

**LAPORAN HASIL PENELITIAN
TAHUN ANGGARAN 2010/2011**



Judul Penelitian

**KAJIAN KERAGAMAN JENIS DAN LAJU PERTUMBUHAN
KAPANG PADA ACAR LIMAU KESTURI (*Citrofortunella microcarpa*)
MAKANAN MASYARAKAT MELAYU**

**Drs. Mhd. Yusuf Nasution, M.Si
Drs. Ashar Hasairin, M.Si
Drs. Tri Harsono, M.Si**

**Dibiayai Oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi,
Kementerian Pendidikan Nasional, sesuai dengan Surat Perjanjian
Hibah Penugasan Penelitian Fundamental
No: 199/SP2H/PL/Dit.Litabmas/VI/2011 Tanggal 14 April 2011**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENEGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
Nopember, 2011**

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR

1. JUDUL PENELITIAN : KAJIAN KERAGAMAN JENIS DAN LAJU PERTUMBUHAN KAPANG PADA ACAR LIMAU KESTURI (*Citrofortunella microcarpa*) MAKANAN MASYARAKAT MELAYU

2. Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap dan Gelar : Drs. Mhd. Yusuf Nasution, M.Si
b. Jabatan Struktural : Dosen Biologi Universitas Negeri Medan
c. Jurusan/Fakultas : Biologi / FMIPA
d. Pangkat/Gol. /NIP : Pembina Tk I / IV-a / 19631209 199003 1 005
e. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Medan
f. Alamat Surat : Jl. Willem Iskandar, Pasar V Medan Estate,
Medan (20221)
g. Telepon : (061) 6625970 Fax. (061) 6614002 – 6613319

3. Jumlah Peneliti

: 3 (tiga) orang

4. Lokasi Penelitian

: Laboratorium Biologi FMIPA Unimeda

5. Kerja Sama dengan Institusi lain :

a. Nama Instansi

b. Alamat

6. Masa Penelitian

: 8 (delapan) bulan

7. Biaya yang Diperlukan

: Rp 32.000.000.- (Tiga puluh dua juta rupiah).

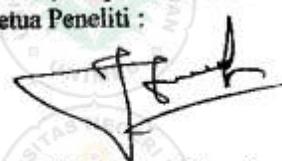
Mengetahui

Dekan FMIPA UNIMED


Prof. Drs. Mhd. Yusuf Nasution, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19590805 198601 1 001

Medan, Nopember 2011

Ketua Peneliti :


Drs. Mhd. Yusuf Nasution, M.Si
NIP. 19631209 199003 1 005

Menyetujui :

Dekan Penelitian UNIMED


Dr. Rihwan Abdul Sani, M.Si
NIP. 19640110 198803 1002

RINGKASAN

KAJIAN KERAGAMAN JENIS DAN LAJU PERTUMBUHAN KAPANG DALAM ACAR LIMAU KASTURI (*Citrofortunella microcarpa*) MAKANAN MASYARAKAT MELAYU (Mhd. Yusuf Nasution; Ashar Hasairin; Tri Harsono: 2011, 57 Halaman)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keragaman jenis, laju pertumbuhan dan jumlah koloni kapang yang tumbuh dalam Acar Limau Kasturi dengan masa penyimpanan yang berbeda.

Metode penelitian eksperimental Non Faktorial, Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 taraf perlakuan penyimpanan dan 5 ulangan. Taraf perlakuan penyimpanan yaitu: 0 minggu, 1 minggu, 2 minggu, 3 minggu, dan 4 minggu. Parameter yang diamati antara lain; keragaman jenis, laju pertumbuhan, dan jumlah koloni masing-masing jenis. Metode yang digunakan dalam isolasi kapang adalah metode dilution planting. Sampel di pindahkan ke dalam media PDA dan kemudian diinkubasi pada suhu 27°C selama 6 minggu. Analisis data yang digunakan adalah Analisis Varian Non Faktorial dan penghitungan jumlah koloni

Hasil yang diperoleh dalam Acar Limau Kasturi, terdapat 6 jenis kapang, diantaranya : *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus tamarii*, *Fusarium solani*, *Mucor mucedo*, dan *Penicillium digitatum*. Lamanya masa penyimpanan membuat laju pertumbuhan kapang semakin menurun, sementara itu keragaman jenis kapang tidak bertambah. Jumlah kapang yang banyak tumbuh adalah *Aspergillus fumigatus* dan *Penicillium digitatum*, sedangkan jumlah yang sedikit ditemukan pada kapang *Mucor mucedo* dan *Fusarium solani*. Keragaman kapang paling tinggi ditemukan pada penyimpanan 1 minggu dan paling sedikit terdapat pada perlakuan tanpa penyimpanan.

SUMMARY

STUDIES ON SPECIES DIVERSITY AND GROWTH RATE OF MOLD IN MUSK LIME PICKLE (*Citrofortunella microcarpa*) FOOD SOCIETY OF MELAYU (Mhd. Yusuf Nasution; Ashar Hasairin; Tri Harsono: 2011, 57 pages)

This research aims to study the diversity of species, growth rate and colony number of mold growth in Musk Lime Pickle in various storage time.

The research method is Non Factorial Experiment, complete random sampling (RAL) with 5 storage treatments and 5 replications. The storage treatment are : 0 week, 1 week, 2 weeks, 3 weeks, and 4 weeks. The observed parameter are : species diversity, growth rate and number of colony of each species. The method applied in mold isolation is dilution planting method. The sample moved into PDA medium and incubated on temperature 27°C during 6 weeks. The data analysis used in this study is Non Factorial Varian Analysis and calculation of colony.

The results indicated that in Musk Lime Pickle, there are 6 molds such as : *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus tamari*, *Fusarium solani*, *Mucor mucedo*, and *Penicillium digitatum*. The duration of storage decreased the growth rate of mold, and the diversity of mold is not increase. The mold that growth more is *Aspergillus fumigatus* and *Penicillium digitatum*, while the least is *Mucor mucedo* and *Fusarium solani*. The species of mold found in more number in the storage of one week and the few number without treatment.

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis ucapkan kehadiran ALLAH SWT atas Rahmat dan Karunia-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul: "KAJIAN KERAGAMAN JENIS DAN LAJU PERTUMBUHAN KAPANG DALAM ACAR LIMAU KASTURI (*Citrofortunella microcarpa*) MAKANAN MASYARAKAT MELAYU".

Pada kesempatan ini peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada Rektor, Dekan FMIPA dan Ketua Jurusan Biologi FMIPA UNIMED atas bantuan dan izinnya kepada penulis untuk melakukan penelitian ini. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada Dikti Kemendiknas Jakarta atas pemberian Hibah Penelitian Fundamental yang telah membantu peneliti dalam penyediaan dana bagi terselenggaranya penelitian ini. Ucapan terimakasih juga peneliti ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian dan penulisan laporan penelitian ini.

