



# **UJI POTENSI KHAMIR YANG DIISOLASI DARI KAWASAN MANGROVE PANTAI KENJERAN SURABAYA DALAM MENDEGRADASI SELULOSA**

**MARTHA EMILIASARI  
1510100011**

**Dosen Pembimbing:  
Nur Hidayatul Alami, S.Si., M.Si.**

**JURUSAN BIOLOGI  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2015**



**FINAL PROJECT - SB141510**

**YEAST POTENTIAL TEST ISOLATED FROM  
MANGROVE AREAS OF KENJERAN COASTAL  
SURABAYA TO DEGRADE CELLULOSE**

**MARTHA EMILIASARI  
1510100011**

**Advisor Lecturer  
Nur Hidayatul Alami, S.Si., M.Si.**

**Biology Department  
Mathematic and Natural Science Faculty  
Sepuluh Nopember of Institute Technology  
Surabaya 2015**

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**UJI POTENSI KHAMIR YANG DIISOLASI DARI  
KAWASAN MANGROVE PANTAI KENJERAN  
SURABAYA DALAM MENDEGRADASI SELULOSA**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
pada  
Jurusan S-1 Biologi  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**MARTHA EMILIASARI  
NRP. 1510 100 011**

**Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :**

Nur Hidayatul Alami, S.Si, M.Si ..... (Pembimbing 1)

Surabaya, 27 Juli 2015

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Biologi



Dr. rer. nat. Ir. Maya Shovitri, M.Si  
NRP. 19690907 199803 2 001

UJI POTENSI KHAMIR YANG DIISOLASI DARI KAWASAN  
MANGROVE PANTAI KENJERAN SURABAYA DALAM  
MENDEGRADASI SELULOSA

**Nama Mahasiswa** : Martha Emiliasari  
**NRP** : 1510 100 011  
**Jurusan** : Biologi  
**Dosen Pembimbing** : Nur Hidayatul Alami, S.Si, M.Si

Abstrak.

*Molekul selulosa merupakan polimer linier, bersifat kristalin dan tidak mudah larut. Hal ini membuat selulosa tidak mudah didegradasi secara kimia dan mekanis, sehingga dibutuhkan kajian tentang penanganan degradasi selulosa secara biologis dengan bantuan mikroorganisme. Salah satu mikroorganisme potensial yang memiliki kemampuan dalam mendegradasi selulosa adalah khamir. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui genus khamir hasil isolasi dari mangrove pantai Kenjeran Surabaya yang berpotensi dalam mendegradasi selulosa, untuk mengetahui indeks hidrolisis selulosa tertinggi dari khamir, serta kadar gula reduksi tertinggi dari khamir. Isolat khamir yang diperoleh diidentifikasi hingga tingkat genus. Uji potensi selulolitik khamir secara kualitatif dilakukan dengan menggunakan medium CMC. Sementara, uji potensi secara kuantitatif dilakukan dengan pengukuran kadar gula reduksi dengan metode DNS pada isolat terbaik dari hasil uji kualitatif.*

*Hasil penelitian diperoleh lima isolat dengan kode K 1.2, K 2.2, K 2.3, K 2.4, dan K 4.2. Isolat-isolat tersebut berpotensi dalam mendegradasi selulosa. Nilai indeks selulolitik tertinggi dicapai oleh isolat K 1.2 dengan nilai sebesar 0,725. Kadar gula reduksi tertinggi yang dicapai oleh isolat K 1.2 adalah 0,190ppm pada hari ketiga.*

*Kata kunci : khamir, selulosa, degradasi, gula reduksi*

YEAST POTENTIAL TEST ISOLATED FROM MANGROVE  
AREAS OF KENJERAN COASTAL SURABAYA TO  
DEGRADE CELLULOSE

**Student Name** : Martha Emiliasari  
**NRP** : 1510 100 011  
**Department** : Biology  
**Advisor Lecturer** : Nur Hidayatul Alami, S.Si, M.Si

**Abstract**

Cellulose is a linear polymer molecules, which is crystalline and easily soluble. This makes the cellulose is not easily degraded chemically and mechanically, so a study on the cellulose degradation by biological treatment using microorganisms is extremely needed. One of microorganisms which have the ability to degrade cellulose is yeast. This study is not only aims to determine the potential genus of yeasts to degrade cellulose isolated from the mangrove areas of Kenjeran Surabaya, but also to determine the highest index of yeast on cellulose hydrolysis, and the highest sugar reduction level of yeast. Yeast isolates were identified to the genus level. Test potential cellulolytic yeasts qualitatively done using CMC medium. Meanwhile, the potential for quantitative test is done by measuring the levels of reducing sugars with the DNS method on the best isolates from qualitative test results.

The results were obtained five isolates with the code K 1.2, K 2.2, K 2.3, K 2.4 and K 4.2. Isolates have the potential to degrade cellulose. The highest index value cellulolytic achieved by isolates K 1.2 with a value of 0.725. The highest reducing sugar levels are achieved by isolates K 1.2 is 0,190 ppm on the third day.

**Keywords:** yeast, cellulose, degradation, reducing sugar

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Uji Potensi Khamir yang Diisolasi dari Kawasan Mangrove Pantai Kenjeran Surabaya dalam Mendegradasi Selulosa”**.

Proposal Tugas Akhir ini tidak mungkin terwujud tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak yang telah meluangkan waktu dan pikirannya bagi penulis untuk membantu terwujudnya Tugas Akhir ini. Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Nur Hidayatul Alami, S.Si,M.Si. selaku dosen Pembimbing tugas akhir, Bapak Dr. techn. Endry Nugroho P., MT selaku ketua sidang dan dosen penguji I, Ibu Tutik Nurhidayati, S.Si, M.Si selaku dosen penguji II, keluarga dan teman-teman Biologi ITS 2010 serta pihak lainnya yang senantiasa memberikan semangat dan motivasi.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Kritik dan saran yang membangun sangat berarti bagi penulis. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca. Akhir kata, semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Amin.

Surabaya, 27 Juli 2015

**Martha Emiliasari**

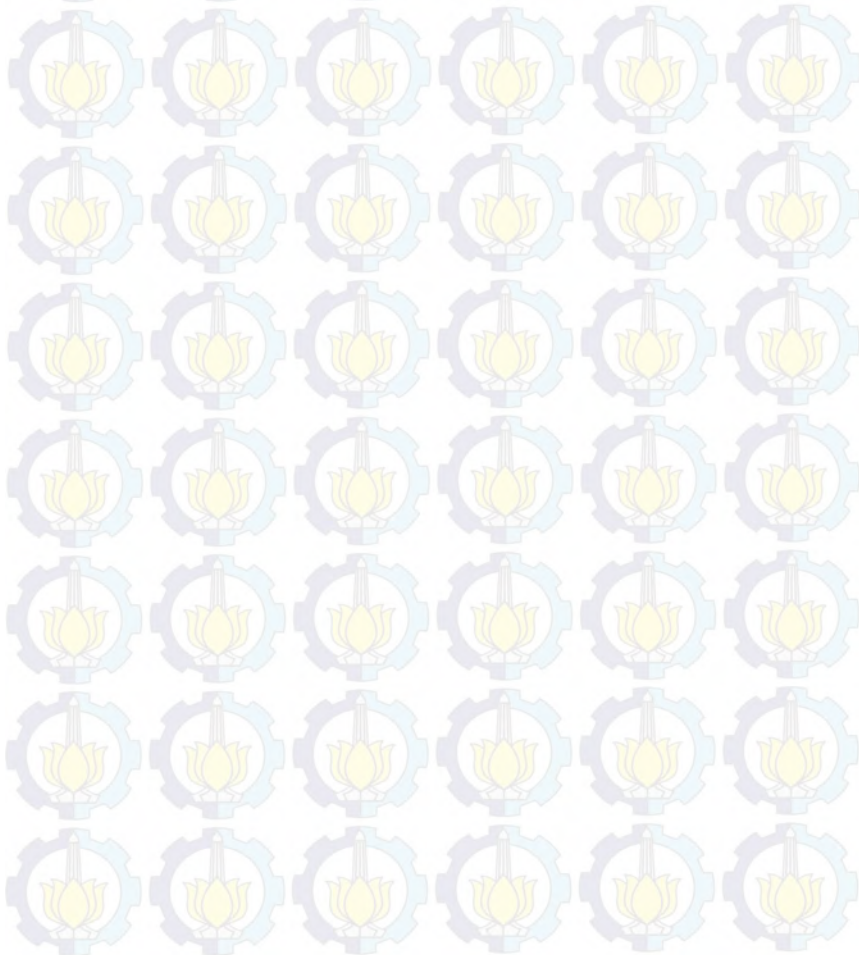
## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN .....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	ix
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
DAFTAR TABEL .....	xix
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Permasalahan .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Manfaat .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Khamir .....	5
2.1.1 Reproduksi khamir .....	6
2.1.2 Morfologi khamir .....	6
2.1.2.1 Morfologi makroskopis .....	8
2.1.2.2 Morfologi mikroskopis .....	8
2.2 Selulosa .....	9
2.2.1 Hidrolisis selulosa .....	10
2.3 Aktifitas Khamir dalam Degradasi Selulosa .....	11
2.4 Tinjauan Umum Gula Reduksi .....	12
2.4.1 Monosakarida .....	12
2.4.2 Disakarida .....	13
2.5 Hutan Mangrove Kenjeran .....	13
<b>BAB III METODOLOGI</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	15

3.2 Metode yang Digunakan .....	15
3.2.1 Pengambilan sampel .....	15
3.2.2 Pembuatan medium .....	15
3.2.3 Isolasi khamir .....	16
3.2.4 Purifikasi khamir .....	17
3.2.5 Identifikasi khamir hingga tingkat genus .....	17
3.2.6 Uji fisiologis .....	18
3.2.7 Uji potensi khamir dalam mendegradasi selulosa .....	19
3.2.7.1 Uji Potensi selulolitik .....	20
3.2.7.2 Pengukuran kadar gula reduksi .....	20
3.2.7.3 Pembuatan Kurva Standar Glukosa .....	21
3.3 Rancangan Penelitian .....	
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Isolasi dan Karakterisasi Khamir dari Kawasan Pantai Kenjeran Surabaya .....	23
4.1.1 Karakteristik makroskopis.....	23
4.1.2 Karakteristik mikroskopis .....	25
4.1.3 Ciri fisiologis dan biokimia .....	27
4.2 Identifikasi Khamir Hingga Tingkat Genus .....	28
4.2.1 Karakter <i>Ascomycetes yeast</i> .....	28
4.2.1.1 Genus <i>Candida</i> .....	29
4.2.2 Karakter <i>Basidiomycetes yeast</i> .....	32
4.2.2.1 Genus <i>Rhodotorula</i> .....	33
4.3 Uji Potensi dalam Mendegradasi Selulosa .....	35
4.3.1 Uji potensi degradasi selulosa secara kualitatif dengan pengukuran indeks hidrolisis selulosa .....	35
4.3.2 Uji potensi mendegradasi selulosa secara kuantitatif dengan pengukuran kadar gula reduksi .....	37
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	41
5.2 Saran .....	41



