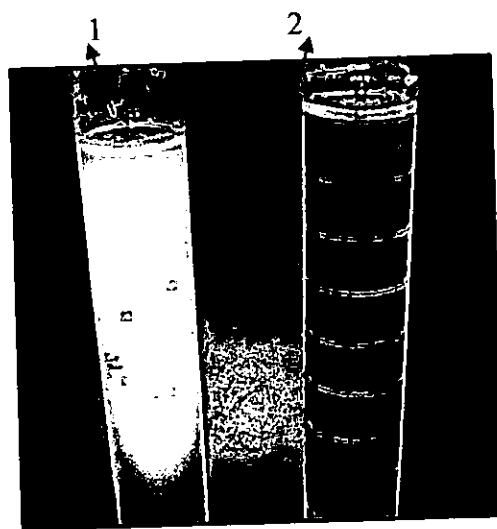
Menurut Tebbut (1990) pengendapan tersuspensi secara alami hanya memungkinkan terjadinya agglomerasi partikel yang relatif terbatas, hanya dengan pengadukan saja tidak dapat ditingkatkan kecepatan pengendapan secara nyata. Penjelasan fenomena ini dinyatakan oleh Vessilind (1994) bahwa kesulitan pemisahan partikel tersuspensi halus dari badan air berkaitan erat dengan sifat ukurannya yang sangat kecil dan bermuatan negatif sehingga sulit bergabung dan membentuk partikel yang lebih besar dan siap mengendap. Untuk dapat melakukan pemisahan partikel-partikel tersebut dari badan air, pertama kali harus dilakukan penetralan muatan kemudian baru dapat bergabung satu sama lain. Penambahan kation multivalen ke dalam suspensi partikel tersebut merupakan suatu cara untuk menurunkan energi penghalang ini. Ion-ion positif tersebut secara elektrostatis akan menarik partikel-partikel tersuspensi bermuatan negatif dan karena sifatnya yang bermuatan positif, kation multivalen ini akan dapat menggantikan posisi yang sebelumnya terikat pada partikel bermuatan negatif tadi.

Hasil flokulasi masing-masing isolat ditunjukkan pada Gambar 5. Gambar-gambar tersebut juga memperlihatkan perbedaan antara kontrol (tanpa penambahan bioflokulan) dan sampel (dengan penambahan bioflokulan). Pada sampel terjadi pembentukan flok yang lebih besar sehingga pengendapannya lebih cepat dibandingkan kontrol. Tabel 3 dan Gambar 5 memperlihatkan hasil pengujian kemampuan flokulasi isolat terhadap suspensi kaolin dari beberapa sampel. Berdasarkan hasil pengujian, nilai aktivitas flokulasi masing-masing isolat, yaitu 70.29% (KH-1), 84.12% (KH-3), 71.25% (KP), 59.24% (LT-6) untuk pengamatan 5 menit. Pada isolat lumpur aktif LA-2 dan LA-4 dilakukan pengamatan 2 menit karena pembentukan flok paling banyak terjadi pada menit-menit pertama.

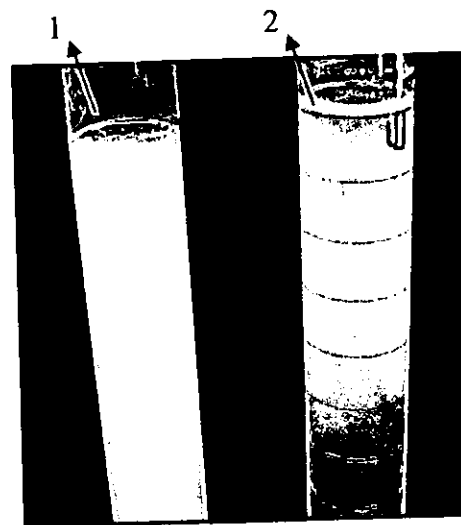


Tabel 4 Hasil uji flokulasi isolat dari berbagai sampel

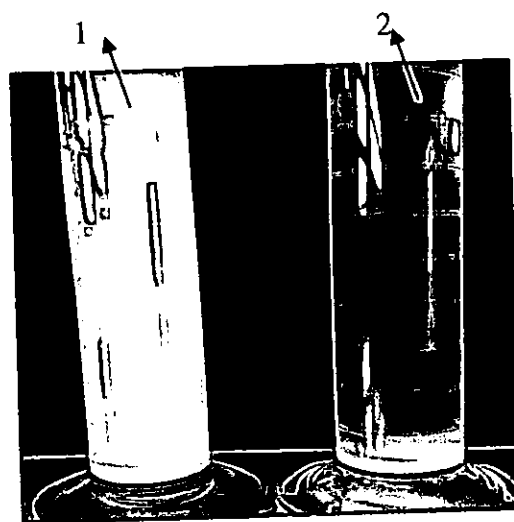
Kode Isolat	Hasil Pengamatan	
	OD supernatan $\lambda$ 550 nm	Aktivitas Flokulasi (%)
KH-1	0.404	70.29
KH-3	0.216	84.12
KP	0.391	71.25
kontrol	1.360	-
LT-6	0.397	59.24
kontrol	0.974	-