Peneliti menyadari dalam penulisan ini masih terdapat kekurangan, oleh karenanya kritik dan saran sangat diharapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Akhirnya penulis berharap semoga laporan hasil penelitian ini dapat bermanfaat dan menambah informasi bvgi semua pihak yng memerlukannya.

Medan, Desember 2011

Kepala Proyek Peneliti :

Drs. Mhd. Yusuf Nasution, M.Si

NIP. 19631209 199003 1 005

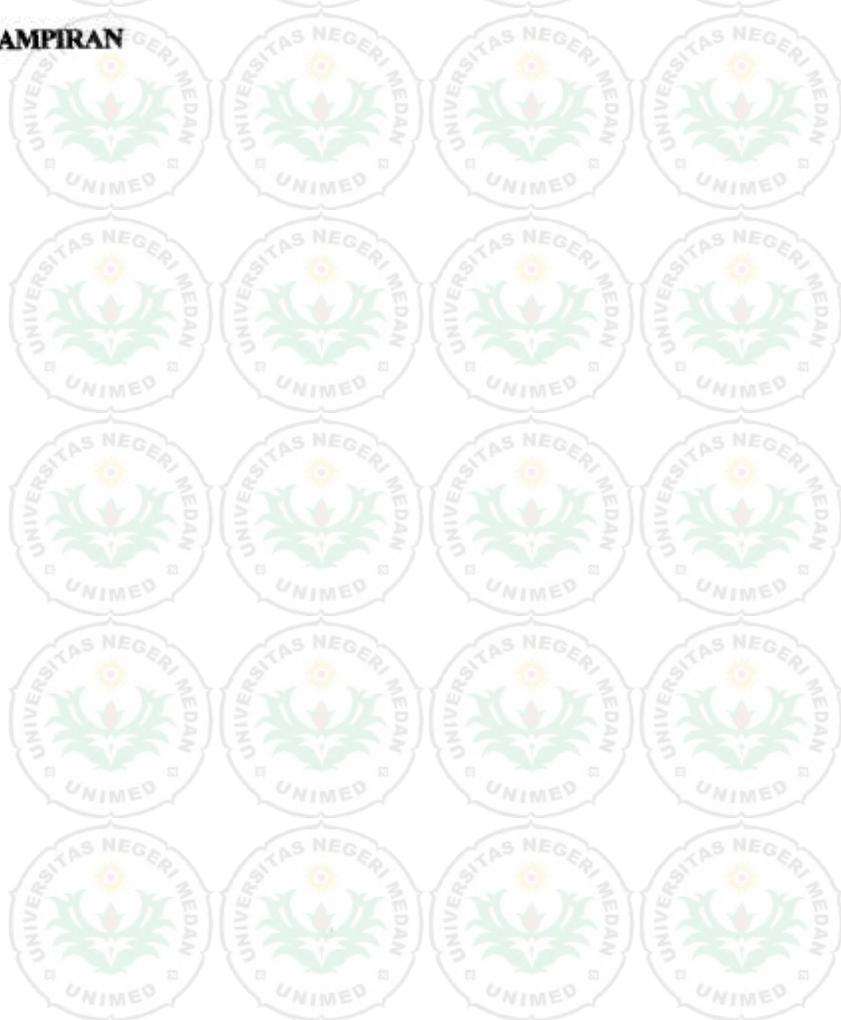
DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PENGESAHAN	i
RINGKASAN DAN SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Defenisi Acar	4
B. Jeruk Kasturi	4
C. Morfologi Kapang	5
D. Syarat Tumbuh Kapang	10
E. Pertumbuhan Kapang	12
F. Reproduksi Kapang	13
1. Reproduksi Seksual	14
2. Reproduksi Aseksual	16
G. Medium Pertumbuhan Kapang	18
1. Medium Umum	18
2. Medium Khusus	18
H. Teknik-Teknik Pengisolasian Kapang	18
1. Isolasi Kapang dari Bahan Makanan Padat	18
2. Isolasi Kapang dari Biji-bijian	19
3. Isolasi Kapang Endofit	19
4. Isolasi Kapang dari Substrat Cair	19
5. Isolasi Kapang dari Udara	19
6. Isolasi Kapang Entomofil	19
I. Mikroorganisme Pada Sayur dan Buah	19
BAB III TUJUAN PENELITIAN	25
A. Tujuan Penelitian	25
B. Kontribusi Penelitian	25
BAB IV METODE PENELITIAN	26
A. Lokasi dan Waktu Peneliti	26
B. Populasi dan Sampel	26
C. Alat dan Bahan Penelitian	26
D. Teknik Pengambilan Sampe	26
E. Rancangan Penelitian	26
F. Pengolahan dan Analisis Data	26

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	31
A. Hasil Penelitian	31
1 Keragaman Jenis Kapang	32
2. Penghitungan Jumlah Koloni masing – masing jenis kapang	32
B. Pembahasan	47
1. Pengamatan makroskopis	49
2. Pengamatan mikroskopis	49
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	52
A. Kesimpulan	52
B. Saran-saran	52
 DAFTAR PUSTAKA	53

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1. Jeruk Limau Kasturi
- Gambar 2.2. Morfologi *Alternaria sp*
- Gambar 2.3. Morfologi *Aspergillus sp*
- Gambar 2.4. Morfologi *Cladosporium sp*
- Gambar 2.5. Morfologi *Fusarium sp*
- Gambar 2.6. Morfologi *Penicillium sp*
- Gambar 2.7. Bentuk Apothecium
- Gambar 2.8. Bentuk Perithecium
- Gambar 2.9. Bentuk Pseudothecium
- Gambar 2.10. Bentuk Cleistothecium
- Gambar 2.11. Bentuk Acervulus
- Gambar 2.12. Bentuk Pycnidium
- Gambar 2.13. Bentuk Sporodochium
- Gambar 2.13. Bentuk Synnemata
- Gambar 2.14. Bentuk kerusakan *Gray Mold Rots*
- Gambar 2.15. Bentuk kerusakan *Rhizopus Soft Rots*
- Gambar 2.16. Bentuk kerusakan *Alternaria Rots*
- Gambar 2.17. Bentuk kerusakan *Blue Mold Rots*
- Gambar 2.18. Bentuk kerusakan *Downy Mildew*
- Gambar 2.19. Bentuk kerusakan *Watery Soft Rots*
- Gambar 2.20. Bentuk kerusakan *Stem End Rots*
- Gambar 2.21. Bentuk kerusakan *Black Mold Rots*
- Gambar 2.22. Bentuk kerusakan *Pink Mold Rots*
- Gambar 2.23. Bentuk kerusakan *Green Mold Rots*
- Gambar 2.24. Bentuk kerusakan *Brown Rots*
- Gambar 3.1. Bentuk Susunan Penelitian
- Gambar 4.1. Grafik Laju Pertumbuhan *Aspergillus fumigatus*
- Gambar 4.2. Grafik Laju Pertumbuhan *Aspergillus niger*
- Gambar 4.3. Grafik Laju Pertumbuhan *Aspergillus tamari*
- Gambar 4.4. Grafik Laju Pertumbuhan *Fusarium solani*
- Gambar 4.5. Grafik Laju Pertumbuhan *Mucor mucedo*
- Gambar 4.6. Grafik Laju Pertumbuhan *Penicillium digitatum*
- Gambar 4.7. Grafik laju pertumbuhan masing- masing kapang dalam perlakuan tanpa penyimpanan
- Gambar 4.8. Grafik laju pertumbuhan masing- masing kapang dalam perlakuan penyimpanan 1 minggu
- Gambar 4.9. Grafik laju pertumbuhan masing- masing kapang dalam perlakuan penyimpanan 2 minggu
- Gambar 4.10. Grafik laju pertumbuhan masing- masing kapang dalam perlakuan penyimpanan 3 minggu
- Gambar 4.11. Grafik laju pertumbuhan masing- masing kapang dalam perlakuan penyimpanan 4 minggu
- Gambar 4.12. Diagram batang Jumlah Koloni kapang yang tumbuh dalam Acar Limau Kasturi