DAFTAR PUSTAKA .....	43
LAMPIRAN .....	51
BIODATA PENULIS .....	57



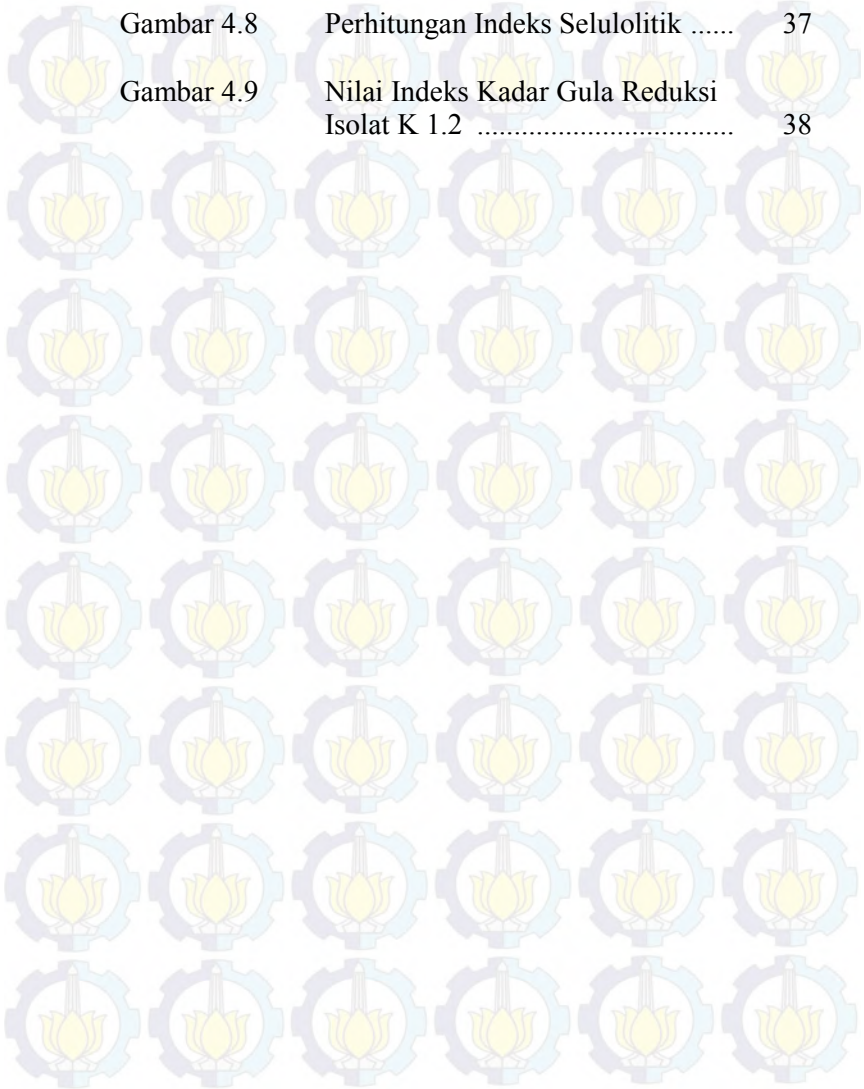
## DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1	Bentuk-bentuk Sel Khamir .....	6
Gambar 2.2	Perkembangan Bentuk Sel Khamir .....	7
Gambar 2.3	Struktur Selulosa .....	9
Gambar 2.4	Hidrolisis Selulosa .....	11
Gambar 2.5	Pola Zonasi Mangrove di Kenjeran .....	13
Gambar 4.1	Hasil Purifikasi Isolat K 2.3 dengan Metode 16 Gores .....	24
Gambar 4.2	Pengamatan Mikroskopis Isolat K 4.2 dengan Pewarnaan Laktofenol .....	25
Gambar 4.3	Karakteristik Genus <i>Candida</i> .....	30
Gambar 4.4	Uji Fisiologi dan Biokimia Genus <i>Candida</i> .....	31
Gambar 4.5	Karakteristik Genus <i>Rhodotorula</i> .....	33
Gambar 4.6	Uji Fisiologi dan Biokimia Genus <i>Rhodotorula</i> .....	34

Gambar 4.7 Hasil Uji Selulolitik Isolat K 1.2 .. 36

Gambar 4.8 Perhitungan Indeks Selulolitik ..... 37

Gambar 4.9 Nilai Indeks Kadar Gula Reduksi Isolat K 1.2 ..... 38



## DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 4.1	Hasil Karakterisasi Makroskopis Isolat Khamir .....	24
Tabel 4.2	Hasil Karakterisasi Mikroskopis Isolat khamir .....	26
Tabel 4.3	Hasil Uji Fisiologis dan Biokimia Isolat Khamir .....	27

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Selulosa ditemukan berlimpah pada biomassa tumbuhan, terdapat di alam secara khusus pada dinding sel tumbuhan dalam bentuk mikrofibril melalui ikatan inter dan intra yang terdiri dari rantai molekul glukosa. Mikrofibril selulosa terdiri dari dua tipe, yaitu amorf dan kristalin (Lynd *et al.*, 2002). Tipe amorf terbentuk karena adanya kelompok fibril yang tidak teratur, sedangkan tipe kristalin terbentuk karena adanya kelompok fibril yang teratur. Selulosa merupakan polimer yang tersusun dari rantai monomer glukosa melalui ikatan  $\beta(1\rightarrow4)$  (Linder dan Teeri, 1997). Struktur selulosa seragam dan saling berikatan dengan ikatan glikosidik antara molekul glukosa yang satu dengan molekul glukosa yang lain (Anindyawati, 2009). Adanya sifat kristalin dan tidak mudah larut pada selulosa, menjadikan komponen ini tidak mudah didegradasi secara kimia dan mekanis (Salle, 1984).

Dewasa ini, kajian terkait degradasi senyawa organik selulosa secara biologi dengan bantuan mikroorganisme telah banyak dilakukan. Khamir merupakan mikroorganisme uniseluler eukariotik yang masuk dalam kelompok fungi dengan potensi degradasi senyawa organik selulosa. Hal ini dikarenakan khamir memiliki enzim selulase untuk memutus selulosa menjadi produk sederhana berupa glukosa (Horn *et al.*, 2012). Khamir dapat dibedakan atas dua kelompok yaitu bersifat fermentatif dan oksidatif. Jenis fermentatif dapat melakukan fermentasi alkohol yaitu memecah gula (glukosa) menjadi alkohol dan gas contohnya pada produk roti. Sedangkan oksidatif (respirasi) maka akan menghasilkan karbon dioksida dan air (Fardiaz, 1992). Khamir memiliki beberapa enzim penting diantaranya adalah selulose yang menyebabkan khamir memegang peran yang penting dalam membantu proses dekomposisi senyawa organik (Kanti, 2005). Dijelaskan Tanaka *et al.* (1990) dalam Kanti (2005) bahwa peran

ekologi khamir adalah menentukan kecepatan dan arah proses degradasi limbah organik yang ada di dalam tanah. Menurut Balia (2004), salah satu genus khamir yang dapat menghasilkan enzim selulase adalah dari kelompok *Trichosporon*.

Banyak khamir yang ditemukan pada lingkungan darat. Akan tetapi, beberapa kelompok khamir juga banyak ditemukan pada habitat laut (de Araujo *et al.*, 1995). Peran khamir dalam ekosistem laut sering dikaitkan dengan dekomposisi dan siklus hara, serta biodegradasi xenobiotik seperti minyak bumi dan turunannya (de Araujo *et al.*, 1995). Khamir laut memiliki toleransi garam yang tinggi dan kemampuan untuk melakukan fermentasi. Daerah estuari memiliki kandungan khamir yang lebih banyak dibandingkan dengan perbatasan wilayah akuatik. Beberapa khamir telah diisolasi dari kawasan hutan mangrove tropis dan subtropis serta rawa-rawa (Araujo dan Hagler, 2011).

Salah satu kawasan yang menawarkan berbagai mikrohabitat yang didalamnya terdapat potensi kandungan komunitas khamir adalah kawasan mangrove. Ekosistem mangrove memberikan sumbangan berupa bahan organik bagi perairan sekitarnya. Bahan organik terlarut yang dihasilkan dari proses penguraian (dekomposisi) dari sampah pohon (daun, propagul dan ranting) di hutan mangrove dapat dimanfaatkan oleh organisme yang menghuni kawasan tersebut (BLH Surabaya, 2012). Bahan organik yang ditemukan melimpah pada ekosistem ini diantaranya adalah selulosa (Kristensen *et al.*, 2008). Salah satu kawasan yang ditumbuhi oleh ekosistem hutan mangrove adalah pantai Kenjeran, Surabaya.

Khamir dari wilayah mangrove pantai Kenjeran yang mempunyai kemampuan dalam memproduksi selulase belum banyak diungkap. Berdasarkan dari latar belakang tersebut, kajian potensi khamir yang diisolasi dari pantai Kenjeran Surabaya menjadi hal yang dibutuhkan dengan harapan dapat memberi informasi tentang pengembangan khamir sebagai agen biologis untuk mengatasi permasalahan limbah organik.

## **1.2 Permasalahan**

Permasalahan dalam penelitian ini meliputi:

1. Berapa indeks hidrolisis selulosa tertinggi yang diperoleh dari khamir?
2. Berapakah kadar gula reduksi tertinggi dari khamir?
3. Genus khamir apa yang berpotensi dalam mendegradasi selulosa.

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Mikroorganisme yang digunakan adalah khamir yang diisolasi dari kawasan mangrove pantai Kenjeran Surabaya.
2. Eksplorasi khamir di pantai Kenjeran di khususnya pada wilayah mangrove di sekitar jembatan Suramadu sisi Surabaya
3. Identifikasi khamir dilakukan hingga tingkat genus
4. Uji potensi dengan menggunakan substrat selulosa
5. Uji kadar gula reduksi dilakukan pada isolat dengan indeks hidrolisis tertinggi

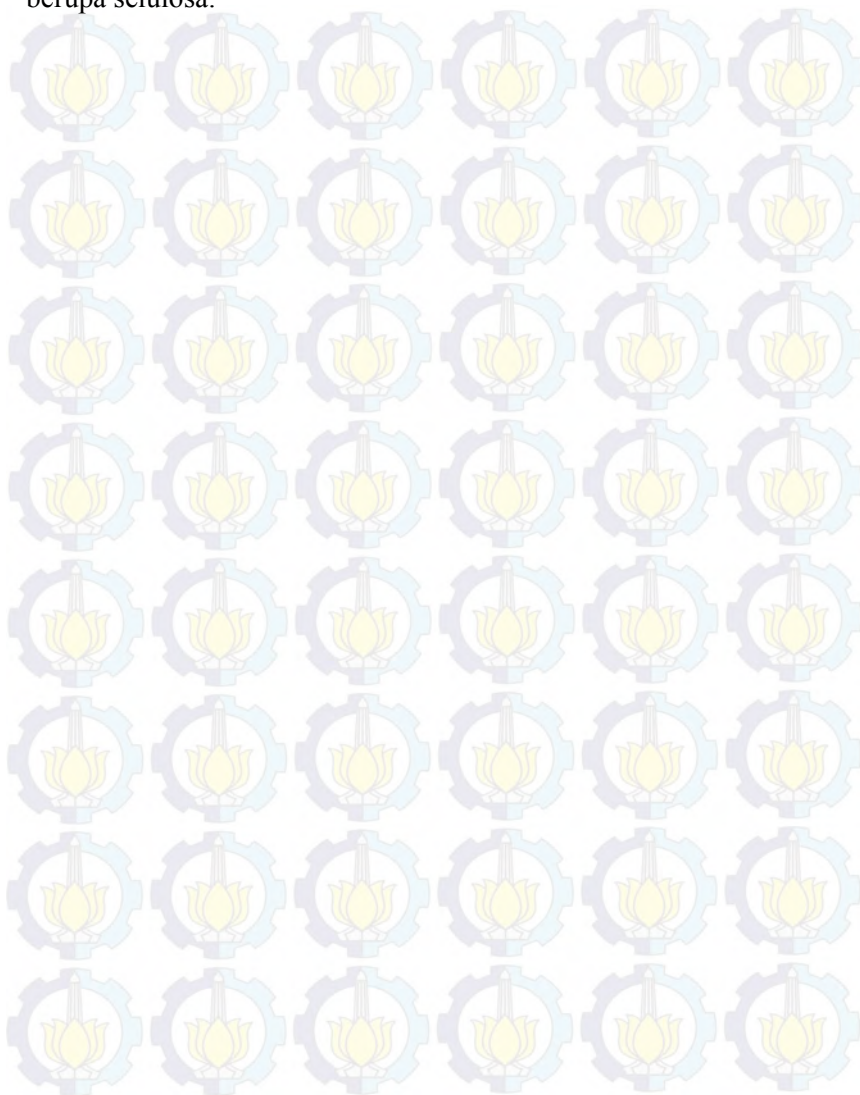
## **1.4 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui indeks hidrolisis selulosa tertinggi yang diperoleh dari khamir, mengetahui kadar gula reduksi tertinggi dari khamir, serta untuk mengetahui genus khamir yang berpotensi dalam mendegradasi selulosa.

## **1.5 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberi informasi tentang genus-genus khamir dari kawasan mangrove Kenjeran Surabaya, serta kemampuan dalam mendegradasi limbah organik dengan penyumbang terbesarnya berupa substrat selulosa. Isolat dengan potensi terbaik dalam mendegradasi selulosa selanjutnya dapat dikembangkan sebagai agen biologis untuk mengatasi

permasalahan limbah organik dengan penyusun terbesarnya berupa selulosa.





## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Khamir**

Khamir merupakan fungi mikroskopis uniseluler, mampu mempertahankan populasinya di lingkungan darat dan perairan (Kurtzman dan Fell, 1998). Banyak khamir yang berasosiasi dengan lingkungan darat, akan tetapi banyak jugaditemukan tipe asosiasi dari habitat kelautan (de Araujo *et al.*, 1995).