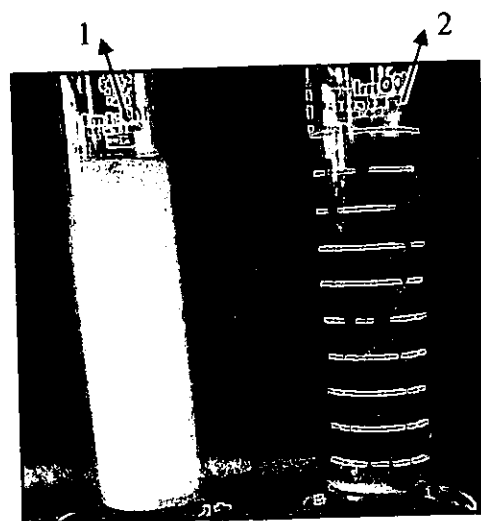
Gambar 5a Hasil flokulasi isolat KP



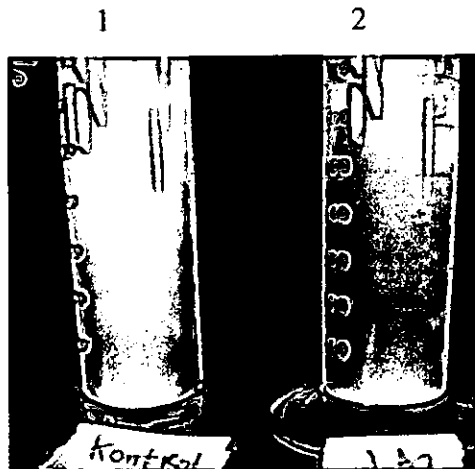
Gambar 5b Hasil flokulasi isolat KH-1.



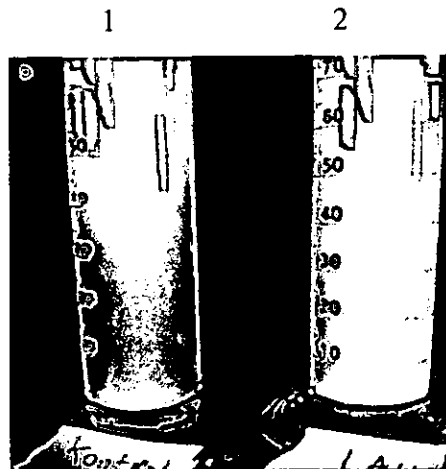
Gambar 5c Hasil flokulasi KH-3.



Gambar 5d Hasil flokulasi LT-6.



Gambar 5e Hasil flokulasi LA-2.



Gambar 5f Hasil flokulasi LA-4.

Keterangan : 1. Kontrol : suspensi kaolin 80 mL,  $\text{AlCl}_3$  0.05% 10 mL, sisa akuades sampai volume total 100 mL

2. Sampel : suspensi kaolin 80 mL,  $\text{AlCl}_3$  0.05% 10 mL, 1 mL

Isolat KH-3 dengan berbagai variasi media produksi menunjukkan aktivitas flokulasi masing-masing, yaitu 70.58% (media 1), 59.94% (media 2), 39.36% (media 3), 46.87% (media 4) (Tabel 5 dan Gambar 6). Isolat LA-2 dengan berbagai variasi media masing-masing menunjukkan aktivitas flokulasi sebagai berikut 66.34% (media 1), 51.18% (media 2), dan 48.80% (media 3) (Tabel 6 dan Gambar 8). Baik isolat KH-3 maupun LA-2 sama-sama menunjukkan aktivitas flokulasi tertinggi pada hasil kultivasi media pertama. Hal tersebut sesuai dengan hasil sebelumnya, yaitu produksi bioflokulan yang tinggi menunjang peran bioflokulan dalam aktivitas flokulasi pada media pertama (ditunjukkan oleh aktivitas flokulasi yang juga tinggi).

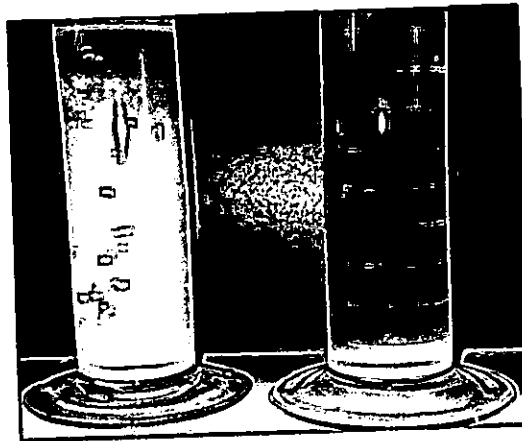
Selain kultur hasil kultivasi, media produksi juga memiliki nilai aktivitas flokulasi (Tabel 7 dan Gambar 7). Hal ini disebabkan oleh adanya komponen dalam media produksi yang memiliki kemampuan dalam memflokulasi suspensi kaolin.

Tabel 5 Hasil aktivitas flokulasi KH-3

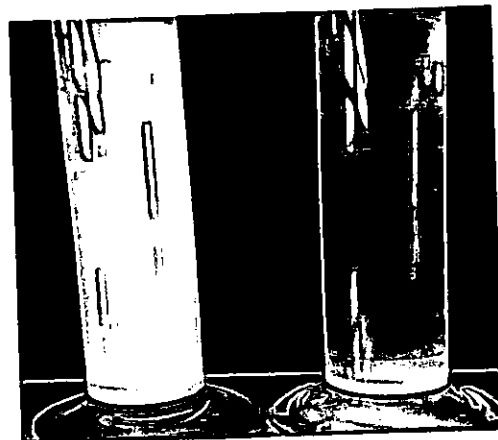
Media	OD supernatan ( $\lambda$ 550 nm)	Aktivitas flokulasi (%)
1	0.423	70.58
2	0.576	59.94
3	0.872	39.36
4	0.764	46.87
Kontrol	1.438	-

Tabel 6 Hasil aktivitas flokulasi LA-2

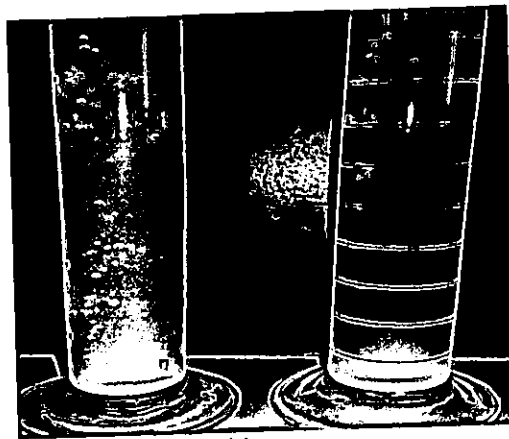
Variasi Media LA-2	Kontrol	Sampel	Aktivitas flokulasi (%)
Media 1 (glukosa & sukrosa 1%)	1.551	0.522	66.34
Media 2 (glukosa 0.2% & pati 3%)	1.485	0.725	51.18
Media 3 (Pati 1%)	1.834	0.939	48.80