DAFTAR TABEL

- Tabel 3.1. Model tabel pengamatan secara RAL Non Faktorial
- Tabel 3.2. Model Analisis Sidik Ragam
- Tabel 4.1. Jenis Kapang yang Tumbuh dalam Acar Limau Kasturi dengan Perlakuan Perbedaan Lama Penyimpanan
- Tabel 4.2. Data Jumlah Koloni *Aspergillus fumigatus* yang tumbuh dalam setiap perlakuan
- Tabel 4.3. Data Jumlah Koloni *Aspergillus fumigatus* yang tumbuh dalam setiap perlakuan (Transformasi Logaritma)
- Tabel 4.4. Daftar Sidik Ragam jumlah koloni *Aspergillus fumigatus* yang tumbuh dalam setiap perlakuan
- Tabel 4.5. Data Jumlah Koloni *Aspergillus niger* yang tumbuh dalam setiap perlakuan
- Tabel 4.6. Data Jumlah Koloni *Aspergillus niger* yang tumbuh dalam setiap perlakuan (Transformasi Logaritma)
- Tabel 4.7. Daftar Sidik Ragam jumlah koloni *Aspergillus niger* yang tumbuh dalam setiap perlakuan
- Tabel 4.8. Data Jumlah Koloni *Aspergillus tamarii* yang tumbuh dalam setiap perlakuan
- Tabel 4.9. Data Jumlah Koloni *Aspergillus tamarii* yang tumbuh dalam setiap perlakuan (Transformasi Logaritma)
- Tabel 4.10. Daftar Sidik Ragam jumlah koloni *Aspergillus tamarii* yang tumbuh dalam setiap perlakuan
- Tabel 4.11. Data Jumlah Koloni *Fusarium solani* yang tumbuh dalam setiap perlakuan
- Tabel 4.12. Data Jumlah Koloni *Fusarium solani* yang tumbuh dalam setiap perlakuan (Transformasi Logaritma)
- Tabel 4.13. Daftar Sidik Ragam jumlah koloni *Fusarium solani* yang tumbuh dalam setiap perlakuan
- Tabel 4.14. Data Jumlah Koloni *Mucor mucedo* yang tumbuh dalam setiap perlakuan
- Tabel 4.15. Data Jumlah Koloni *Mucor mucedo* yang tumbuh dalam setiap perlakuan (Transformasi Logaritma)
- Tabel 4.16. Daftar Sidik Ragam jumlah koloni *Mucor mucedo* yang tumbuh dalam setiap perlakuan
- Tabel 4.17. Data Jumlah Koloni *Penicillium digitatum* yang tumbuh dalam setiap perlakuan
- Tabel 4.18. Data Jumlah Koloni *Penicillium digitatum* yang tumbuh dalam setiap perlakuan (Transformasi Logaritma)
- Tabel 4.19. Daftar Sidik Ragam jumlah koloni *Mucor mucedo* yang tumbuh dalam setiap perlakuan
- Tabel 4.20. Data Jumlah Koloni Kapang yang Tumbuh dengan Pemberian Perlakuan Penyimpanan yang berbeda

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data keragaman kapang yang tumbuh dalam Acar Limau Kasturi
- Lampiran 2. Perhitungan Analisis Statistik Pada Keragaman Kapang yang tumbuh dalam Acar Limau Kasturi
- Lampiran 3. Perhitungan Analisis Statistik jumlah koloni masing – masing jenis kapang
- Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian yang dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Unimed, Medan
- Lampiran 5. Data laju pertumbuhan masing – masing kapang yang tumbuh selama 6 minggu dalam setiap perlakuan

BABI

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Makanan terdiri dari protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral. Pada umumnya, makanan merupakan media yang baik bagi pertumbuhan berbagai macam mikroorganisme. Pada keadaan fisik yang menguntungkan, terutama pada kisaran suhu 7°C-60°C, mikroorganisme akan tumbuh dan menyebabkan terjadinya perubahan dalam hal penampilan, rasa, bau, serta sifat-sifat lain pada makanan tersebut (Irianto,2006).

Perubahan yang disebabkan mikroorganisme pada makanan tidak terbatas pada terbentuknya hasil peruraian saja, tetapi dapat juga berupa produk hasil sintesis mikroba. Beberapa mikroorganisme membentuk pigmen yang mengubah warna makanan. Ada pula yang dapat mensintesis polisakarida dan menghasilkan lendir di dalam atau pada makanan seperti halnya makanan acar.

Acar merupakan salah satu makanan fermentasi tradisional yang cukup digemari oleh kebanyakan masyarakat Indonesia. Acar berasal dari kata "*Achar*" dalam bahasa Hindi atau "*Pickle*" dalam bahasa Inggris, memiliki arti hidangan sampingan yang dicampur dengan berbagai bumbu sehingga memiliki rasa asam ataupun pedas. Terdapat berbagai jenis acar yang sering dijadikan sebagai makanan sampingan. Acar sering disajikan pada acara-acara adat dan hari besar keagamaan (Anonim,2007).

Pada dasarnya acar merupakan makanan yang diberi perlakuan dengan pemberian asam cuka, garam, gula dan dicampur dengan rempah-rempah lainnya. Pemberian asam cuka, gula, garam dan rempah-rempah yang tidak hanya menambah rasa pada makanan, tetapi juga berfungsi sebagai bahan pengawet. Lingkungan yang asam dapat menghambat pertumbuhan beberapa mikroorganisme yang tidak tahan asam. Meskipun dengan pemberian asam cuka dapat mempertahankan kondisi acar, akan tetapi seperti halnya makanan yang lain, acar juga dapat terkontaminasi (Supardi dan Sukanto,1999).