Menurut Satife *et al.* (2011), khamir lebih efektif dalam memecah komponen bahan kimia dengan volume hasil yang lebih banyak. Khamir dapat tumbuh dalam larutan yang pekat, misalnya dalam larutan gula, garam, dan asam yang berlebih. Khamir mempunyai sifat antimikroba sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan kapang. Adanya sifat-sifat tahan terhadap stress lingkungan (gula, garam, dan asam berlebih) menjadikan khamir dapat bertahan atau bersaing dengan mikroorganisme lain. Khamir sangat mudah di bedakan dengan mikroorganisme yang lain misalnya dengan bakteri, karena khamir mempunyai ukuran sel yang lebih besar dan morfologi yang berbeda. Sedangkan dengan protozoa, khamir mempunyai dinding sel yang lebih kuat serta tidak mampu melakukan fotosintesis bila dibandingkan dengan ganggang atau algae. Khamir dapat dibedakan atas dua kelompok berdasarkan sifat metabolismenya yaitu bersifat fermentatif dan oksidatif. Jenis fermentatif dapat melakukan fermentasi alkohol yaitu memecah gula (glukosa) menjadi alkohol dan gas contohnya pada produk roti. Sedangkan oksidatif (respirasi) maka akan menghasilkan karbon dioksida dan air. Kedua mekanisme tersebut dipergunakan khamir untuk menghasilkan energi walaupun energi yang dihasilkan melalui respirasi lebih tinggi dari yang melalui fermentasi (Fardiaz 1992).

### 2.1.1 Reproduksi khamir

Khamir merupakan salah satu fungi bersel tunggal (uniseluler), dengan bentuk *spheroid* sampai *ovoid* dan kadang membentuk miselium semu (*pseudomicellium*). Sebagian besar khamir melakukan reproduksi secara aseksual melalui pembentukan tunas (*budding*) (Satife *et al.*, 2011). Sebagai sel tunggal khamir dapat tumbuh lebih cepat dibandingkan dengan kapang (*mold*) yang tumbuh dengan pembentukan filamen (Ferdiaz, 1992).

Reproduksi vegetatif pada khamir terutama dengan cara pertunasan. Sebagai sel tunggal khamir tumbuh dan berkembang biak lebih cepat dibanding dengan *mould* yang tumbuh dengan pembentukan filament (Balua, 2004). Menurut Board (1983), pada umumnya khamir diklasifikasikan berdasarkan sifat-sifat fisiologinya, dan tidak atas perbedaan morfologinya, seperti pada kapang. Beberapa khamir tidak membentuk spora (asporogenous) dan digolongkan ke dalam fungi imperfecti, dan yang lainnya membentuk spora seksual sehingga digolongkan ke dalam Ascomycetes dan Basidiomycetes.

### 2.1.2 Morfologi khamir

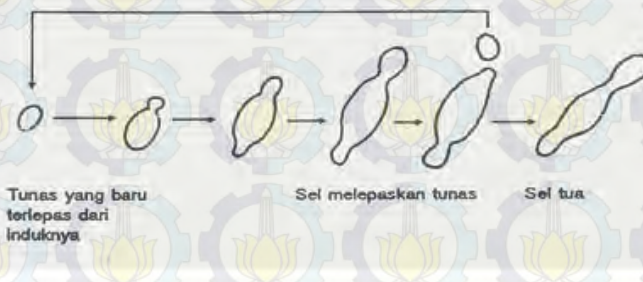
Menurut Fardiaz (1992), sel khamir mempunyai ukuran yang bervariasi, yaitu dengan panjang 1-5 mikrometer sampai 20 mikrometer, dan lebar 1-10 mikrometer. Bentuk sel khamir bermacam-macam yaitu bulat, oval, silinder atau batang, segitiga melengkung, berbentuk botol, bentuk apikulat atau lemon, membentuk pseudomiselium dan sebagainya (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Bentuk-bentuk Sel Khamir

Sel vegetatif yang berbentuk apikulat atau lemon merupakan karakteristik grup khamir yang ditemukan pada tahap awal fermentasi alami buah-buahan dan bahan lain yang mengandung gula, misalnya *Hanseniaspora* dan *Kloeckera*. Bentuk ogival adalah bentuk memanjang di mana salah satu ujung bulat dan ujung yang lainnya runcing. Bentuk ini merupakan karakteristik dari khamir yang disebut *Brettanomyces*. Khamir yang berbentuk bulat misalnya *Debaryomyces*, berbentuk oval misalnya *Saccharomyces*, dan yang berbentuk triangular misalnya *Trygonopsis*. Khamir tidak mempunyai flagela atau organ lain untuk bergerak (Fardiaz, 1992).

Dalam kultur yang sama, ukuran dan bentuk sel khamir mungkin berbeda karena pengaruh umur sel dan kondisi lingkungan selama pertumbuhan. Sel yang muda mungkin berbeda bentuknya dari yang tua karena adanya proses ontogeni, yaitu perkembangan individu sel. Sebagai contoh, khamir yang berbentuk apikulat (lemon) pada umumnya berasal dari tunas berbentuk bulat sampai oval yang terlepas dari induknya, kemudian tumbuh dan membentuk tunas sendiri. Karena proses pertunasannya bersifat bipolar, sel muda yang berbentuk oval membentuk tunas pada kedua ujungnya sehingga mempunyai bentuk seperti lemon. Sel-sel yang sudah tua dan telah mengalami pertunas beberapa kali, mungkin mempunyai bentuk yang berbeda-beda (Gambar 2.2).



Gambar 2.2 Perkembangan Bentuk Sel Khamir (Fardiaz, 1992).

Identifikasi untuk mengetahui nama genus atau spesies khamir dapat dilakukan dengan pengamatan morfologi (morfologi koloni dan sel), uji fisiologis dan biokimia (Barnett dan Pankhurst, 2000). Pengamatan morfologi merupakan dasar utama yang digunakan untuk melakukan identifikasi dan klasifikasi khamir yaitu dengan pengamatan morfologi sel (pembentukan askospora, morfologi sel vegetatif, reproduksi aseksual, ada tidaknya produksi miselium sejati, pseudomiselium, ciri koloni, dan ciri pertumbuhan pada media cair (Jumiyati *et al.*, 2012). Morfologi sel khamir dapat diamati menggunakan beberapa cara yaitu: pengamatan langsung dengan mikroskop biasa, pengamatan dengan mikroskop biasa setelah diwarnai dengan pewarna tertentu, terutama untuk melihat kondisi lokasi komponen tertentu di dalam sel. Pengamatan dengan mikroskop elektron terhadap dinding sel yang telah dipisahkan dari selnya dan pengamatan dengan mikroskop elektron terhadap irisan tipis sel khamir (Hadioetomo, 1985).

#### **2.1.2.1 Morfologi makroskopis**

Dalam Kurtzman dan Fell (1998), menyatakan bahwa pengamatan makroskopis khamir dilihat berdasarkan kenampakan koloni yang tumbuh pada media tumbuh. Kenampakan koloni yang dimaksud meliputi:

- Tekstur koloni diamati apakah terdapat lendir atau kental, lembek, seperti kapas atau tampak gembur
- Pengamatan warna seperti merah, oranye, putih atau kuning
- Pengamatan permukaan: apakah berkilau atau kusam, halus, kasar, berbulu atau bergerigi
- Pengamatan margin: apakah tepi koloni berbentuk bulat, utuh, berfilamen dan bergelombang

#### **2.1.2.2 Morfologi mikroskopis**

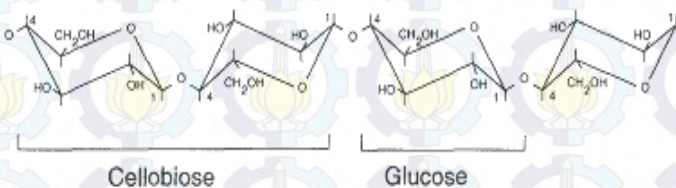
Menurut Nurhariyati (2004), pengamatan mikroskopis dapat dilakukan dengan cara mengamati khamir di bawah mikroskop dengan pembesaran 400 kali dan dengan diberi zat

warna lactofenol. Pengamatan pada uji mikroskopik meliputi bentuk, ukuran, dan model reproduksi vegetatifnya (*budding*).

Dijelaskan oleh Kurtzman dan Fell (1998), pengamatan morfologi mikroskopis khamir dapat dilakukan dengan cara mengamati bentuk sel meliputi: elips, oval, silindris, fusiform dan glubose. Karakteristik vegetatif lain yang dapat dilihat diantaranya berupa bentuk filamen dan bentuk endospora

## 2.2 Selulosa

Selulosa adalah unsur pokok pada tanaman dan merupakan biopolimer linier dari molekul anhidroglukopiranosida pada ikatan  $\beta$ -1,4 glukosidik yang berlimpah di alam (Anindyawati, 2010). Selulosa, komponen struktural yang banyak ditemukan pada dinding sel tanaman terrestrial dan laut, juga diproduksi oleh beberapa tanaman laut dan bakteri (Linder dan Teeri, 1997). Struktur selulosa tersusun atas selobiosa dan glukosa (Gambar 2.3).



Gambar 2.3 Struktur Selulosa (Beguin *and* Aubert, 1993).

Selulosa merupakan suatu polisakarida yang mempunyai formula umum seperti pati ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub>. Sebagian besar selulosa terdapat pada dinding sel dan bagian-bagian berkayu dari tumbuhan-tumbuhan (Campbell, 2002). Smith dan Aidoo (1988), menyatakan bahwa selulosa terdapat hampir di semua material berkayu. Kandungan selulosa dalam bahan berkayu ini dapat mencapai 30-45% bahkan dapat mencapai 70-90% pada kapas.

Kandungan selulosa tersebut bervariasi tergantung dari jenis dan bagian tanaman tersebut.

Menurut Sumada *et al.* (2011), berdasarkan derajat polimerisasi (DP) dan kelarutan dalam senyawa natrium hidroksida (NaOH) 17,5%, selulosa dapat dibedakan atas tiga jenis yaitu:

1. Selulosa  $\alpha$  (Alpha Cellulose) yaitu selulosa berantai panjang, tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan DP 600-1500. Selulosa  $\alpha$  dipakai sebagai penduga dan atau penentu tingkat kemurnian selulosa.
2. Selulosa  $\beta$  (Beta Cellulose) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan DP 15-90, dapat mengendap bila dinetralkan.
3. Selulosa  $\gamma$  (Gamma Cellulose) adalah sama dengan selulosa  $\beta$ , tetapi DP nya kurang dari 15. Selain itu ada yang disebut Hemiselulosa dan Holoselulosa yaitu:
  - Hemiselulosa adalah polisakarida yang bukan selulosa, jika dihidrolisis akan menghasilkan D-manosa, D-galaktosa, D-Xylosa, L-arabinosa dan asam Uronat.
  - Holoselulosa adalah bagian dari serat yang bebas lignin, terdiri dari campuran semua selulosa dan hemiselulosa.


Molekul selulosa merupakan polimer linier yang menyebabkan selulosa bersifat kristalin dan tidak mudah larut, sehingga tidak mudah didegradasi secara kimia dan mekanis (Salle, 1984). Ikatan  $\beta$ -1,4 glukosida pada serat selulosa dapat dipecah menjadi monomer glukosa dengan cara hidrolisis asam atau enzimatis. Kesempurnaan pemecahan selulosa tergantung pada ketersediaan enzim pemecah selulosa yaitu selulase (Suparjo, 2008).

### 2.2.1 Hidrolisis Selulosa

Hidrolisis enzimatis selulolitik memiliki tujuan untuk mendekonstruksi selulosa dan polimer karbohidrat lain menjadi fermentasi gula, termasuk glukosa atau oligomer yang dapat

dikonversi lebih lanjut menjadi sebuah produk (Yang *et al.*, 2011).

Hidrolisis selulosa lengkap dengan HCl 30% dalam air, hanya menghasilkan D-glukosa. Disakarida yang terisolasi dari selulosa yang terhidrolisis sebagian adalah selobiosa, yang dapat dihidrolisis lebih lanjut menjadi D-glukosa dengan suatu katalis asam atau dengan emulsin enzim (Gambar 2.4). Selulosa sendiri tidak mempunyai karbon hemiasetal-selulosa sehingga tidak dapat mengalami mutarotasi atau dioksidasi oleh reagensia seperti Tollens (Fessenden, 1986).



```

graph LR
    A[Selulosa] --> B[Selobiosa]
    B --> C[Glukosa]
  
```

Gambar 2.4 Hidrolisis Selulosa

Hidrolisis dalam suasana asam, yang menghasilkan pemecahan ikatan glikosidik berlangsung dalam tiga tahap. Tahap pertama, proton yang bertindak sebagai katalisator asam berinteraksi cepat dengan oksigen glikosida yang menghubungkan dua unit gula (I), membentuk asam konjugat (II). Langkah ini diikuti dengan pemecahan yang lambat dari ikatan C-O, yang menghasilkan zat antara kation karbonium siklik (III). Protonasi dapat juga terjadi pada oksigen cincin (II), menghasilkan pembukaan cincin dan kation karbonium nonsiklik (III). Tidak ada kepastian ion karbonium mana yang paling mungkin terbesar pada kation siklik. Akhirnya kation karbonium mulai mengadisi molekul air dengan cepat, membentuk hasil akhir yang stabil dan melepaskan proton (Torget, 2003).