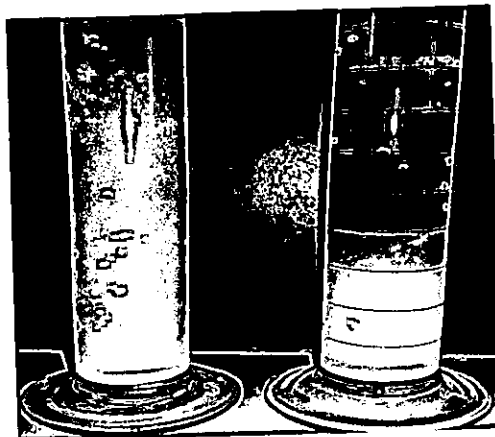
(a)



(b)

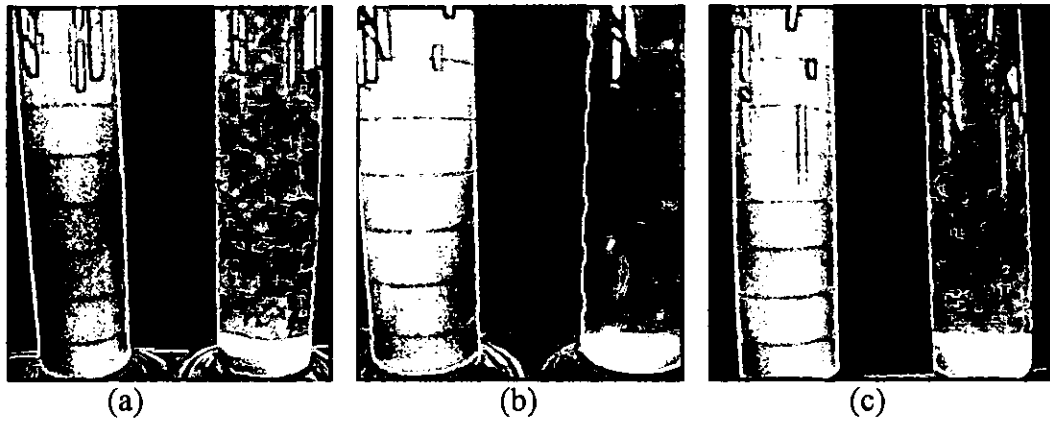


(c)



(d)

Gambar 6 Hasil aktivitas flokulasi KH-3 dengan variasi sumber karbon dan nitrogen: (a) glukosa 2%, (b) glukosa 1% dan fruktosa 1%, (c) glukosa 1% dan fruktosa 1% dengan penambahan pepton, dan (d) glukosa 1% dan fruktosa 1% tanpa penambahan pepton.



Gambar 7 Hasil aktivitas flokulasi LA-2 dalam berbagai variasi sumber karbon media produksi : (a) glukosa 1% dan sukrosa 1%, (b) glukosa 0.2% dan pati 3%, dan (c) pati 1%.

Tabel 7 Hasil aktivitas flokulasi media produksi tanpa biakan

Media	OD supernatan ( $\lambda$ 550 nm)	Aktivitas flokulasi (%)
1	0.773	46.21
2	0.740	48.50
3	0.979	31.87
4	1.050	26.93
Kontrol	1.437	-

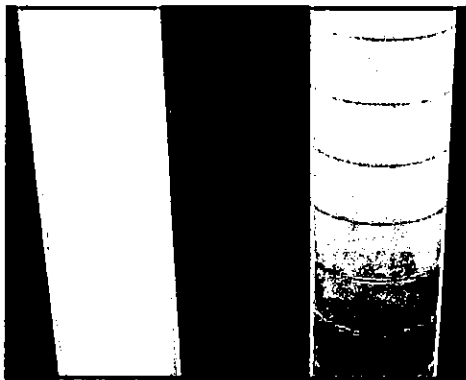
Keterangan :