Penelitian pendahuluan tentang kontaminasi pada acar telah dilakukan pada Acar Mentimun. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa Mentimun yang dibuat

menjadi acar dapat juga terkontaminasi oleh berbagai jenis kapang. Oleh sebab itu, penulis ingin meneliti keragaman dan pertumbuhan kapang dalam makanan acar, dalam hal ini acar yang dibuat adalah Acar Limau Kasturi dengan perlakuan lama penyimpanan yang berbeda-beda.

Pada Acar Limau Kasturi ada kemungkinan masa terkontaminasi dapat berlangsung lebih lama dibandingkan dengan acar mentimun, hal ini karena pada proses pembuatannya melalui dengan proses pemanasan terlebih dahulu, menggunakan bumbu-bumbu, asam cuka dan juga asam limau kasturi yang secara alami akan memperlambat pertumbuhan mikroorganisme kontaminan. Oleh karena itu, penulis ingin melihat ada tidaknya perbedaan jenis kapang yang tumbuh pada acar mentimun dengan Acar Limau Kasturi.

Kontaminasi pada makanan dapat terjadi sejak awal pasca panen, masa pengolahan, dan masa penyimpanan. Kontaminasi dapat disebabkan oleh bakteri, virus, dan kapang. Kontaminasi yang disebabkan oleh kapang sering ditemukan pada makanan, karena mengurai substrat-substrat suatu makanan menjadi senyawa yang dapat dijadikan sebagai sumber makanan bagi kapang tersebut.

Selain menimbulkan perubahan warna, rasa maupun tekstur pada acar yang telah terkontaminasi, kelembaban yang sangat tinggi juga dapat membantu pertumbuhan kapang untuk menghasilkan mikotoksin. Mikotoksin merupakan senyawa hasil metabolisme kapang yang bersifat racun dan dapat membahayakan kesehatan manusia (Gandjar dkk.,2006). Oleh karena itu, penulis ingin mengadakan eksperimen secara eksploratif dengan cara mengisolasi kapang-kapang pada acar limau kasturi dengan perlakuan masa penyimpanan yang berbeda, mengamati laju pertumbuhan kapang dan mengidentifikasi jenis-jenis kapang yang berpotensi menghasilkan mikotoksin.

B. Rumusan Masalah

Untuk menghindari penafsiran yang berbeda dari berbagai uraian di atas, maka peneliti memberi perumusan masalah penelitian sebagai berikut :

- a. Bagaimanakah keanekaragaman jenis kapang yang terdapat dalam acar limau kasturi (*Citrofortunella microcarpa*) dengan lama penyimpanan yang berbeda?

- b. Bagaimanakah laju pertumbuhan kapang yang terdapat dalam acar limau kesturi (*Citrofortunella microcarpa*) dengan lama penyimpanan yang berbeda?
- c. Berapakah jumlah koloni jenis kapang yang terdapat dalam acar limau kesturi (*Citrofortunella microcarpa*) dengan lama penyimpanan yang berbeda?
- d. Bagaimanakah metode yang tepat dalam mengeksplorasi kapang yang terdapat dalam acar limau kesturi (*Citrofortunella microcarpa*)?



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Defenisi Acar

Acar berasal dari kata "*Achar*" dalam bahasa Hindi atau "*Pickle*" dalam bahasa Inggris, memiliki arti hidangan sampingan yang dicampur dengan berbagai bumbu atau rempah sehingga memiliki rasa asam ataupun pedas. Terdapat banyak jenis acar, dan masing-masing biasanya dibuat dengan campuran buah-buahan atau sayuran yang di potong-potong kemudian direndam dalam larutan asam cuka disertai juga dengan penambahan bumbu atau rempah-rempah sehingga membuat rasanya lebih pedas (Anonim,2007). Salah satunya adalah acar jeruk kasturi, merupakan makanan yang sudah lama dikenal oleh masyarakat Melayu di Sumatera Utara. Acar limau kasturi menggunakan limau kasturi sebagai bahan dasarnya kemudian ditambahkan dengan asam cuka dan bumbu seperti acar-acar yang lainnya (Hanieliza,2007).

B. Jeruk Kasturi

Jeruk kasturi adalah berbentuk bulat, kulitnya berwarna kehijauan pekat ketika muda dan berubah kekuningan bila matang, Isi buah berwarna kuning. Buah ini kaya akan vitamin C, Fosfor, Kalsium, dan zat besi. Buah ini sering digunakan dalam campuran makanan, minuman, dan penyedap rasa makanan. Buah ini memiliki manfaat dalam mencegah penyakit saluran pencernaan, memperkuat daya tahan tubuh, dan mencegah penyakit kulit (Sofiahanny,2007).



Gambar 1: Jeruk Limau Kesturi (*Citrofortunella microcarpa*)
(Sumber : Hanieliza, 2007)

Beberapa jenis acar yang paling terkenal adalah acar mangga, acar jeruk lemon, acar limau kasturi, acar campuran (biasanya terdiri dari wortel, kol, dan lobak), acar bawang merah, dan acar bawang putih (Anonim,2008). Secara umum, acar disimpan dalam stoples kaca dan tertutup rapat. Lingkungan yang bersifat asam dari pemberian cuka dapat menghambat pertumbuhan beberapa mikroorganismenya (berupa bakteri), sehingga memudahkan mikroorganismenya tahan asam untuk tumbuh dan melakukan fermentasi.

Limau kasturi yang diolah menjadi acar merupakan salah satu cara untuk mempertahankan keawetan limau kasturi tersebut agar tetap bisa dikonsumsi. Pada pembuatannya banyak menggunakan bumbu-bumbu dan juga asam cuka yang berperan sebagai pengawet. Akan tetapi, acar limau kasturi juga seperti makanan acar lainnya dapat terkontaminasi (kehilangan kesegaran dan rasa) apabila berada pada lingkungan yang memiliki kadar kelembaban tinggi. Kelembaban yang tinggi akan memudahkan kapang untuk tumbuh sehingga mengkontaminasi acar (Supardi & Sukanto,1999).

Acar yang terkontaminasi akan menunjukkan perubahan struktur, rasa, dan warna yang lunak. Struktur acar menjadi lunak karena disebabkan oleh aktivitas enzim pektinolitik dan selulolitik dari aktivitas kapang yang masuk kedalam wadah fermentasi.

C. Morfologi Kapang

Kapang adalah fungi multiseluler yang memiliki filamen, dan pertumbuhannya pada makanan mudah dilihat karena penampakkannya yang berserabut seperti kapas. Pertumbuhannya mula-mula akan berwarna putih, tetapi jika spora telah timbul akan terbentuk berbagai warna tergantung dari jenis kapang (Fardiaz,1992).

Adapun ciri-ciri organisme yang dimasukkan kedalam regnum fungi adalah : eukariotik, tidak memiliki klorofil, tumbuh sebagai hifa atau sebagai sel khamir, memiliki dinding sel yang mengandung kitin, bersifat heterotrof, menyerap nutrisi melalui dinding selnya dan mengekskresikan enzim-enzim ekstraseluler ke lingkungan, menghasilkan spora atau konidia, melakukan reproduksi secara aseksual atau seksual.