### 2.3 Aktifitas Khamir dalam Degradasi Selulosa

Khamir memiliki peranan penting dalam proses perombakan selulosa ke dalam bentuk yang lebih sederhana dan akhirnya perombakan tersebut menghasilkan beberapa asam organik atau senyawa yang lain (Tanaka *et al. dalam* Kanti, 2005).

Selulosa dapat dihidrolisis dengan asam kuat maupun dengan enzim selulase. Selain itu juga bisa dihidrolisis oleh mikroba seperti khamir. Hidrolisis sempurna akan menghasilkan glukosa dan hidrolisis tidak sempurna menghasilkan disakarida berupa selobiosa (Winarno, 1980)

Mikroorganisme yang memproduksi selulosa diluar sel sangat berperan dalam mengawali fermentasi pada buah-buahan dan sayuran dengan memecahkan polisakarida dari kulit. Akan tetapi, hanya sedikit spesies khamir yang dapat memproduksi enzim-enzim ini, seperti: *Trichosporon*, *Aureobasdim*, dan *Geotrichum* (Balía, 2004).

## **2.4 Tinjauan Umum Gula Reduksi**

Gula adalah anggota dari keluarga karbohidrat. Contohnya termasuk glukosa, fruktosa dan sukrosa. Beberapa gula dapat bertindak sebagai reduktor dan gula ini akan berisi sebuah gugus fungsional aldehyd. Hal ini dapat digunakan sebagai dasar untuk analisis gula pereduksi. Misalnya uji Fehling mengandung ion tembaga (II) yang dapat dikurangi dengan beberapa gula menjadi ion tembaga (I). Reaksi ini dapat digunakan untuk analisis kuantitatif dalam gula reduksi.

Gula reduksi merupakan karbohidrat yang memiliki kemampuan mereduksi pereaksi Fehling (Benedict) atau pereaksi Tollen. Karbohidrat yang memiliki kemampuan mereduksi tersebut adalah seluruh monosakarida. Selain monosakarida, yang termasuk gula reduksi adalah sebagian besar disakarida, antara lain maltose, selobiosa, dan laktosa. Sukrosa yang merupakan gula yang didapatkan dari jagung dan tebu adalah salah satu disakarida yang banyak terdapat di alam namun bukan termasuk gula reduksi (Morrison *et al.*, 1983)

### **2.4.1 Monosakarida**

Monosakarida merupakan karbohidrat paling sederhana. Monosakarida dibagi menjadi dua kelompok yaitu aldose dan ketosa. Ketosa adalah karbohidrat yang mengandung gugus keton,



sedangkan aldose merupakan karbohidrat dengan kandungan aldehid. Sebagian besar monosakarida yang ada di alam adalah berupa aldoheksosa dan ketopentosa (Morrison *et al.*, 1983).

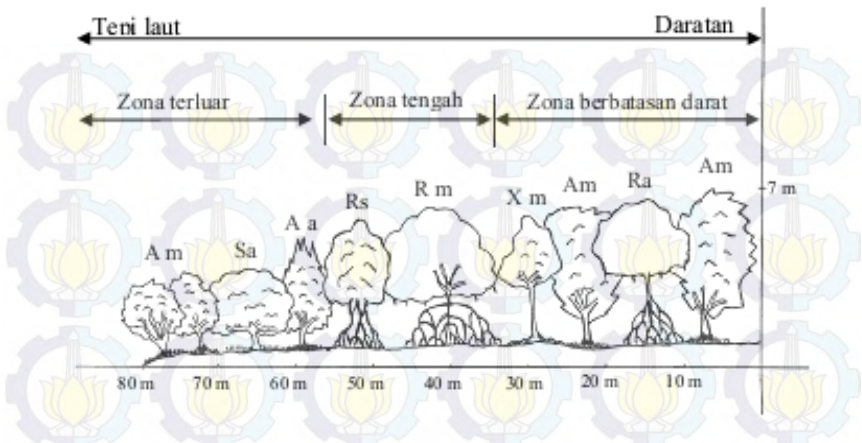
#### 2.4.2 Disakarida

Disakarida adalah karbohidrat yang tersusun atas dua monosakarida yang dihubungkan dengan ikatan glikosidik. Sukrosa dan laktosa merupakan disakarida yang paling sering dijumpai di alam. Laktosa dapat ditemukan pada susu yang dihasilkan oleh mamalia, sedangkan sukrosa dapat dijumpai oleh tanaman. Beberapa disakarida dapat dihasilkan dari proses hidrolisis polisakarida, antara lain selobiosa dan maltosa.

### 2.5 Hutan Mangrove Kenjeran

Pantai Timur Surabaya (Pamurbaya) merupakan daerah lahan basah yang memiliki keanekaragaman ekosistem, baik ekosistem pasir, ekosistem rawa payau dan ekosistem mangrove dengan luas mencapai 3.129 ha pada tahun 1998 (Adiwijaya, 2003). Kawasan Pamurbaya terletak pada koordinat  $7^{\circ} 15' 19,60''$  LS -  $7^{\circ} 17' 13,25''$  LS dan  $112^{\circ} 48' 35,69''$  BT -  $112^{\circ} 48' 40,72''$  BT dan luasnya mencapai + 2.503,9 Ha. Pamurbaya terletak di bagian timur kota Surabaya dan berbatasan langsung dengan Selat Madura, diantaranya adalah kecamatan Kenjeran kelurahan Tambak wedi (BLH Surabaya, 2012).

Pola zonasi mangrove yang terdapat pada wilayah Kenjeran meliputi dari garis pantai ke daratan berturut-turut adalah *Avicennia marina*, *Sonneratia alba*, dan *A. alba* untuk zona terluar. *Rhizophora stylosa* dan *R. mucronata* untuk zona tengah (Gambar 2.5). *Xylocarpus molucensis* dan *R. apiculata* untuk zona yang berbatasan dengan darat (Susanto *et al.*, 2011)



Gambar 2.5 Pola Zonasi Mangrove di Kenjeran (Susanto *et al.*, 2011)

Keterangan gambar: Am: *Avicennia marina*; Sa: *Sonneratia alba*; Aa: *Avicennia alba*; Xm: *Xylocarpus molucensis*; Rm: *Rhizophora mucronata*; Rs: *Rhizophora stylosa*; Ra: *Rhizophora apiculata*

## **BAB IV**

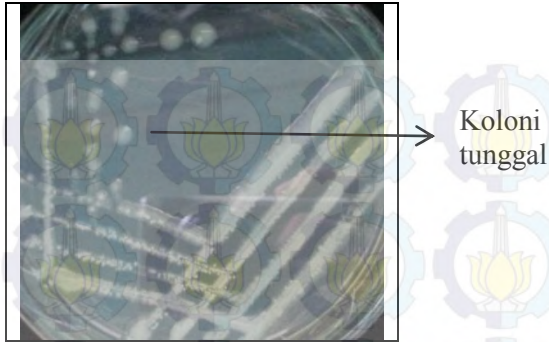
### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Isolasi dan Karakterisasi Khamir dari Kawasan Pantai Kenjeran Surabaya**

Khamir diisolasi dari tanah rhizosphere kawasan mangrove pantai Kenjeran di sekitar jembatan Suramadu sisi Surabaya dengan diwakili lima titik lokasi pengambilan sampel, yaitu K1 (S 07°12.515' dan E 112°46.577'), K2 ( E 07°12.507' dan E 112°40.586'), K3 (S 07°12.477' dan E 112°46.524'), K4 (S 07°12.477' dan E 112°46.540), dan K5 (S 07°12.423' dan E 112°46.503'). Metode pengambilan sampel tanah dilakukan pada kedalaman 0-10 cm dari permukaan tanah secara komposit, yaitu pada lima titik secara acak pada satu pohon kemudian dicampur agar homogen. Hasil isolasi dan karakterisasi dari sampel tanah didapatkan 7 isolat khamir dengan kode: K 1.2, K 2.2, K 2.3, K 2.4, K 3.2, K 4.2, dan K 5.2. Hasil dari isolat terbaik yang telah dimurnikan akan diidentifikasi dan dilakukan uji potensi dalam mendegradasi selulosa.

##### **4.1.1 Karakteristik makroskopis**

Pengamatan karakteristik makroskopis dilakukan pada bentukan koloni tunggal (Gambar 4.1), agar didapatkan kemungkinan bahwa koloni yang tumbuh berasal dari satu genus khamir. Hasil karakter makroskopis tiap isolat ditunjukkan pada tabel 4.1.



Gambar 4.1 Hasil Purifikasi Isolat K 2.3 dengan Metode 16 Gores

Tabel 4.1 Hasil Karakterisasi Makroskopis Isolat Khamir

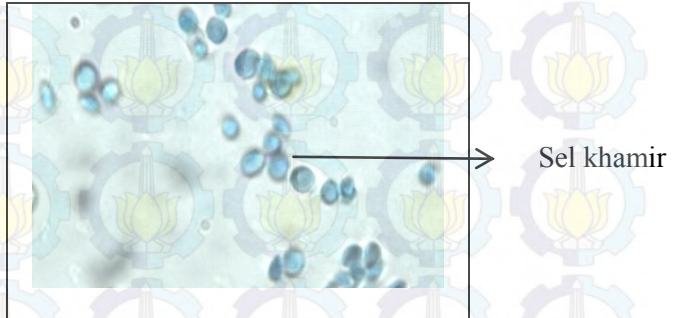
Kode	Bentuk	Tekstur	Warna	Elevasi	Tepi
K 1.2	sirkuler	lembek	krem	<i>convex</i>	<i>entire</i>
K 2.2	<i>irregular</i>	lembek	krem	<i>raised</i>	<i>undulate</i>
K 2.3	sirkuler	lembek	krem	<i>convex</i>	<i>entire</i>
K 2.4	sirkuler	lembek	krem	<i>convex</i>	<i>entire</i>
K 3.2	<i>irregular</i>	lembek	krem	<i>raised</i>	<i>undulate</i>
K 4.2	sirkuler	lembek	krem	<i>convex</i>	<i>undulate</i>
K 5.2	sirkuler	lembek	krem	<i>convex</i>	<i>entire</i>

Berdasarkan dari Tabel 4.1 tampak bahwa bentuk koloni dari 7 isolat memiliki ciri morfologi yang berbeda, yaitu terdapat bentuk sirkuler dan *irregular*. Karakter makroskopis isolat khamir juga tampak bervariasi dalam hal elevasi dan tepian. Akan tetapi memiliki tekstur dan warna yang sama. Isolat dengan kode K 1.2, K 2.3, K 2.4, dan K 5.2 memiliki karakteristik yang sama, yaitu berbentuk sirkuler, bertekstur lembek dan berwarna krem, dengan tipe elevasi *convex* dan tepian *entire*. Ciri makroskopis isolat-

isolat tersebut juga hampir sama dengan karakteristik dari isolat dengan kode K 4.2, hanya saja terdapat perbedaan pada bentuk tepi yaitu *undulate*. Isolat dengan kode K 2.2 dan K 3.2 memiliki karakteristik yang sama, yaitu memiliki bentuk *irregular*, bertekstur lembek, berwarna krem, dengan elevasi *raised* dan tepi *undulate*.

#### 4.1.2 Karakteristik mikroskopis

Pengamatan karakteristik mikroskopis khamir dilakukan dengan pewarnaan laktofenol dan diamati pada mikroskop dengan perbesaran 400x. Metode pewarnaan ini merupakan metode khusus untuk pewarnaan mikroorganisme jenis fungi (Harley dan Prescott, 2002). Jika bentuk sel sudah seragam maka isolat dinyatakan sebagai isolat murni. Media *Yeast Malt Extract Agar* (YMEA) biasa digunakan dalam memudahkan pengamatan morfologi sel dan tipe reproduksi khamir (van-Rij, 1987). Hasil pengamatan karakteristik mikroskopis ditunjukkan pada Gambar 4.2 dan Tabel 4.2



Gambar 4.2 Pengamatan Mikroskopis Isolat K 4.2 dengan Pewarnaan Laktofenol

Tabel 4.2 Hasil Karakterisasi Mikroskopis Isolat Khamir

Kode	Bentuk sel	Ukuran (mm)	Budding	Pseu/hifa
K 1.2	Bulat	2,6 x 2,1	Multilateral	-
K 2.2	Bulat, oval panjang, silinder	3,1 x 3,0	-	Pseudohifa
K 2.3	Bulat	2,8 x 2,6	Multilateral	-
K 2.4	Oval, silinder	2,4 x 2,1	Multilateral	-
K 3.2	Bulat	2,1 x 2,1	Multilateral	-
K 4.2	Bulat, oval pendek	3,1 x 2,6	Multilateral	-
K 5.2	Bulat, oval	2,4 x 2,4	Multilateral	Pseudohifa

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa purifikasi yang telah dikerjakan berhasil dikarenakan terdapat persamaan karakteristik pada sel-sel dalam satu isolat. Berdasarkan pada tabel 4.2 diketahui bahwa bentuk sel beragam, terdiri dari bulat, oval dan silinder. Hal ini sesuai dengan penjelasan menurut Fardiaz (1992) bahwa bentuk sel khamir bermacam-macam yaitu bulat, oval, silinder atau batang, segitiga melengkung, berbentuk botol, bentuk apikulat atau lemon, membentuk pseudomiselium dan sebagainya. Sama halnya dengan bentuk sel, ukuran sel juga bervariasi yaitu pada kisaran 2,1 x 3,1 mm. Reproduksi aseksual *multilateral budding* secara keseluruhan terbentuk dari masing-masing isolat yaitu pada kode isolat K 1.2, K 2.3, K 4.2, dan K 5.2. Pada umumnya, khamir baik dari kelompok *ascomycetes yeast* maupun *basidiomycetes yeast* ditandai dengan tumbuhnya *budding* dan *fission* sebagai sarana utama reproduksi vegetatif (Kurtzman dan Fell, 1998). Hanya terdapat dua isolat yang

membentuk pseudohifa, yaitu pada isolat dengan kode K 2.2 dan K 5.2 yang membentuk pseudohifa.