Media 1 : sumber karbon : glukosa 1% dan sukrosa 1%

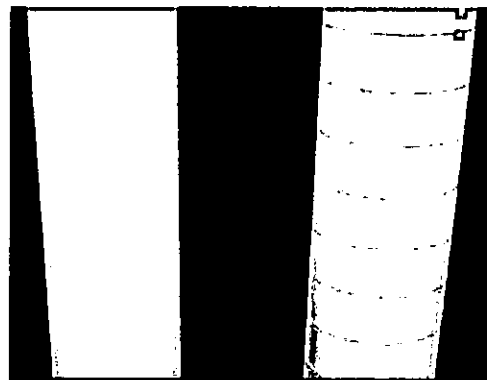
Media 2 : sumber karbon glukosa 2%

Media 3 : sumber karbon glukosa 1% dan fruktosa 1%, dengan penambahan pepton

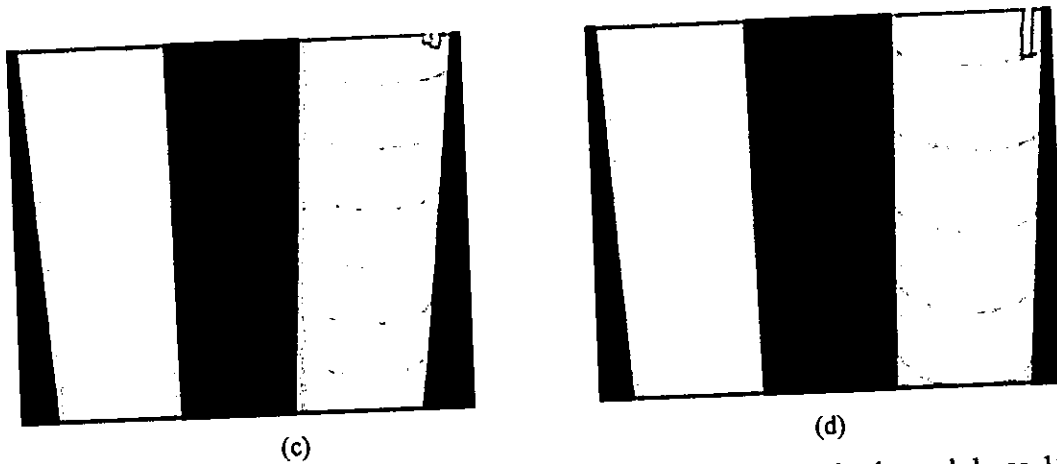
Media 4 : sumber karbon glukosa 1% dan fruktosa 1%, tanpa penambahan pepton



(a)



(b)



Gambar 8 Hasil aktivitas flokulasi media produksi : (a) sumber karbon glukosa 1% dan sukrosa 1%, (b) glukosa 2%, (c) glukosa 1% dan fruktosa 1% dengan penambahan pepton, dan (d) glukosa 1% dan fruktosa 1% tanpa penambahan pepton.

Pada proses destabilisasi koloid, bioflokulan mengandung suatu senyawa yang dapat berinteraksi dengan permukaan partikel koloid. Pada saat terjadi kontak tersebut beberapa dari senyawa akan terserap ke permukaan partikel dan meninggalkan senyawa yang tersisa pada larutan. Apabila terjadi kontak antara senyawa yang tersisa dengan partikel kedua yang memiliki adsorpsi yang kosong maka akan terjadi ikatan karena adanya ruang untuk membentuk suatu jembatan antarpartikel. Dosis bioflokulan yang berlebih akan mengakibatkan koloid menjadi stabil kembali karena tidak adanya ruang kosong untuk membentuk jembatan antarpartikel.

Kecepatan pengendapan flok tergantung pada ukuran dan densitas partikel serta viskositas cairannya. Flokulasi suspensi kaolin oleh kultur meningkatkan ukuran partikel-partikel yang tersuspensi melalui pembentukan flok sehingga pengendapan terjadi lebih cepat.

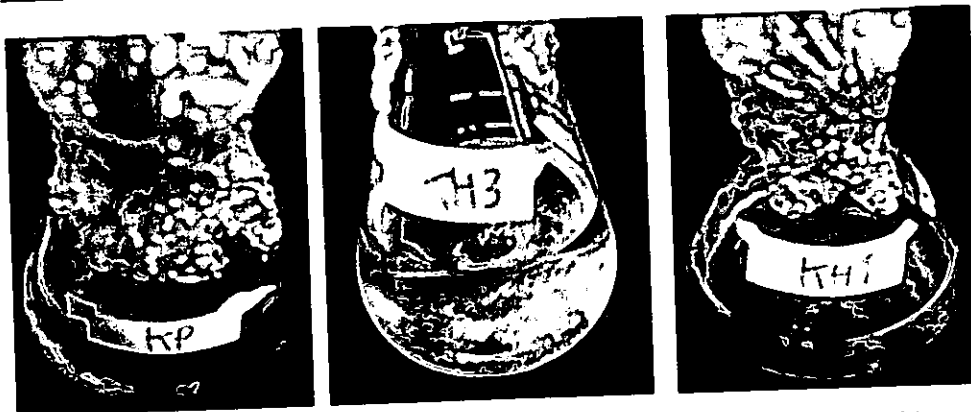
#### **Isolasi dan Pemurnian Bioflokulan**

Setelah kultivasi 70 jam, bioflokulan yang dihasilkan selain diuji aktivitas flokulasinya juga diisolasi dan dimurnikan melalui pengendapan dengan etanol absolut. Tahap pertama adalah memisahkan sel dengan komponen media dan bioflokulan pada supernatan melalui sentrifugasi 6000 g selama 10 menit. Supernatan yang diperoleh diendapkan dengan penambahan etanol pada kondisi dingin secara bertahap. Kondisi ini diperlukan untuk memperoleh hasil endapan

yang lebih banyak. Penambahan etanol disertai pengadukan dengan *stirrer* mendukung terbentuknya kondisi yang homogen saat pengendapan. Setelah itu, dibiarkan semalam pada suhu 4°C untuk lebih memperbanyak hasil (Gambar 9). Hasil pengendapan etanol ini disentrifugasi kembali dengan kecepatan yang sama untuk memisahkan bioflokulan dari komponen lainnya. Lalu, endapan yang diperoleh dikeringkan dalam oven suhu 50 °C hingga bobotnya konstan (Gambar 10). Kultur 30 mL menghasilkan serbuk bioflokulan sebanyak 0.0552 g (KH-1), 0.0328 g (KH-3), dan 0.0335 g (KP) (Tabel 8). Bioflokulan murni yang diperoleh, akan dianalisis lebih lanjut melalui tahapan analisis biokimia untuk mengetahui komposisinya.