Kapang biasanya tumbuh pada permukaan makanan yang sudah basi atau terlalu lama tidak diolah. Golongan kapang mencakup lebih dari 55.000 spesies.

Persyaratan hidup kapang antara lain, menyukai tempat – tempat yang lembab, kaya zat organik, kurang mendapat cahaya, pH optimum berkisar antara 5,0 -7,0, akan tetapi ia juga mampu bertahan hidup pada kisaran pH yang lebih luas antara 3,0 – 8,5. Selain itu, kapang juga membutuhkan aw (water activity) berkisar antara 0,8 (Nurwantoro dan Djililah,1997).

Tubuh kapang ada yang bersel satu tetapi ada juga yang bersel banyak. Bagian penting dari tubuh kapang adalah hifa. Hifa adalah suatu struktur fungus berbentuk tabung menyerupai seuntai benang panjang yang terbentuk dari pertumbuhan spora atau konidia. Bagian tubuh kapang yang mencolok adalah miselium yang terbentuk dari kumpulan hifa yang bercabang-cabang membentuk suatu jala yang umumnya berwarna putih. Hifa-hifa yang sudah menjalin suatu jaringan miselium yang makin lama makin tebal akan membentuk suatu koloni (Gandjar dkk.,2006).

Setiap hifa mempunyai lebar kira-kira 5-10 μ m. Hifa mempunyai dinding luar yang menyelubungi sebuah rongga yang disebut *lumen* dan berisi protoplasma, disebelah luar protoplasma diantara protoplasma dan dinding hifa. Dinding hifa sendiri terdiri dari mikrofibril yang disusun oleh Hemiselulosa dan Kitin. Hifa dapat dibedakan atas 3 bentuk:

1. Nonseptate, atau coenocytic, yaitu jenis hifa yang tidak memiliki dinding pembuluh atau septa.
2. Septate, yaitu jenis hifa yang mempunyai septa.
3. Septate dengan sel-sel berinti banyak.

Hifa dapat dibedakan atas dua tipe hifa yang memiliki fungsi berbeda, yaitu ada yang menyerap nutrien dari susbtrat dan ada yang menyangga alat-alat reproduksi. Hifa yang umumnya rebah pada permukaan susbtrat atau tumbuh ke dalam susbtrat berfungsi untuk mengabsorbsi nutrien yang diperlukan untuk kehidupan kapang yang disebut hifa vegetatif. Sedangkan hifa yang umumnya tegak pada miselium yang ada di permukaan susbtrat disebut hifa fertil, karena berperan untuk reproduksi.

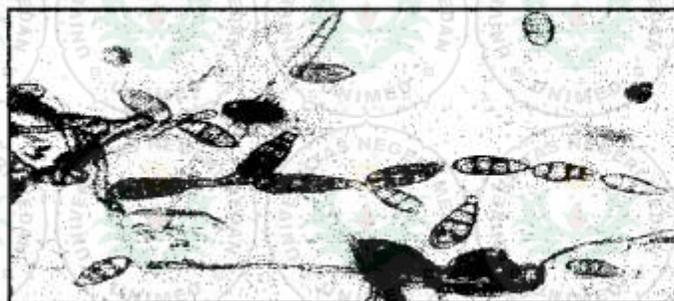
Pembentukan miselium terjadi karena anostomosis pada titik temu atau titik-titik sentuh cabang-cabang hifa. Anostomosis hifa mempunyai dua peran, yaitu :

1. Memperluas sistem hifa menjadi suatu jala yang disebut miselium untuk memungkinkan penyerapan nutrisi seefisien mungkin dan juga untuk memfasilitasi pembentukan tubuh buah yang besar.
2. Mempersatukan hifa yang terpisah

Pada umumnya kapang yang mengkontaminasi acar berasal dari genus *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, dan *Penicillium*. Beberapa kapang ini mampu menghasilkan metabolit sekunder sebagai mikotoksin (Makfoeld, 1993). Beberapa Genus yang dapat mengkontaminasi acar diantaranya :

1. *Alternaria* sp.

Miselium memiliki septa dan berukuran besar. Konidia multiseluler, berukuran besar, berbentuk oval dan berwarna coklat kehijauan sampai coklat gelap dengan dinding melintang dan memanjang. Konidiofor membawa rantai-rantai konidia pada ujung yang tumpul sedangkan ujung konidia lainnya yang runcing menghadap ke atas. Kapang ini mudah diterbangkan di udara dan banyak terdapat pada sisa-sisa bahan organik. Pada kultur media cekat tumbuh, padat, flokosa, miselium warna hijau olive atau coklat. Miselium berseptata bentuk besar, mengembang dengan konidiofor berwarna coklat kehijau-hijauan sampai coklat gelap.

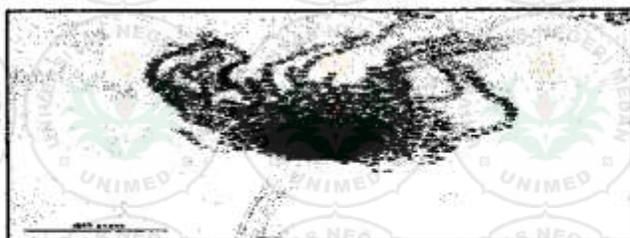


Gambar 2 : Morfologi *Alternaria* sp (Sumber : Anonim, 2008)

2. *Aspergillus* sp.

Aspergillus memiliki warna hijau, kuning, oranye, hitam, atau coklat. Secara keseluruhan merupakan warna dari konidianya. Hifa bersekat dan bercabang serta berinti banyak. Pada bagian ujung hifa, terutama pada bagian yang tegak membesar dan merupakan konidiofornya, yang didalamnya terdapat konidia-konidia. Pada

konidiofor terdapat sekat ataupun tidak. Suatu batang pendek dibagian pendukung konidiofor kadang berkembang membulat dan disebut sterigmata, sterigmata ini dapat tumbuh memanjang. Kapang ini terdapat dimana-mana dan hampir tumbuh pada semua substrat. Keberadaan *Aspergillus* sangat luas. *Aspergillus* dapat tumbuh baik pada temperatur dengan kisaran 35°C-40°C. *Aspergillus niger* merupakan salah satu jenis *Aspergillus* yang paling sering ditemukan sebagai kontaminan dalam laboratorium. Ia memiliki spora berbentuk bulat hitam dan berukuran besar. Sterigmata bercabang, konidia bulat dan hitam.



Gambar 3 : Morfologi *Aspergillus* sp (Sumber : David, 2008)

3. *Cladosporium* sp.