#### 4.1.3 Ciri fisiologis dan biokimia

Hasil uji fisiologis dan biokimia ke-7 isolat khamir ditunjukkan pada Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Hasil Uji Fisiologis dan Biokimia Isolat Khamir

kode	Uji Askospora	Uji Pertumbuhan	Uji Urease	Uji Fermentasi Gula
K 1.2	-	berwarna bening dan terdapat sedimen	-	-
K 2.2	blastospora	membentuk pelikel dan sedimen	+	-
K 2.3	-	membentuk pelikel dan sedimen	-	-
K 2.4	-	membentuk pelikel dan sedimen	-	-
K 3.2	-	membentuk pelikel dan sedimen	-	-
K 4.2	-	berwarna bening dan terdapat sedimen	-	-
K 5.2	blastospora	membentuk pelikel dan sedimen	+	-

Berdasarkan Tabel 4.3 hasil uji fisiologis dan biokimia didapatkan hampir semua uji urease menunjukkan hasil negatif (-), kecuali pada isolat dengan kode K 2.2 dan K 5.2 menghasilkan hasil positif (+). Khamir berbeda kemampuannya dalam

menghidrolisis urea konsentrasi tinggi menjadi amoniak dalam media lengkap yang mengandung pepton sebagai sumber nitrogen (Kurtzman dan Fell, 1998). Sedangkan, hasil uji fermentasi glukosa pada keseluruhan isolat khamir menghasilkan hasil negatif (-). Uji pertumbuhan masing-masing isolat hampir keseluruhan terdapat sedimen dan pelikel, kecuali pada isolat dengan kode K 1.2 dan K 4.2 tidak ditemukan adanya pelikel dan hanya terdapat sedimen saja. Khamir oksidatif tumbuh membentuk lapisan (film) atau pelikel pada kultur cair, sedangkan khamir fermentatif biasanya tumbuh di seluruh cairan (Nurhariyati *et al.*, 2004).

Menurut Nurhariyati (2004), jika khamir memiliki askospora, maka dengan pewarnaan tersebut askospora akan berwarna hijau dan sel vegetatif berwarna merah. Hal ini sesuai dengan hasil yang didapatkan. Dari tabel hasil uji fisiologis dan biokimia diketahui bahwa isolat-isolat tersebut tidak dijumpai adanya askospora, hanya tampak sel vegetatif dengan ciri berwarna merah. Sedangkan, pada isolat dengan kode K 2.2 dan K 5.2 diduga terdapat blastospora.

## **4.2 Identifikasi Khamir Hingga Tingkat Genus**

Berdasarkan buku identifikasi “*The Yeast a Taxonomic Study*” oleh Kurtzman dan Fell (1998) serta uji pada “*RapID YEAST Plus*”, identifikasi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa ke-7 (K 1.2, K 2.2, K 2.3, K 2.4, K 3.2, K 4.2, dan K 5.2) isolat khamir tersebut secara berturut-turut diduga berasal dari genus: *Rhodotorula*, *Candida*, *Candida*, *Candida*, *Candida*, *Rhodotorula*, dan *Candida*. Genus tersebut diketahui berasal dari kelompok *Ascomycetes yeast (Candida)* dan dari kelompok *Basidiomycetes yeast (Rhodotorula)*.

### **4.2.1 Karakter *Ascomycetes yeast***

Khamir merupakan kelompok polifiletik dari *ascomycetes* dan *basidiomycetes* (Kurtzman dan Fell, 1998). Kelompok *Ascomycetes yeast* menghasilkan bermacam-macam bentuk

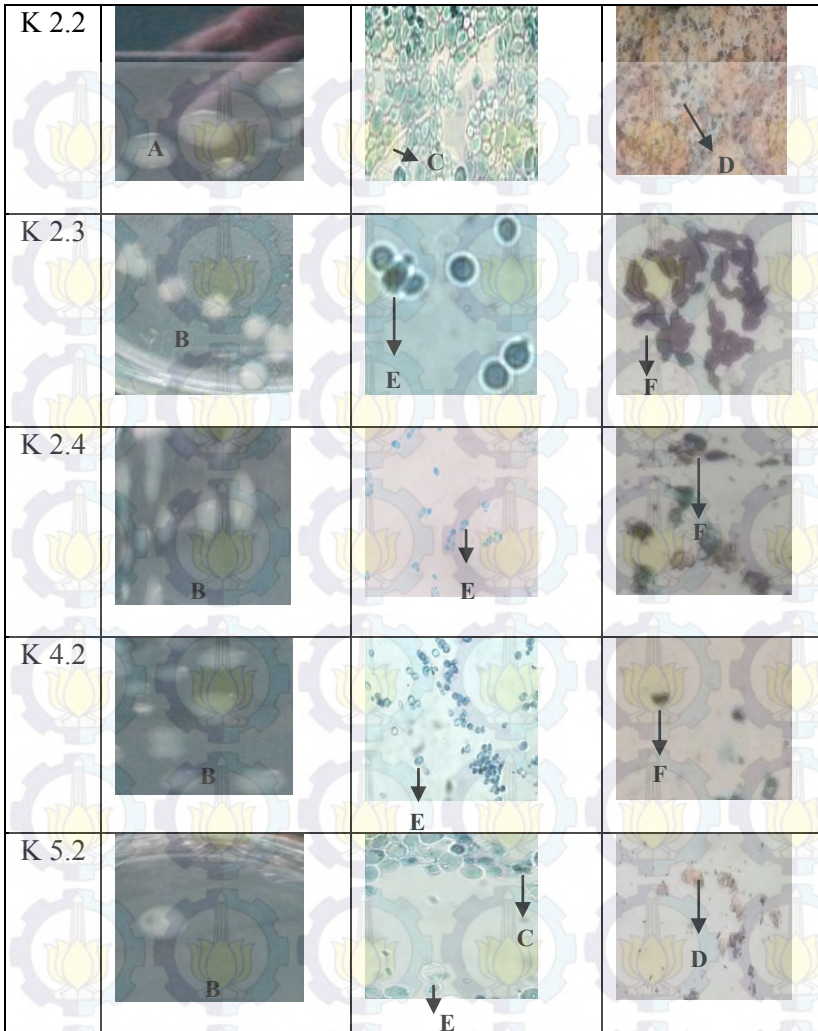


askospora melalui pembelahan meiosis (*reduction division*) inti sel diploid di dalam askus yang tidak diselubungi tubuh buah (*ascocarp*) yang kompleks (Phaff, 2001).

#### 4.2.1.1 Genus *Candida*


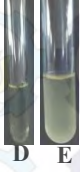



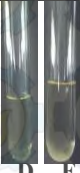



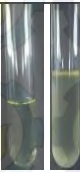
*Candida* merupakan kelompok dominan yang ditemukan pada tanah (Kanti, 2005). Genus *Candida* termasuk dalam kelompok *anamorphic genera*, reproduksi vegetatif, dan memiliki tipe *budding* multilateral, serta tidak membentuk ballistospora, arthospora, dan teliospora (Kurtzman dan Fell, 1998). Berdasarkan dari pengamatan secara makroskopis, mikroskopis, dan uji fisiologis, didapatkan beberapa isolat yang diduga berasal dari genus *Candida*, yaitu isolat dengan kode K 2.2, K 2.3, K 2.4, K 4.2, dan K 5.2 dengan karakteristik yang ditunjukkan pada gambar berikut ini.





Gambar 4.3 Karakteristik Genus *Candida*

Keterangan: (A) koloni berbentuk irregular (B) koloni berbentuk sirkuler (C) pseudohifa (D) blastospora (E) multilateral budding (F) sel vegetative berwarna merah

Kode	Uji Urease	Uji Fermentasi Glukosa
K 2.2	 A B	 D E
K 2.3	 A C	 D F
K 2.4	 A C	 D F
K 4.2	 A C	 D F
K 5.2	 A B	 D E

Gambar 4.4 Uji Fisiologi dan Biokimia Genus *Candida*

Keterangan: (A) uji urease kontrol berwarna kuning (B) uji urease (+) berwarna merah (C) uji urease (-) berwarna kuning (D) uji fermentasi glukosa kontrol berwarna hijau (E) uji fermentasi glukosa (+) berwarna kuning (F) uji fermentasi glukosa (-) berwarna hijau

Berdasarkan Gambar 4.3 dan 4.4 dapat diketahui bahwa isolat dengan kode K 2.2 K 2.3, K 2.4, K 4.2 dan K 5.2 memiliki karakteristik yang hampir sama. Genus *Candida* tidak memiliki pigmen karatenoid sehingga berwarna putih dan krem. Genus ini seringkali membentuk pseudohifa dengan blastopora yang muncul di persimpangan sel pseudohifal yang saling berdekatan. Kebanyakan spesies dari genus *Candida* selalu membentuk pseudohifa maupun hifa (van-Rij, 1987; Kurtzman dan Fell, 1998). Hal ini sesuai dengan karakteristik yang ditemukan pada masing-masing isolat yaitu, bentuk koloni masing-masing isolat berbentuk sirkuler dan terdapat satu isolat berbentuk *irregular*, dengan warna koloni putih krem dan bertekstur lembek, ditemukan blastospora dan pseudohifa pada isolat dengan kode K 2.2 dan K 5.2. Pada umumnya, genus *Candida* memiliki bentuk sel globuse, ellips atau silindris, terkadang juga berbentuk ogival, triangular dan lunate (Kurtzman dan Fell, 1998), hal ini sesuai dengan hasil karakteristik mikroskopis dari kelima kode isolat tersebut yaitu bentuk sel terdiri dari bulat, oval, dan silinder. Reproduksi vegetatif dengan multilateral budding, tidak ditemukan adanya askospora dan hanya ditemukan sel vegetatif. Pada uji pertumbuhan menggunakan *Yeast Malt Broth* (YMB) membentuk pelikel dan terdapat sedimen. Hasil uji urease ditemukan positif (+) pada isolat dengan kode K 2.2 dan K 5.2, sedangkan sisa isolat yang lain negatif (-). Hampir semua *Candida* tidak menghasilkan urease, membentuk pelikel dipermukaan media dan sedimen berwarna putih (Nurhariyati, 2004). Begitu pula pada hasil uji fermentasi glukosa juga menunjukkan hasil positif pada isolat dengan kode K 2.2 dan K 5.2. Hal ini didukung oleh Kurtzman dan Fell (1998) yang menyatakan bahwa beberapa spesies mampu memfermentasikan gula dan beberapa lainnya tidak.