Tabel 8 Data bobot serbuk bioflokulan hasil pengendapan etanol absolut

Kode Isolat	Volume kultur (mL)	Bobot serbuk (g)
KH-1	30	0.0552
KH-3	30	0.0328
KP	30	0.0335
KP	100	0.0984
KH-3	60	0.1972



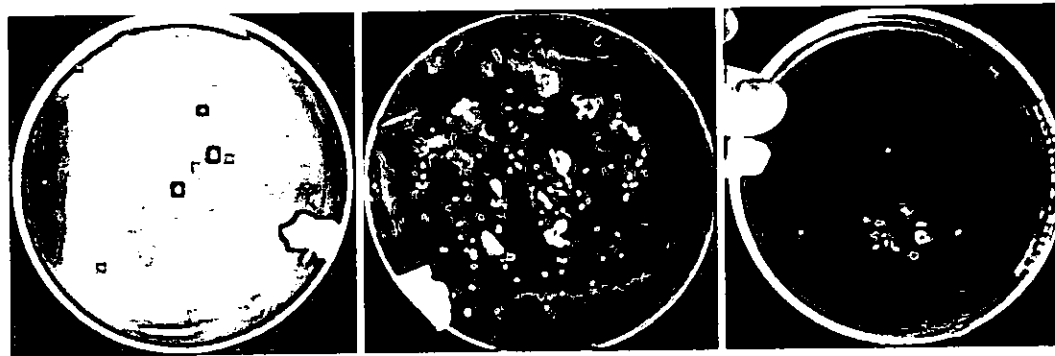
Gambar 9 Bioflokulan setelah diendapkan dengan etanol 95%.



Gambar 10 Serbuk bioflokulan dari isolat KH-3, KP, dan KH-1.

Tabel 9 Data bobot serbuk bioflokulan dari isolat LA-2 dengan variasi sumber karbon hasil pengendapan etanol absolut

Variasi Media LA-2	Volume kultur (mL)	Bobot serbuk (g)
Media 1 (glukosa & sukrosa 1%)	30	0.03
Media 2 (glukosa 0.2% & pati 3%)	30	0.2
Media 3 (Pati 1%)	30	0.07



Gambar 11 Serbuk bioflokulan dari isolat LA-2 dengan variasi sumber karbon.

### KESIMPULAN

Media yang mengandung glukosa 1% dan sukrosa 1% sebagai sumber karbon merupakan media optimal yang dapat menunjang pertumbuhan bakteri dan produksi bioflokulan. Hal ini ditunjukkan oleh nilai OD dan aktivitas flokulasi yang tinggi, baik pada isolat KH-3 maupun LA-2. Bioflokulan murni yang diperoleh belum dapat dianalisis lebih lanjut karena jumlahnya yang sedikit. Jenis bioflokulan yang dihasilkan bergantung pada komposisi media produksi yang digunakan, terutama sumber karbon dan nitrogennya.

### SARAN

Saat pemurnian sebaiknya menggunakan ruang pendingin (*cool room*) untuk menstabilkan kondisi dingin. Variasi pelarut organik dalam pemurnian diperlukan untuk membandingkan efektivitas pengendapan dan jumlah bioflokulan murni yang diperoleh.

## I. JADWAL KEGIATAN PROGRAM

Rencana Kegiatan	Bulan Ke-																			
	I				II				III				IV				V			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Produksi -penentuan pH -OD 550nm -aktivitas flokulasi		■	■	■	■	■														
Isolasi dan pemurnian					■	■	■	■	■	■	■	■								
Analisis biokimia													■	■	■	■				
Pelaporan																	■	■	■	■

## J. DAFTAR PUSTAKA

- Brown, M.J., Lester, J.N.. (1980) Comparison of Bacterial Extracellular Polymer Extraction Methods. *Appl. Environ. Microbiol.*, **40**, 179-185
- Farrak, S. R., Richard. F. U. (1976). Isolation of Exocellular Polymer from *Zoogloea* Strain MP6 and 106 and from Activated Sludge. *Appl. Envirom. Mikrobiol.* **32** . 33-37
- Jie, G., Hua-ying, B., Ming-xiu, X., Yuan-xia, L. Qian, L., Yan-fen, Z., (2006). Characterization of biofloculant from a newly isolated *Vagococcus* sp. W31. *J.Zhejiang Univ SCIENCE B.* **7**. 186-192
- Kurane, R., Takeda, K., Tomo, S. (1986). Screening for and Characteristic of Mikrobial Flokulants. *Agric. Biol. Chem.* **50**. 2301-2307
- Koizumi, J. I., Takeda, M., Kurane, R., Nakamura, I. (1991). Synergetic flocculation-of the biofloculant FIX extracellularly produced by *Nocardia amarae*. *J. Gen. Microbiol.*, **37**. 447-454



- Lee, S.H., Lee, S.O., Jang, K.L., Lee, T.H. (1995). Microbial flocculant from *Arcuadendron* sp. TS-49. *Biotechnol. Lett.* 17. 95-100
- Lu, W. Y., Zhang, T., Zhang, D. Y., Li, C. H., Wen, J. P., Du., L.X., (2005). A Novel Bioflocculant Produced by *enterobacter aerogenes* and its use in defecating the trona suspension. *Biochemical Engineering Journal.* 27: 1-7
- Mochtar, M. (1975). Pemilihan Flokulan untuk memperbaiki proses pengendapan dan penepisan. *Majalah Perusahaan Gula.* 1. 10-15
- Nakamura, J., Miyashiro, S., Hirose, Y. (1976). Screening, isolation and some properties of microbial cell flocculants. *Agric. Biol. Chem.* 40. 377-383
- Shih, I.L., Van, Y.T., Yeh, L.C., Lin, H.G., Chang, Y.N. (2001). Production of a biopolymer flocculant from *Bacillus licheniformis* and its flocculation properties. *Bioresour. Technol.* 78. 267-272
- Susanti HE, Purnama D, Nandha RP. (2007). Isolasi dan karakterisasi mikroba penghasil bioflokulan. Laporan PKMP 2007.
- Takeda, M., Koizumi, Y. C., Matsuoka, H., Hikuma, M., (1992). Factors affecting the activity of a protein bioflocculant Produced by *Nocardia amarae*. *J. Ferment. Bioeng.* 74. 408-409
- Takeda, M., Kurane, R., Koizumi, J.I., Nakamura, I. (1991). A protein biflocculant produced by *Rhodococcus erythropolis*. *Agric. Biol. Chem.* 55. 2663-2664
- Ting, C.S., Hsiao, Y.C., (1985). Evaluation of Polyacrylamide for Sugar Industry. 120. 21-27