Ukuran kapang relatif kecil, koloni berwarna hijau kotor atau hijau kecoklat-coklatan dengan tekstur halus dan bentuk menyerupai beludru. Spora-spora pertamanya terbentuk langsung pada bagian ujung konidiofor. Konidia lonjong atau bulat panjang dan untaian konidia bercabang dan berwarna hitam. Keberadaan kapang ini tersebar dimana-mana karena sifatnya yang saprofit. *Cladosporium* dapat ditemukan pada pakaian, karet, bahan pangan, tanah sisa-sisa daun, jerami, kayu, dan bahan tanaman lainnya. *Cladosporium* dapat juga mengkontaminasi makanan-makanan yang didinginkan.



Gambar 4 : *Cladosporium* sp. (Sumber : Anonim, 2008)

4. *Fusarium* sp.

Fusarium memiliki dua macam konidia, yaitu makrokonidia bentuk panjang melengkung dikedua ujung sempit seperti bulan sabit dan mikrokonidia yang kecil bulat. Konidiofor berkumpul dibagian bawah yang disebut dengan sporodokium. Konidiofor adalah bentuk ikatan konidiofor yang padat, karena bagian bawah saling berikatan sedangkan pada bagian atasnya tidak berikatan. *Fusarium* banyak dijumpai pada bahan pakan ternak maupun pangan, dapat bersifat saprofit ataupun parasit. Koloni biasanya tumbuh dengan cepat, berwarna keruh atau terang (bergantung pada spesies). Warna thallus bervariasi dari putih hingga kuning, kecoklatan, merah muda dan kemerahan.

Identifikasi terhadap spesies *Fusarium* sering kali sulit dilakukan karena keadaan yang berubah-ubah diantara isolat (seperti bentuk dan ukuran konidia serta warna koloni). Ciri-ciri penting yang digunakan dalam identifikasi terhadap *Fusarium* antara lain :

- a. Diameter pertumbuhan koloni pada media PDA setelah diinkubasi selama 4 hari pada suhu 25°C.
- b. Pewarnaan pigemen kultur pada media PDA setelah inkubasi selama 10-14 hari.
- c. pemeriksaan mikroskopi meliputi ukuran makrokinidia, ada atau tidaknya mikrokonidia, ukuran dan bentuk mikrokonidia, dan ada atau tidaknya klamidokonidia.



Gambar 5 : Morfologi *Fusarium* sp. (Sumber : Anonim, 2008)

5. *Penicillium* sp.

Umumnya berwarna hijau biru. Miselium akan masuk pada substrat yang ditumbuhinya dan hifa muncul sebagai konidiofor. Konidiofor memiliki septa,

bercabang satu atau lebih. Sterigmata adalah konidiofor yang tumbuh pada ujung tandan dari hifa yang parallel. Pangkal dari sterigmata disebut dengan metulla. Untaian konidia berkembang pada setiap sterigmata. Kepala spora *Penicillium* lebih jelas terlihat dibandingkan dengan *Aspergillus*. Secara morfologis *Penicillium* dapat dibedakan dalam dua tipe berdasarkan cabang spora atasnya (spora kepala). Cabang ada yang simetris dan asimetris, cabang asimetris dapat dibedakan lagi dalam tiga bentuk, yaitu *monoverticillata*, *biverticillata* dan *polyverticillata*. *Penicillium* banyak terdapat pada buah jeruk atau buah lain, sayuran, biji-bijian, bahan organik dan bahan pakan ternak. *Penicillium* tumbuh pada suhu berkisar 25°C-30°C. Kebanyakan jenis *Penicillium* membentuk konidia berwarna hijau. *Penicillium expansum* adalah salah satu jenis *Penicillium* yang menyebabkan kebusukan pada buah apel. Adapun *Penicillium italicum* dan *Penicillium digitatum* sering ditemukan pada buah jeruk.



Gambar 6. Morfologi *Penicillium sp.* (Sumber : Susan, 2008)

D. Syarat Tumbuh Kapang

Kapang sangat memerlukan bahan yang berbentuk zat organik, selain faktor atau lingkungan tertentu. Pada umumnya pertumbuhan kapang di pengaruhi oleh beberapa faktor (Gandjar dkk., 2006).

Substrat merupakan sumber nutrisi utama bagi kapang. Nutrien-nutrien baru dapat dimanfaatkan sesudah kapang mengekskresi enzim-enzim ekstraseluler yang dapat mengurai senyawa-senyawa kompleks dari substrat tersebut menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Sebagian kapang memiliki enzim pektinase, amilase, protease, dan lipase untuk mengolah bahan makanannya. Apabila kapang tidak dapat menghasilkan enzim sesuai komposisi substrat maka dengan sendirinya kapang tidak dapat memanfaatkan nutrisi-nutrien dalam substrat tersebut.

1. Kelembaban

Faktor ini sangat penting bagi pertumbuhan kapang. Pada umumnya kapang tingkat rendah seperti *Rhizopus* atau *Mucor* memerlukan lingkungan dengan kelembaban nisbi 90%, sedangkan kapang *Aspergillus*, *Penicillium*, dan *Fusarium* dapat hidup pada kelembaban nisbi yang lebih rendah yaitu 80%. Dengan mengetahui sifat-sifat kapang ini dapat mencegah kerusakan pada penyimpanan makanan dan materi lainnya.

2. Suhu Pertumbuhan

Berdasarkan kisaran suhu lingkungan yang baik untuk pertumbuhan, kapang dapat dikelompokkan sebagai kapang psikrofil, mesofil dan termofil. Kebanyakan kapang dapat tumbuh pada suhu 25-40° C yaitu bersifat mesofilik. Pertumbuhan yang paling baik berkisar pada suhu 25-30° C, tetapi beberapa jenis dapat tumbuh pada suhu 35°C-37°C atau lebih tinggi. Beberapa kapang ada yang bersifat psikrotrofik, yaitu mampu tumbuh baik pada suhu dibawah suhu pembekuan, yang berkisar -5°C sampai -10°C (Fardiaz,1992).

3. Derajat keasaman lingkungan (pH)

Derajat keasaman lingkungan (pH) sangat penting untuk pertumbuhan kapang, karena enzim-enzim tertentu hanya akan mengurai suatu substrat sesuai dengan aktivitasnya pada pH tertentu. Umumnya kapang menyukai pH dibawah 7,0. Mengetahui sifat tersebut merupakan hal yang sangat penting bagi bidang Industri agar kapang yang ditumbuhkan mampu menghasilkan produk yang optimal. Selain itu dapat juga mencegah pembusukan bahan pangan.

4. Komponen Penghambat

Seperti halnya natrium benzoat yang dimasukkan kedalam bahan pangan sebagai pengawet karena senyawa tersebut tidak bersifat toksik bagi manusia tetapi dapat menghambat pertumbuhan kapang. Selain itu, selama pertumbuhannya kapang menghasilkan senyawa-senyawa yang tidak diperlukannya lagi dan dikeluarkan ke lingkungan. Senyawa-senyawa tersebut merupakan suatu pengaman bagi dirinya terhadap serangan oleh organisme lain termasuk terhadap sesama mikroorganisme.