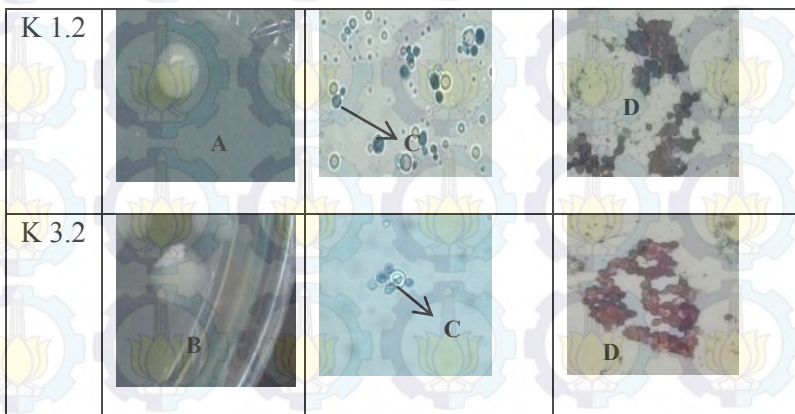
#### **4.2.2 Karakter *Basidiomycetes yeast***

Kelompok *Basidiomycetes yeast* terdiri dari *haplophase budding*, sebuah fase hifa dikariotik, atau *self-sporulating*

*diplophase*. Reproduksi seksual dari *Basidiomycetes yeast* terdiri dari heterotalik dan homotalik (Kurtzman dan Fell, 1998). *Basidiomycetes yeast* berdasarkan ada atau tidaknya pembentukan spora seksual seperti ballistospora, teliospora, dan berdasarkan fase hidupnya, dikelompokkan menjadi *anamorphic yeast* dan *teleomorphic yeast* (van-Rij, 1987)

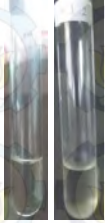


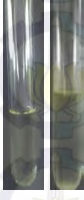
#### 4.2.2.1 Genus *Rhodotorula*

Kelompok *Basidiomycetes yeast* yang diduga telah terisolasi dari kawasan mangrove pantai Kenjeran Surabaya adalah genus *Rhodotorula*. Isolat yang diduga berasal dari genus *Rhodotorula* adalah isolat dengan kode K 1.2 dan K 3.2 dengan karakteristik yang ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 4.5 Karakteristik Genus *Rhodotorula*

Keterangan: (A) koloni berbentuk sirkuler (B) koloni berbentuk irregular (C) multilateral budding (D) sel vegetative berwarna merah

Kode	Uji Urease	Uji Fermentasi Glukosa
K 1.2	 A B	 C D
K 3.2	 A B	 C D

Gambar 4.6 Uji Fisiologis dan Biokimia Genus *Rhodotorula*

Keterangan: (A) uji urease kontrol berwarna kuning (B) uji urease (-) berwarna kuning (C) uji fermentasi glukosa kontrol berwarna hijau (D) uji fermentasi glukosa (-) berwarna hijau

Berdasarkan dari Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 diketahui bahwa isolat dengan kode K 1.2 dan K 3.2 memiliki persamaan karakteristik. Koloni berbentuk sirkuler dan irregular dengan warna putih krem, memiliki tekstur yang lembek, bentuk sel bulat dan pada kedua kode isolat tersebut tidak ditemukan adanya pseudohifa atau hifa, memiliki multilateral budding. Pada kode isolat K 1.2 terbentuk askospora yang ditandai dengan gambar berwarna hijau sedangkan pada kode isolat K 3.2 hanya ditemukan sel vegetatif yang berwarna merah. Pada uji pertumbuhan menggunakan media *Yeast Malt Broth* (YMB) di kedua isolat terdapat sedimen, sedangkan terbentuknya pelikel hanya pada isolat dengan kode K 3.2. Hasil uji urease dan

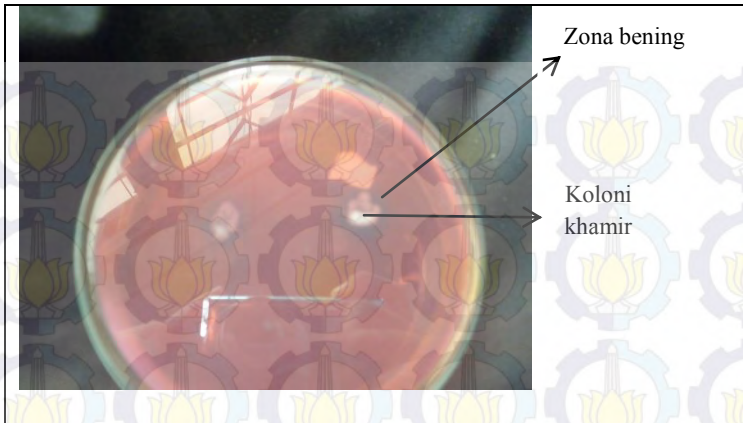
fermentasi glukosa pada kedua kode isolat menunjukkan hasil negatif.

*Rhodotorula* merupakan salah satu khamir yang dapat menghasilkan pigmen karotenoid. Kutty dan Phillip (2008) menjelaskan bahwa genus *Rhodotorula* merupakan khamir yang hidup alami pada wilayah laut dan tersebar secara luas pada air laut maupun sedimen di daerah pesisir. *Rhodotorula* merupakan khamir oksidatif yang banyak ditemukan dikawasan estuari. Selain itu, *Rhodotorula* diketahui termasuk kelompok khamir yang memproduksi protease ekstraseluler (Balía, 2004).

### **4.3 Uji Potensi dalam Mendegradasi Selulosa**

#### **4.3.1 Uji potensi dalam mendegradasi selulosa secara kualitatif dengan pengukuran indeks hidrolisis selulosa**

Uji potensi khamir dalam mendegradasi selulosa berkaitan dengan kemampuannya dalam mensekresi enzim selulase. Hidrolisis enzimatik selulolitik memiliki tujuan untuk mendekonstruksi selulosa dan polimer karbohidrat lain menjadi fermentasi gula (Yang *et al.*, 2011). Uji enzim selulase dilakukan dengan mengkultur isolat khamir kedalam medium mengandung *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) (Pointing, 1999). Senyawa CMC merupakan turunan selulosa yang mudah larut dalam air. Oleh karena itu, CMC lebih mudah dihidrolisis oleh selulase menjadi gula yang lebih sederhana (Widayani, 2006). Pengamatan aktivitas enzim selulase berdasarkan terbentuknya zona bening pada medium yang telah ditambahkan *congo red* 0,1% dengan tujuan untuk memperjelas terbentuknya zona bening. Zona bening yang tidak terwarnai oleh *congo red* menandakan bahwa selulosa telah terhidrolisis oleh enzim selulase sehingga tampak berwarna kekuningan atau berwarna bening, sedangkan bagian medium yang tidak terhidrolisis akan berkaitan dengan *congo red* membentuk warna merah (Pointing, 1999). Gambar 4.7 menunjukkan hasil uji selulolitik isolat khamir

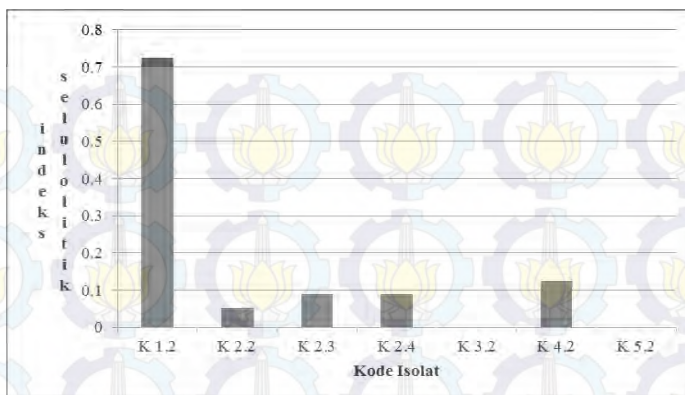


Gambar 4.7 Hasil Uji Selulolitik Isolat K 1.2

Keterangan: uji dilakukan dalam media yang mengandung CMC setelah inkubasi selama  $\pm 10$  hari tampak adanya zona bening yang terbentuk disekitar koloni

Isolat khamir mampu membentuk zona bening pada selulosa karena sumber selulosa yang dipakai adalah CMC. CMC adalah selulosa murni yang dapat larut atau selulosa amorf yang lebih mudah terhidrolisis dibandingkan dengan struktur kristalin (tidak larut) yang diambil dari alam yang masih berikatan dengan lignin dan hemiselulosa. Pembentukan zona bening menunjukkan bahwa CMC didalam media telah dihidrolisis oleh enzim selulase menjadi senyawa sederhana yaitu selobiose yang kemudian disederhanakan lagi menjadi molekul glukosa (Perez *et al.*, 2002). Dari keseluruhan isolat yang telah diuji potensi selulolitik 5 isolat dengan kode K 1.2, K 2.2, K 2.3, K 2.4 dan K 4.2 membentuk zona bening dengan diameter yang berbeda-beda, setelah dilakukan perhitungan indeks selulolitik didapatkan isolat terbaik pada kode K 1.2. Gambar 4.8 menunjukkan grafik perhitungan indeks selulolitik.





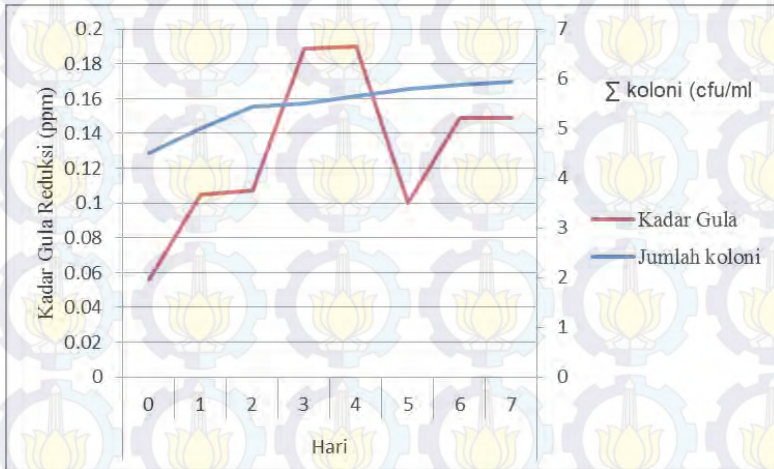
Gambar 4.8 Perhitungan Indeks Selulolitik

Isolat terbaik dari uji ini akan dilakukan uji lanjutan berupa uji potensi secara kuantitatif.

#### 4.3.2 Uji potensi mendegradasi selulosa secara kuantitatif dengan pengukuran kadar gula reduksi

Gula reduksi adalah gula yang mempunyai kemampuan untuk mereduksi. Sifat mereduksi ini disebabkan adanya gugus hidroksi yang bebas dan reaktif (Lehninger, 1997). Pengukuran kadar gula reduksi secara kuantitatif banyak dilakukan dengan menggunakan pereaksi DNS (dinitrosalisilat) (Maturindo, 2014). DNS merupakan senyawa aromatis yang akan bereaksi dengan gula reduksi maupun komponen pereduksi lain untuk membentuk 3-amino-5-nitrosalicylic acid, suatu senyawa yang mampu menyerap dengan kuat elektromagnetik pada 540 nm. Reaksi DNS yang terjadi merupakan reaksi redoks pada gugus aldehyd gula dan teroksidasi menjadi gugus karboksil (Lehninger, 1997). Senyawa ini dapat dideteksi dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm (Maturindo, 2014). Penentuan kadar gula reduksi didapatkan dengan pembuatan kurva standar lebih dahulu untuk memperoleh persamaan garis antara konsentrasi dan absorbansi. Dengan mensubstitusi nilai absorbansi sampel ke persamaan tersebut dan diplotkan ke kurva standar, akan

diperoleh hasil kadar gula reduksi pada sampel. Hasil uji secara kuantitatif ini dapat dilihat pada gambar 4.9 berikut ini.