- Toeda, K., Kurane, R. (1991). Microbial flocculant from *Alcaligenes cupidus* KT201. *Agric. Biol. Chem.* 55. 2793-2799
- Yokoi, H., Arima, T., Hayashi, S., Takasaki, Y., (1996). Flocculation properties of poly( $\gamma$ -glutamic acid) produced by *Bacillus subtilis*. *J. Ferment. Bioeng.* 82. 84-87
- Yokoi, H., Yoshida, T., Hirose, J., Hayashi, S., Takasaki, Y., (1998). Biopolymer flocculant produced by an *Pseudomonas* sp. *Biotechnology Techniques* 7 511-514
- Wang, Z., Wang, K.X., Xie, Y.M., Yao, Y.L. (1995). Bioflocculant-producing microorganisms. *Acta Microbiol. Sin.* 35. 121-129
- Zhang, J., Liu, Z., Wang, S., Jiang, P., (2002). Characterization of a bioflocculant produced by the marine myxobacterium *Nannocystis* sp. NU-2. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 59. 517-522
- Zhang, J., Wang, R., Jiang, P., Liu, Z., (2002). Production of an exopolysaccharide bioflocculant by *Sorangium cellulosum*. *Appl. Microbiol.* 34. 178-181

#### LAMPIRAN

#### K. NAMA DAN BIODATA KETUA SERTA ANGGOTA

##### 1. Ketua Pelaksana Kegiatan

- |                             |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| a. Nama Lengkap             | : Putri Swadiastuti        |
| b. NIM                      | : G44104015                |
| c. Fakultas/Program Studi   | : MIPA/ Biokimia           |
| d. Perguruan Tinggi         | : Institut Pertanian Bogor |
| e. Waktu untuk Kegiatan PKM | : 12 jam/minggu            |

2. Anggota Pelaksana

1. Anggota

- a. Nama Lengkap : Juliana
- b. NIM : G44104054
- c. Fakultas/Program Studi : MIPA/ Biokimia
- d. Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor
- e. Waktu untuk Kegiatan : 12 jam/minggu

2. Anggota

- a. Nama lengkap : Bambang Prasetio
- b. NIM : G84051965
- c. Fakultas/Program Studi : MIPA/ Biokimia
- d. Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor
- e. Waktu untuk Kegiatan : 12 jam/minggu

**L. NAMA DAN BIODATA DOSEN PEMBIMBING**

- 1. Nama Lengkap dan Gelar : Dr. Laksmi Ambarsari, MS
- 2. Golongan Pangkat : III/C
- 3. NIP : 132 093 415
- 4. Jabatan Fungsional : Lektor
- 5. Jabatan Struktural : -
- 6. Fakultas/Program Studi : MIPA/ Biokimia
- 7. Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor
- 8. Bidang Keahlian : Biokimia
- 9. Waktu untuk Kegiatan PKM : 10 jam /minggu

**M. Laporan Keuangan**

Hari/Tanggal	Nama Barang	Debit	Kredit	Saldo
Selasa/150408	Dana PKM	Rp.4.789.000	-	Rp.4.789.000
Kamis/060308	Uang Lab (2 x Rp 450.000)		Rp. 900.000	Rp.3.889.000
Selasa/110308	Kaolin clay (1 kg x Rp 4.000)		Rp. 4.000	
	Alkohol 95% (1 L x Rp 20.000)		Rp. 20.000	

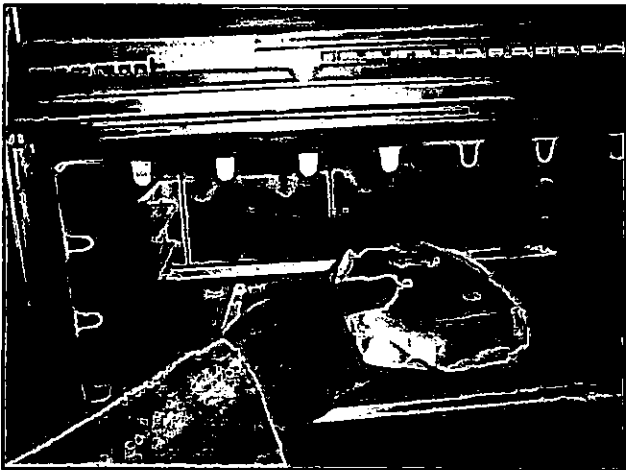
	Akuades 5 L (5 x Rp 1.000)		Rp. 5.000	
	Plastik tahan panas (1 x Rp 5.500)		Rp. 5.500	
	Tisu (isi 6 = 1 x Rp 10.995)		Rp. 10.995	
	Aluminium foil (1 x Rp 17.900)		Rp. 17.900	
	Sabun pembersih (2 x Rp 5.800)		Rp. 11.600	
	Kapas 500 g (1 x Rp 26.200)		Rp. 26.200	
	AlCl3 25 g (1 x Rp 25.000)		Rp. 25.000	
	Botol semprot (1 x Rp 7.000)		Rp. 7.000	
	Jumlah		Rp. 133.195	Rp.3.755.805
Kamis/270308	Kain kasa (3 x Rp 1.700)		Rp. 5.100	
	Plastik wrap (1 x Rp 7.900)		Rp. 7.900	
	Kapas berlemak 1000 g (1 x Rp 37.600)		Rp. 37.600	
	Jumlah		Rp. 50.600	Rp.3.705.205
Jumat/280308	Revisi Proposal PKM		Rp. 24.700	Rp.3.680.505
Selasa/010408	Akuades 5 L (5 x Rp 1.000)		Rp. 5.000	
	Kain kasa (1 m x Rp 6.000)		Rp. 6.000	
	Jumlah		Rp. 11.000	Rp.3.669.505
Jumat/040408	Karbol 450 mL (1 x Rp 5.650)		Rp. 5.650	
	Solasiban (1 x Rp 2.800)		Rp. 2.800	
	Jumlah		Rp. 8.450	Rp.3.661.055
Kamis/170408	Akuades 10 L (10 x Rp 1.000)		Rp. 10.000	
	Jirigen 5 L (1 x Rp 9.000)		Rp. 9.000	
	Alkohol 70% (1 L x Rp 18.000)		Rp. 18.000	
	Spiritus biru (2 x Rp 7.000)		Rp. 14.000	