5. Faktor Oksigen

Kapang yang tumbuh dan mengkontaminasi makanan umumnya adalah mikroorganisme aerobik karena oksigen dibutuhkan untuk pertumbuhannya.

E. Pertumbuhan kapang

Pada umumnya suatu koloni digunakan sebagai kriteria terjadinya pertumbuhan, karena massa sel tersebut berasal dari satu sel. Jadi, sesuatu yang semula tidak terlihat, yaitu suatu spora atau konidia kapang, menjadi miselium atau koloni yang dapat dilihat. Pertumbuhan kapang pada substrat sebenarnya adalah suatu proses fermentasi, yaitu kapang mengurai komponen-komponen kompleks yang ada dalam substrat menjadi komponen-komponen sederhana yang dapat diserap sel dan digunakan untuk aneka bagian sel dan untuk energi aktivitasnya (Supardi dan Sukanto, 1999).

Penampakan pertumbuhan dari kapang akan berbeda bergantung pada kondisi lingkungan, yaitu apakah mediumnya padat atau cair, dan apakah mediumnya digoyang atau tidak sewaktu proses pertumbuhan berlangsung. Di laboratorium, keadaan lingkungan untuk menumbuhkan kapang dapat diatur, misalnya suhu, aerasi, menggunakan pengocokan atau tidak.

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mempelajari pertumbuhan kapang di laboratorium (Gandjar dkk., 2006).

1. Pertumbuhan kapang dalam medium cair yang tidak digoyang

Suatu labu erlenmeyer berisi medium yang sesuai untuk pertumbuhan kapang diletakkan di atas meja. Medium tersebut kemudian diinokulasi dengan suspensi spora kapang dan dibiarkan beberapa hari. Setelah beberapa hari, di atas permukaan medium akan terlihat pertumbuhan miselium. Lapisan miselium ini dapat dikeluarkan dari labu erlenmeyer dengan menggunakan pinset.

2. Pertumbuhan kapang pada medium cair yang digoyang

Seperti pada perlakuan (1), labu erlenmeyer yang telah diinokulasi dengan suspensi spora, diletakkan di atas alat pengocok selama beberapa hari. Setelah beberapa hari akan terlihat kapas-kapas kecil berwarna putih yang tumbuh melayang dalam medium. Bentuk-bentuk seperti kapas tersebut adalah spora atau konidia

tunggul yang sudah tumbuh menjadi miselium. Pemisahan/pengambilan miselium dari medium, harus melalui suatu penyaringan.

3. Pertumbuhan kapang pada medium padat yang tidak digoyang

Pertumbuhan kapang seperti ini dapat dilihat dari pembuatan tempe kedelai. Pada keping-keping kedelai masak tanpa kulit, kemudian diinokulasi dengan spora kapang selama 24 jam. Setelah 24 jam akan terlihat benang-benang putih yang mengelilingi keping-keping kedelai tersebut. Miselium akan terus bertambah banyak dan mengikat keping-keping tersebut menjadi suatu bentuk yang padat karena terjalin kuat oleh hifa-hifa miselium.

4. Pertumbuhan kapang pada medium padat yang digoyang

Prosedur ini dilakukan pada pembuatan aflatoksin, keping-keping biji tanah diinokulasi dengan suspensi konidia *Aspergillus flavus*, wadah sebagai tempat fermentasi diberi perlakuan goyang atau dikocok, sehingga seluruh permukaan biji akan tertutup dengan miselium kapang yang telah bersporulasi. Pada perlakuan ini tidak terjadi penggumpalan biji, biji-biji kacang yang bersporulasi banyak kemudian diekstraksi untuk memisahkan aflatoksin yang terbentuk.

Pertumbuhan kapang biasanya berjalan lambat bila dibandingkan dengan pertumbuhan bakteri dan khamir. Oleh karena itu, jika kondisi pertumbuhan memungkinkan semua mikroorganisme untuk tumbuh, kapang biasanya kalah dalam kompetisi tersebut. Akan tetapi, bila kapang dapat mulai tumbuh, pertumbuhan yang ditandai dengan miselium dapat berlangsung dengan cepat (Fardiaz,1992).

F. Reproduksi Kapang

Kapang yang telah dewasa akan membentuk struktur-struktur untuk melakukan reproduksi. Kebanyakan kapang berbiak secara vegetatif dan generatif yang dilakukan dengan isogamet ataupun heterogamet. Pada beberapa spesies perbedaan morfologi itu belum tampak jelas. Pada beberapa spesies lain tampak adanya perbedaan mengenai besar kecilnya gamet-gamet, sehingga untuk itu ada penyebutan mikrogamet (sel kelamin jantan) dan makrogamet (sel kelamin jantan) (Dwidjoseputro,1990). Faktor lingkungan sangat menentukan keberhasilan reproduksi tersebut.

1. Reproduksi Seksual

Pada kapang filum Ascomycota dan Basidiomycota sel reproduksi seksual menghasilkan karpus atau tubuh buah (*fruiting bodies*) seksual yang didalamnya dihasilkan askus atau basidium yang menghasilkan spora seksual, yaitu masing-masing askospora atau basidiospora. Sedangkan sel reproduksi seksual pada Zygomycota yaitu zigospora. Karpus adalah tubuh buah seksual. Ada empat tipe karpus seksual yang diketahui, yaitu Apothecium, Perithecium, Pseudothecium, dan Cleisthocium (Gandjar dkk., 2006).

a. Apothecium

Apothecium adalah karpus seksual, berbentuk seperti cawan yang lebar atau seperti cangkir. Stroma pada bagian terbuka ini membawa askus-askus yang berdiri tegak menghadap lingkungan luar. Diantara askus-askus terdapat parafisa, yaitu hifa-hifa steril yang berfungsi menopang tegaknya askus untuk memudahkan pelepasan askospora yang terdapat didalam askus ke udara. Parafisa tersebut juga menjaga kelembaban lingkungan disekitar askus.

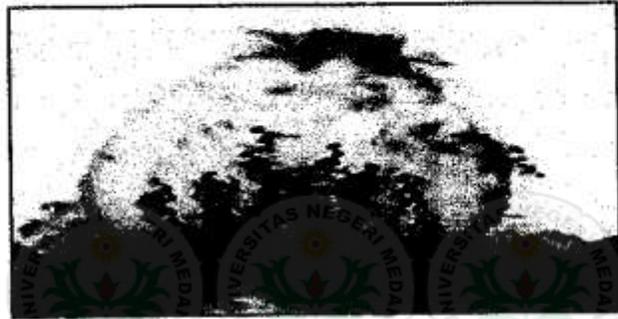


Gambar 7 : Bentuk Apothecium (Sumber : Simmon,2008)

b. Perithecium

Perithecium adalah karpus seksual yang berbentuk seperti labu dengan leher panjang yang pada ujungnya terdapat lubang atau ostiol. Askus-askus terdapat pada stroma bagian bawah dalam perithecium yang telah dewasa. Askus-askus tersebut ditopang oleh parafisa. Pada bagian leher perithecium sebelah dalam dekat dengan ostiol terdapat perifisa. Perifisa memiliki beberapa fungsi antara lain :