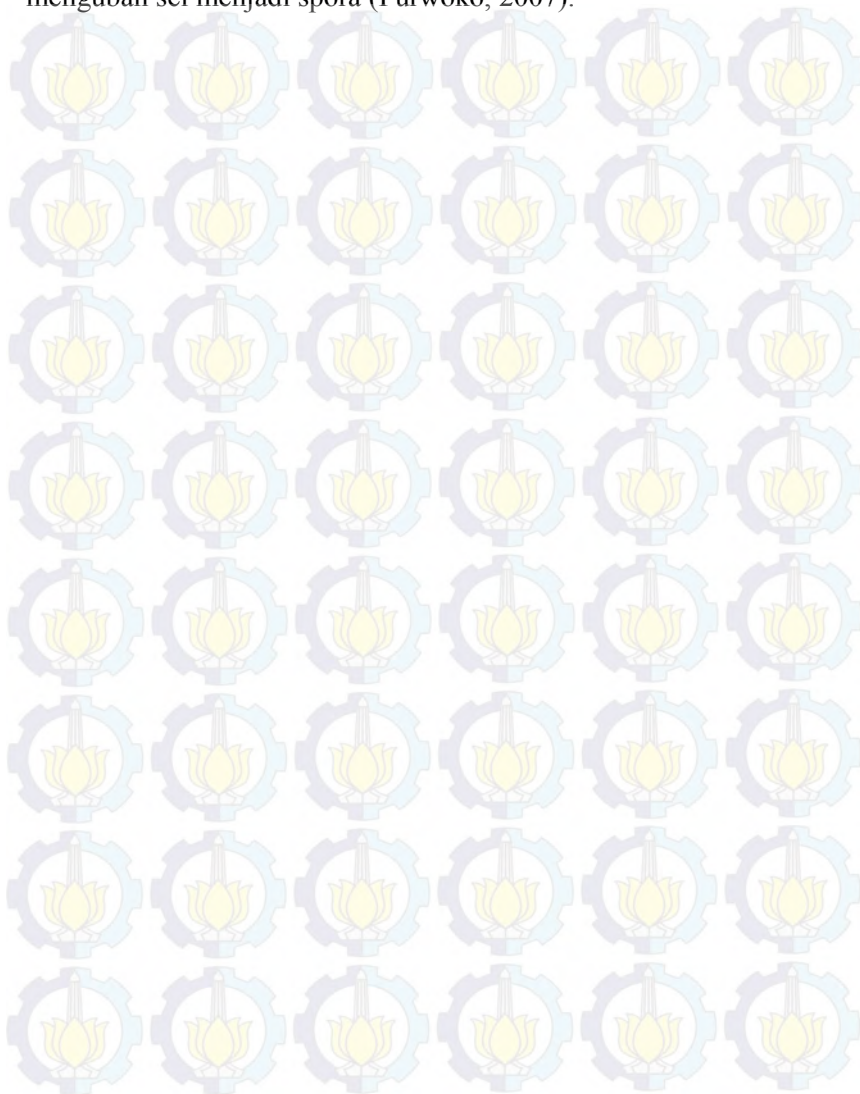


Gambar 4.9 Nilai Indeks Kadar Gula Reduksi Isolat K 1.2

Berdasarkan Gambar 4.9 diketahui bahwa fase yang mendominasi kurva pertumbuhan adalah fase *lag*, fase ini mulai terjadi setelah inokulum khamir dimasukkan kedalam medium uji kuantitatif. Selama fase ini jumlah individu tetap, relatif konstan dan meningkat perlahan-lahan. Peningkatan secara eksponensial akan terjadi pada fase ini ketika inokulum yang ditambahkan ke dalam media kultur berada pada kondisi yang sesuai, ketika kondisi media memungkinkan pertumbuhan yang seimbang, populasi mencapai kondisi optimal di mana semua variabel intensif tetap stabil (Fishov *et al.*, 1995). Hal ini sesuai pada grafik pada hari ke-0 hingga hari ke-4, dengan adanya kenaikan yang ditunjukkan oleh garis berwarna merah pada gambar, yaitu produksi gula reduksi meningkat seiring dengan peningkatan jumlah koloni yang ditunjukkan oleh garis berwarna biru. Secara alami, kelompok khamir mampu menggunakan sumber karbon

seperti polyol, alkohol, asam organik dan asam amino yang dapat mendukung pertumbuhan mereka, akan tetapi khamir lebih dominan dalam metabolisme gula (Rodrigues *et al.*, 2005). Enzim selulase diproduksi oleh mikroba selulolitik dari golongan khamir. Enzim ini mampu memecah komponen CMC menjadi glukosa. CMC merupakan senyawa turunan selulosa. *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC) merupakan kopolimer dua unit  $\beta$ -D glukosa dan  $\beta$ -D -glukopiranososa 2-O- (karboksilmetil)-garam monosodium yang terikat melalui ikatan  $\beta$ -1,4-glikosidik. CMC memiliki kelarutan lebih tinggi daripada selulosa, sehingga mudah dihidrolisis (Masfufatun,2009). Enzim selulase bekerja dengan memutus ikatan  $\beta$ -1,4-glikosida pada rantai selulosa hingga menghasilkan monomer glukosa. Di dalam hidrolisat CMC selain glukosa juga terdapat senyawa lain seperti selobiosa, selotriosa, selotetosa dan lain lain (Sreenath, 2002). Kondisi lingkungan yang memiliki dampak pada fisiologi metabolisme khamir adalah ketersediaan komposisi gula dari media dan oksigen. Setelah penyerapan glukosa, glukosa intraseluler dapat digunakan dalam proses metabolisme untuk menghasilkan ATP (van Dijken *et al.*, 1993). Berdasarkan Gambar 4.9 terlihat bahwa pada hari ke-5 terjadi penurunan, hal ini mungkin terjadi akibat gula telah dikonsumsi akan tetapi produksi gula menurun atau sudah tidak diproduksi kembali. Fase *lag* menurut kriteria kepadatan sel ditandai dengan berhenti atau sedikit peningkatan konsentrasi mikroorganisme yang berkembang (Baranyi dan Roberts, 1994). Pada hari ke-6 dan ke-7 terlihat pada gambar bahwa masih terdapat aktivitas yang terjadi, hal ini dapat terjadi karena sel khamir yang hidup tetap melakukan aktivitas enzimatik, terbukti pada garis berwarna merah yang mengalami peningkatan kembali. Saat kekurangan zat nutrisi, sel kemungkinan mempunyai komposisi yang berbeda, pada kondisi seperti ini sel-sel lebih tahan terhadap keadaan ekstrim seperti panas, dingin, radiasi, dan bahan-bahan kimia (Purwoko,2007).

Beberapa mikroorganisme bahkan mampu bertahan dengan mengubah sel menjadi spora (Purwoko, 2007).



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

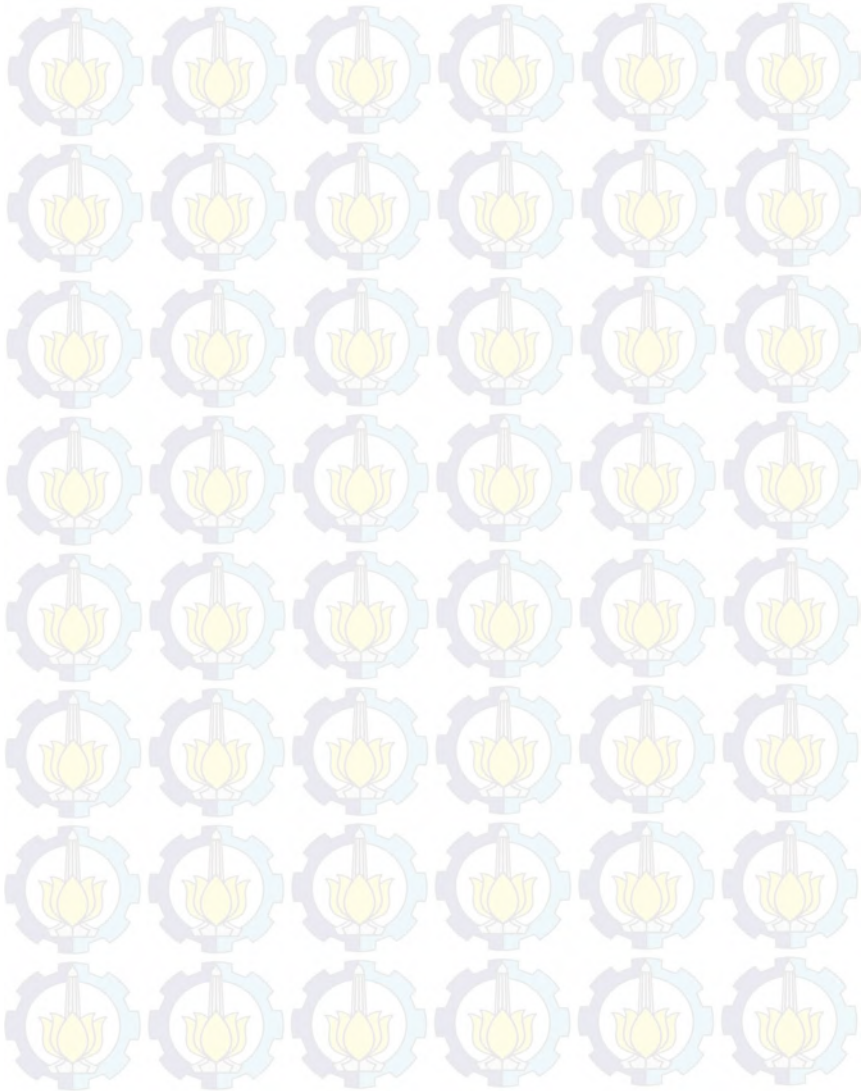
#### **5.1 Kesimpulan**

1. Berdasarkan dari uji potensi selulolitik didapatkan nilai indeks selulolitik tertinggi dicapai oleh isolat K 1.2 dengan nilai sebesar 0,725.
2. Kadar gula reduksi tertinggi dicapai oleh isolat dengan kode K 1.2 dengan nilai sebesar 0,190 ppm pada hari ketiga.
3. Genus khamir yang berpotensi dalam mendegradasi selulosa diduga berasal dari genus *Rhodotorula*.

#### **5.2 Saran**

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait identifikasi khamir dengan melihat karakteristik genotipiknya
2. Perlu dilakukan penelitian terkait optimasi faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi kecepatan degradasi oleh khamir yang berasal dari kawasan mangrove pantai Kenjeran, Surabaya

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



## DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran 1:	Skema Kerja Penelitian.....	51
Lampiran 2:	Skema Kerja Penelitian.....	52
Lampiran 3:	Tabel dan Kurva Perhitungan Konsentrasi OD.....	53
Lampiran 4:	Perhitungan Jumlah Koloni.....	54
Lampiran 2:	Tabel Perhitungan Selulolitik....	55

## DAFTAR PUSTAKA

Adiwijaya, H. 2003. Kondisi Mangrove Pantai Timur Surabaya dan Dampaknya terhadap Lingkungan Hidup. **Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan** Vol.1

Anindyawati, T. 2009. Prospek Enzim dan Limbah Lignoselulosa untuk Produk Bioetanol. **BS** Vol. 44: 49-56

Araujo, F. V. dan Hangler, A. N. 2011. *Kluyveromyces Aestuarii*, A Potential Environmental Quality Indicator Yeast For Mangroves In The State Of Rio De Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Microbiology** 42: 954-958

Badan Lingkungan Hidup. 2012. **Laporan Pengendalian Pencemaran Kawasan Pesisir dan Laut Tahun 2012**. Surabaya: Pemerintah Kota Surabaya

Balia, R.L. 2004. Potensi dan Prospek Yeast (Khamir) dalam Meningkatkan Diversitas Pangan di Indonesia. **Proceeding Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar**. Bandung, 21 Februari. Bandung: Ilmu Mutu Pangan Fakultas Peternakan Universitas Padjajaran.

Barnett, J.A., dan Pankhurst, R.J. 2000. *The Yeast*. North-Holland, **Publishing Company**.

Beguin, P. dan Aubert, J. P. 1994. The Biological Degradation Of Cellulose. **FEMS Microbiology Reviews**, 13, 25-58

Board. R.G. 1983. **A Modern Introduction to Food Microbiology**. Oxford: Blackwell Scientific Publications.



Campbell, N. A., J. B. Reece, L. G. Mitchell. 2002. **Biologi Edisi Kelima – Jilid 1**. Jakarta: Erlangga

De Araujo, F.V., C.A.G. Soares, A.N. Hagler dan L.C. Mendonca. 1995. Ascomycetous Yeast Communities of Marine Invertebrates in a Southeast Brazilian Mangrove Ecosystem. **Antonie van Leeuwenhoek** 68: 91-99

Fardiaz, S. 1992. **Mikrobiologi Pangan 1**. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

Fessenden, R. J. dan J. S. Fessenden. 1986. **Kimia Organik, Jilid 2**. Diterjemahkan oleh Aloysius Hadyana Pudjaatmaka, Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga

Hadioetomo, R. S. 1985. **Mikrobiologi Dasar Dalam Praktek**. Jakarta: PT Gramedia

Harley, John P., dan M. Prescott. 2002. **Laboratory Exercise in Microbiology Fifth Edition**. New York: McGraw-Hill Companies

Jumiyati, Bintari, S.H., dan Mubarok, I. 2012. Isolasi dan Identifikasi Khamir secara Morfologi di Tanah Kebun Wisata Pendidikan Universitas Negeri Semarang. **Biosaintifika** 4 (1)

Kanti, A. 2005. **Keragaman Khamir Tanah Asal Taman Nasional Kelimutu dan Taman Wisata Alam Ruteng Nusa Tenggara Timur**. Bidang Zoologi, Pusat Penelitian – LIPI

Kristensen, E., Bouillon, S., Dittmar, T. dan Marchand, C. 2008. Organic Carbon Dynamics in Mangrove Ecosystem: A review. **Aquatic Botany**: 201-219

Kutty, S.N., dan R. Phillip. 2008. Marine Yeast – a Review. **India: Cochin University** 25: 465-483

Kutty, S. N. 2009. Marine Yeast from the Slope Sediments of Arabian Sea and Bay of Bengal. **Thesis**. India: Cochin University of Science and Technology

Kurtzman, C. P. dan J. W. Fell. 1998. **The Yeast: A Taxonomic Study**. 4<sup>th</sup> edition. Amsterdam: Elsevier

Kwon, Y.D. and Rhee, J.S. 1986. A Simple and Rapid Colorimetric Method for Determination of Free Fatty Acids for Lipase Assay. **JAOC** 63: 89-92

Lim, G., T.K. Tan and N.A. Rahim. 1987. Variations in Amylase and Protease Activities Among *Rhizopus* Isolates. **MIRCEN J.** 3: 319-322

Linder, M. and T. Teeri. 1997. The Role and Function of Cellulose Binding Domains. **Journal of Biotechnology** 57: 15-28

Lehninger, A.L. 1997. **Dasar-Dasar Biokimia**. Erlangga, Jakarta.