	Jumlah		Rp. 51.000	<b>Rp.3.610.055</b>
Selasa/220408	Gelrite 2 g (2 x Rp 17.000)		Rp. 34.000	<b>Rp.3.576.055</b>
Rabu/300408	Etanol 95%		Rp. 50.000	
	Baterai kamera isi 2		Rp. 10.000	
	Jumlah		Rp. 60.000	<b>Rp.3.516.055</b>
Senin/120508	Pemakaian spektrofotometer		Rp. 70.000	
	Pemakaian sentrifus highspeed		Rp. 200.000	
	Pemakaian bahan-bahan lab		Rp. 500.000	<b>Rp.2.746.055</b>
Senin/190508	Pembuatan laporan kemajuan dan dokumentasi		Rp. 150.000	<b>Rp.2.596.055</b>
Jumat/230508	Pembelian CD-RW (1x Rp 12.500)		Rp. 12.500	<b>Rp.2.583.555</b>
Senin/090608	Pembelian etanol 95% 1L (1x Rp 20.000)		Rp. 20.000	
	Pembelian etanol absolut 2 L (2 x Rp 300.000)		Rp. 600.000	
	Pembelian akuades 5 L (5 x Rp 1.000)		Rp. 5.000	
	Jumlah		Rp. 625.000	<b>Rp.1.958.555</b>
Selasa/010708	Pemakaian spektrofotometer		Rp. 300.000	
	Pemakaian sentrifus highspeed		Rp. 750.000	
	Pemakaian bahan-bahan lab		Rp. 600.000	
	Jumlah		Rp. 1.650.000	<b>Rp. 308.555</b>
Rabu/020708	Pembuatan laporan akhir dan dokumentasi		Rp. 200.000	
	<b>Saldo Akhir</b>			<b>Rp. 108.555</b>



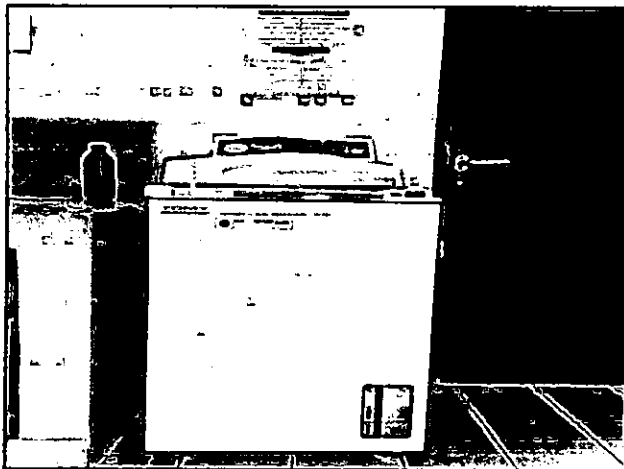
Pemurnian bioflokulan

(pengendapan dengan etanol absolut  
dingin sebanyak 2 x volume supernatan)