Lynd, L. R. 2002. Microbial Cellulose Utilization: Fundamental and Biotechnology. **Microbol. Mol. Biol. Rev** 66(3): 506-577

Masfufatun. 2009. Hidrolisis CMC dengan Enzim Selulase dari Bekicot, *Achatina fulica* untuk Produksi Etanol dengan *Zymomonas mobilis*. **Tesis**. Jurusan Teknik Kimia, ITS Surabaya

Maturindo, S. 2014. **Hidrolisis Enzimatis Limbah Tongkol Jagung oleh *Penicillium sp.* dengan Variasi pH dan Suhu**. Surabaya: Universitas Airlangga

Morrison, W.R. dan Laignelet, B. 1983. An Improved Colorimetric Procedure For Determining Apparent And Total Amylose In Cereal And Other Starches. **Journal of Cereal Science** Vol 1: 9-20

Nurhariyati, T., Ni'matuzahroh dan Surtiningsih, T. 2004. Keanekaragaman Khamir Pendegradasi Minyak Hasil Isolasi dari Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. **Berk. Panel, Hayati** : 9 (87-91)

Perez, J. 2002. Biodegradation and Biological Treatments of Cellulose, Hemicellulose and Lignin: an Overview. **Int. Microbiol** 5 : 53-63

Phaff, Herman J. 2001. **Yeast**. California: Nature Publishing Group

Pointing, S. B. 1999. Qualitative Methods for the Determination of Lignocellulolytic Enzyme Production by Tropical Fungi. **Fungal Diversity** 2: 17-33

Purwoko, T., 2007. **Fisiologi Mikrobia**. Bumi Aksara, Jakarta

Rodrigues, F., P. Ludovico, dan C. Leao. 2005. Sugar Metabolism in Yeasts: an Overview of Aerobic and Anaerobic Glucose Catabolism. **Health Science**

Roostita, L. B., G. H. Fleet, and E. Harlia. 1996. Keberadaan Yeast dalam Produk Makanan sebagai Penghantar Penyakit pada Manusia (Foodborne Yeast). **Lokakarya Nasional Keamanan Pangan Produk Peternakan**. Laboratorium Teknologi Hasil Ternak. Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran.

Rusila, N. Y., M. Khazali, dan I. N.N. Suryadiputra. 1999. **Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia**. Bogor: PHKA/WI-IP

Salle, A. J. 1984. **Fundamental Principles of Bacteriology**. New Delhi: Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd.

Satife, D.O., Rahmawati, A. dan Yazid, M. 2011. Potensi Yeast pada Pengurangan Konsentrasi Uranium dalam Limbah Organik TBP-Kerosin yang Mengandung Uranium. **Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah IX**. Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-Batan. Fakultas Teknik Universitas Sultan Agung Tirtayasa

Sinaga, R. E. 2013. Karakterisasi Enzim Selulase dan Aplikasinya pada Substrat Limbah Pertanian. **Thesis**. Bogor: Institut Pertanian Bogor

Smith, J.E. and K.E. Aidoo. 1988. Growth of Fungi on Solid Substrates in Physiology of Industrial Fungi. **Blackwell Scientific Publ**, Oxford.

Sreenath, H.K. 2002. **Hydrolysis of Carboxy Methyl Cellulose by Cellulose**. Departement of Food Science, Purdue University, Indiana

Sumada, K., P. E. Kamara, F. Alqani. Isolation Study of Efficient  $\alpha$ -Cellulose from Waste Plant Stem *Manihot Esculenta* Crantz. **Jurnal Teknik Kimia** Vol 5

Suparjo. 2008. **Degradasi Komponen Lignoselulosa oleh Kapang Pelapuk Putih**. Jajo66.wordpress.com

Susanto, A.H., Soedarti, T. dan Purnobasuki, H. 2011. Struktur Komunitas Mangrove di Sekitar Jembatan Suramadu Sisi Surabaya. **Bioscientiae** Vol 10 (1): 1-10

Sutapa. Lumpur Aktif sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair. **Jurnal Pusat Penelitian dan Pengembangan** 3 : 25-38.

Van Dijken, J. P., R. A. Weusthuis, dan J. T. Pronk. 1993. Kinetics of Growth and Sugar Consumption in Yeasts. **Kluwer Academic Publishers**.

Van-Rij, K. 1987. **The Yeast a Taxonomic Study**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V.

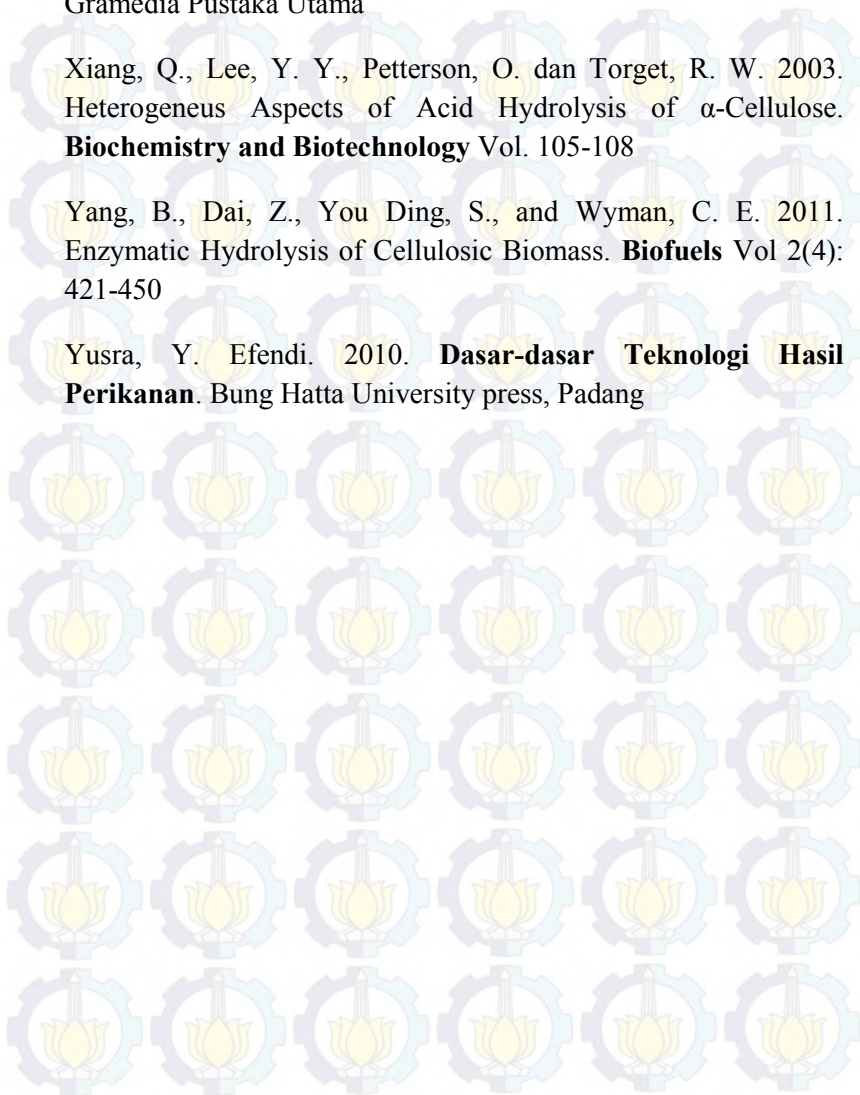
Widayani, A. 2006. Isolasi, Pengelompokan Warna, dan Optimasi Media Pertumbuhan Aktinomiset Selulolitik Asal Hutan Sulawesi Tengah. **Skripsi**. Bogor: Program Pendidikan S1 Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor

Winarno, F.G. 1980. **Kimia Pangan dan Gizi**. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama

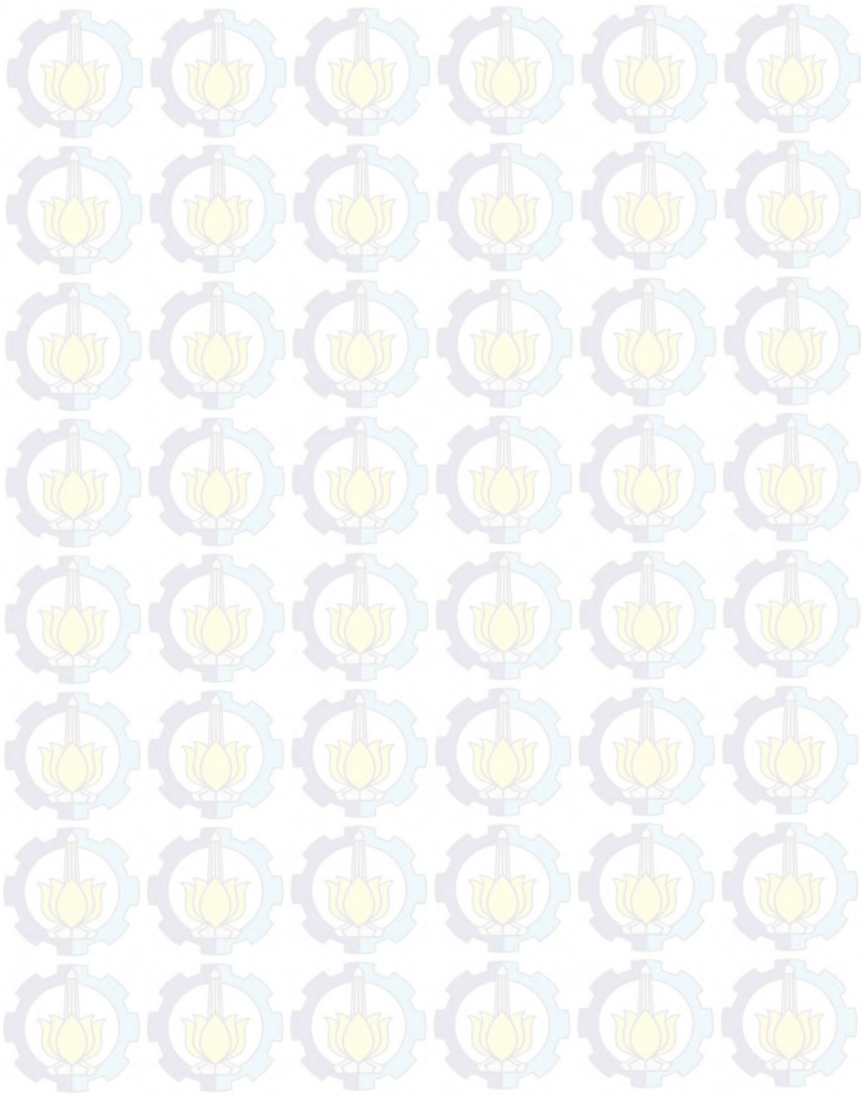
Xiang, Q., Lee, Y. Y., Petterson, O. dan Torget, R. W. 2003. Heterogeneous Aspects of Acid Hydrolysis of  $\alpha$ -Cellulose. **Biochemistry and Biotechnology** Vol. 105-108

Yang, B., Dai, Z., You Ding, S., and Wyman, C. E. 2011. Enzymatic Hydrolysis of Cellulosic Biomass. **Biofuels** Vol 2(4): 421-450

Yusra, Y. Efendi. 2010. **Dasar-dasar Teknologi Hasil Perikanan**. Bung Hatta University press, Padang



**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



## BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Tuban pada tanggal 22 Maret 1992 sebagai anak pertama dari dua bersaudara. Setelah menamatkan SMA Negeri 1 Tuban pada tahun 2010, pada tahun yang sama penulis melanjutkan pendidikan sebagai mahasiswi jurusan

Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.

Selama masa perkuliahan di ITS Surabaya, penulis tergabung dalam Departemen Media dan Hubungan Luar (Medhublu) Himpunan Mahasiswa Biologi ITS sebagai Kepala Divisi Internal. Selain aktivitas studi, penulis juga pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah fisiologi tumbuhan.

Penulis melaksanakan Kerja Praktek di PT Sari Husada Unit II Kemudo, Klaten di bawah bimbingan N.D. Kuswytasari, S.Si, M.Si dan Wahyu Setya Nugraha, S.T.P. Sebagai syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Sains, penulis melaksanakan Tugas Akhir dalam bidang Mikrobiologi yang berjudul “Uji Potensi Khamir yang Diisolasi dari Kawasan Mnagrove Pantai Kenjeran Surabaya dalam Mendegradasi Selulosa” di bawah bimbingan ibu Nurhidayatul Alami, S.Si, M.Si.