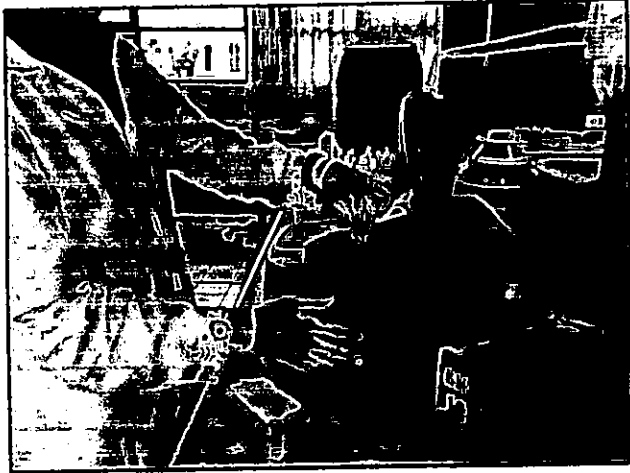
Inkubasi volat KH3 dalam oven

suhu 55 °C

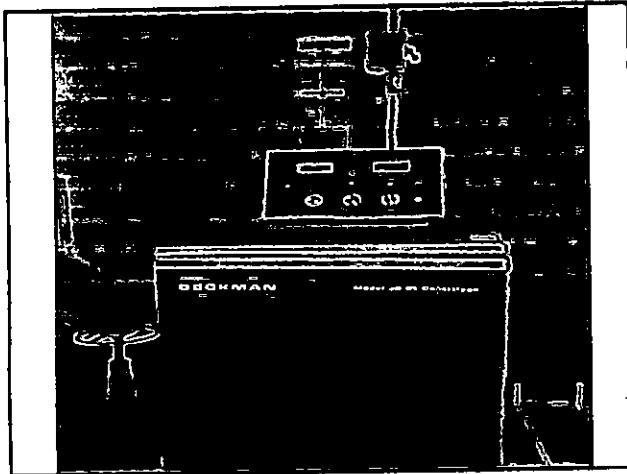


Proses sterilisasi dengan autoklaf

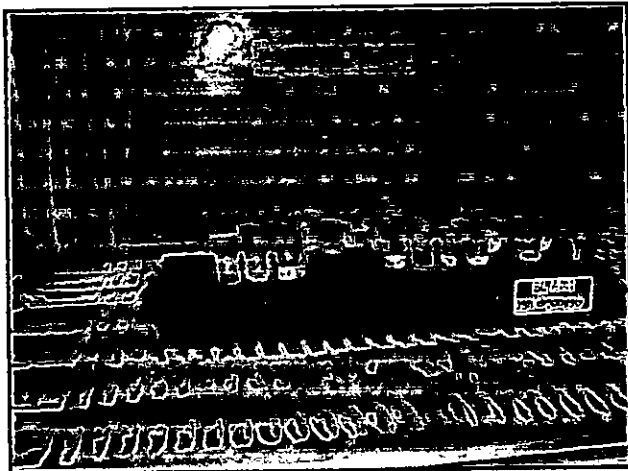
pada 121 °C, 2 atm selama 15 menit



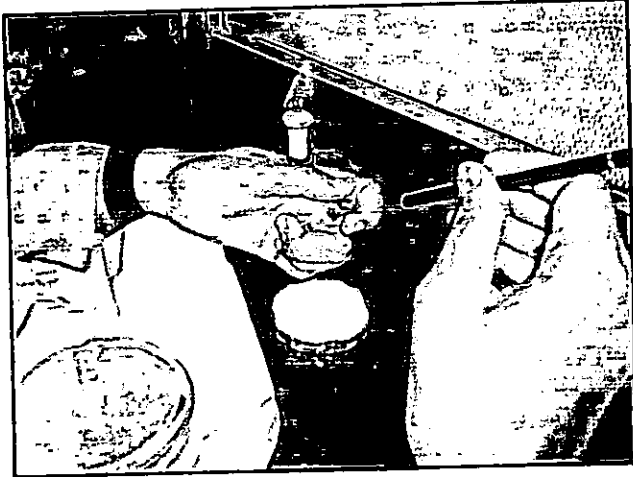
Pengukuran OD pertumbuhan dan aktivitas  
flokulasi dengan spektrofotometer  
Genesys pada  $\lambda = 550 \text{ nm}$



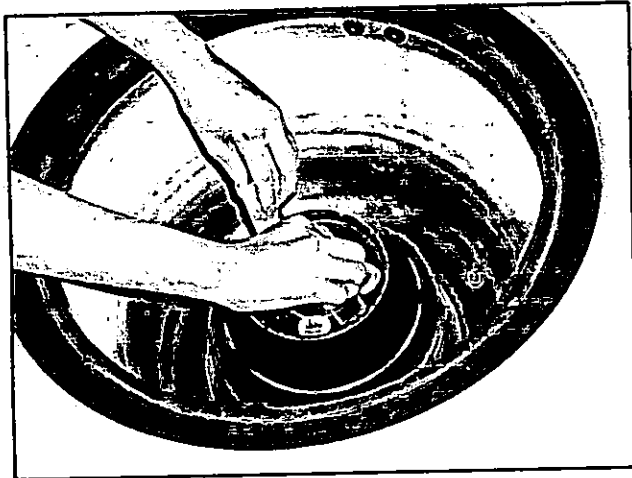
Proses sentrifugasi menggunakan  
sentrifus Beckman JA-20



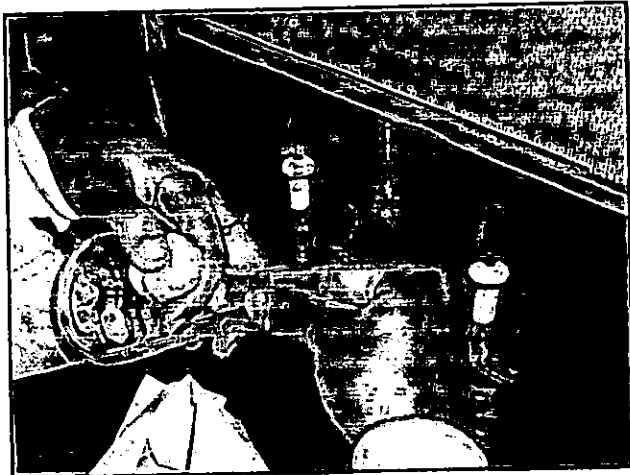
Isolat-bolat dalam stok gliserol  
yg disimpan pada freezer  $-20^{\circ}\text{C}$



Inokulasi isolat kawah dari stok gliserol  
ke media thermus agar



Pemasukan tabung - tabung sentrifus  
ke tempat sampel (rotor)

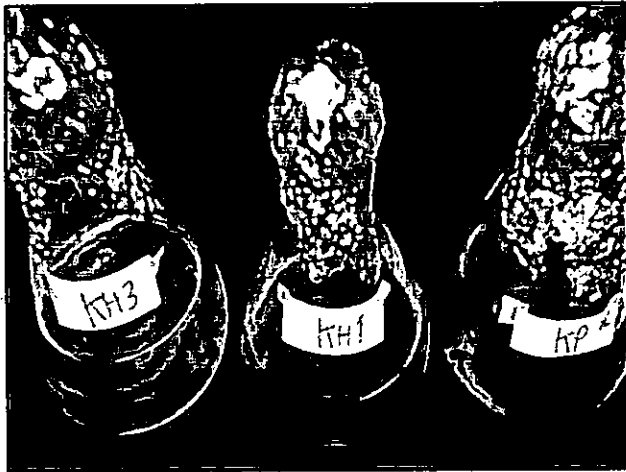


Inokulasi isolat kawah ke dalam  
media thermus cair





Aktivitas flokulasi isolat KH3  
dalam berbagai variasi sumber karbon  
dan nitrogen pada media produksi



Hasil pengendapan bioflokulan dari  
isolat kasar oleh etanol absolut



Bioflokulan murni dari isolat kasar  
setelah di oven (dikeringkan)