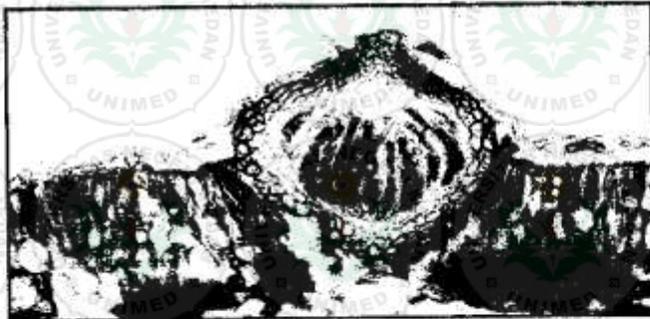
- Untuk mencegah keluarnya askus sebelum waktunya
- Menjaga kelembaban lingkungan bagian dalam dari perithecium
- Melindungi isi perithecium dari gangguan luar.



Gambar 8 : Bentuk Perithecium (Sumber : Anonim, 2008)

c. Pseudothecium

Tubuh buah seksual berbentuk bulat yang tidak memiliki leher, tetapi memiliki ostiol. Askus berada didalam rongga (loculus) yang terbentuk didalam rongga stromata.



Gambar 9 : Bentuk Pseudothecium (sumber : Anonim,2008)

d. Cleistothecium

Tubuh buah ini berbentuk bulat yang seluruhnya tertutup oleh hifa-hifa yang rapat mirip suatu dinding yang disebut peridium. Askus-askus berbentuk bulat terdapat dibagian dalam dan terbenam didalam miselium. Askus akan keluar jika cleistothecium pecah karena keadaan lingkungan.



Gambar 10 : Bentuk Cleistothecium (Sumber : Simmon, 2008)

2. Reproduksi Aseksual

Reproduksi aseksual membentuk karpus yang didalamnya mengandung hifa-hifa fertil yang menghasilkan spora atau konidia. ada beberapa tipe karpus aseksual yang diketahui antara lain :

a. Acervulus

Karpus aseksual berbentuk seperti cawan.



Gambar 11. Bentuk Acervulus (Sumber : Tom, 2008)

b. Pycnidium

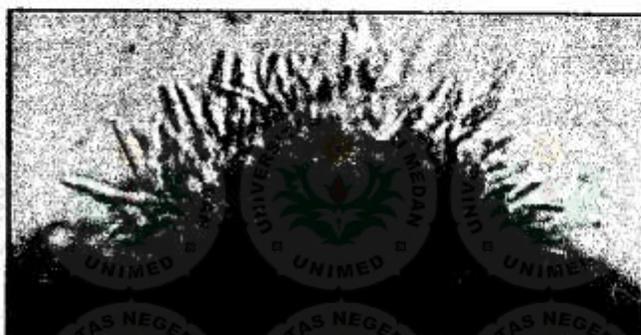
Karpus aseksual berbentuk mirip kendi dan memiliki lubang dibagian atas.



Gambar 12 : Bentuk Pycnidium (Sumber : G.T. Tziros,2008)

c. Sporodochium

Karpus aseksual berbentuk mirip dengan bantalan-bantalan tebal.



Gambar 13 : Bentuk Sporodochium (Sumber : Anonim,2008)

d. Synnemata

Karpus aseksual yang secara umum tegak pada konidiofor dengan cabang dan spora yang membentuk kelompok spora kepala.



Gambar 14 : Bentuk Synnemata (Sumber : Anonim,2008)

Reproduksi aseksual berlangsung dengan cara konidiogenesis atau sporogenesis. Konidiogenesis dapat berlangsung dengan adanya sel konidiogenos yaitu sel pembentuk konidia yang terbentuk langsung dari sel pada hifa atau suatu sel hifa sendiri yang menghasilkan hifa. Sedangkan sporogenesis adalah cara reproduksi aseksual dengan menghasilkan spora. Spora terbentuk didalam sporangium. Didalam sporangium dihasilkan kira-kira 100.000 sporangiospora yang masing-masing mengandung beberapa nukleus (Tjitrosoepomo,2003).

G. Medium Pertumbuhan Kapang

1. Medium Umum

Medium untuk mengisolasi kapang umumnya menggunakan Potato Dextrose Agar (PDA), Malt Extract Agar (MEA), Czapek Dox Agar (CDA), Carrot Agar (CA), Oat Meal Agar (OMA), Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol Agar (DRBCA), dan Taoge Extract Agar (TEA) (Gandjar dkk.,2006).

2. Medium Khusus

Medium ini mempunyai komposisi yang khusus sesuai dengan kapang yang akan diisolasi (Gandjar et.al,2006).

- a. Medium Dichloran 18% Glycerol digunakan untuk mengisolasi kapang xerofilik dari lingkungan yang sangat kering.
- b. Medium Malt Extract 20% Glucose Agar digunakan untuk mengisolasi fungi osmofilik.
- c. Medium Acetic Dichloran Yeast Extract Sucrose Agar digunakan untuk mengisolasi kapang yang hidup pada lingkungan asam.
- d. Medium Dichloran Creatine Sucrose Bromocresole Agar di gunakan untuk mengisolasi kapang yang hidup pada substrat yang memiliki kadar protein tinggi.

3. Tekhnik-Tekhnik Pengisolasian Kapang

Mengisolasi kapang dari substrat cair berbeda dengan mengisolasi kapang dari substrat padat. Faktor yang sangat menentukan keberhasilan pada waktu mengisolasi kapang adalah medium isolasi dan suhu inkubasi. Beberapa cara umum untuk mengisolasi kapang (Gandjar dkk., 2006).

a. Isolasi Kapang dari Bahan Makanan Padat

Biasanya menggunakan metode gores (Streak). Bahan makanan dapat berupa makanan yang berjamur, makanan segar, makanan fermentasi ataupun buah-buahan digerus hingga halus, kemudian hasil gerusan dimasukkan kedalam labu erlenmeyer atau tabung reaksi yang telah diisi dengan larutan aquades steril untuk memperoleh suatu suspensi. Kemudian selanjutnya dengan menggunakan jarum ose, suspensi

dapat digoreskan pada medium agar yang sesuai dalam cawan petri. Selanjutnya diinkubasi selama waktu dan suhu yang telah ditentukan.

b. Isolasi Kapang dari Biji-bijian

Isolasi dilakukan dapat berupa metode langsung (*Direct Method*) dan metode gores (*Streak*). Terlebih dahulu biji-bijian dicuci dengan bersih dan disterilkan dengan aquades steril. Kemudian diletakkan secara aseptik langsung diatas permukaan agar dalam cawan petri, dan diinkubasi dalam waktu dan suhu yang telah disesuaikan. Jika biji telah ditumbuhi spora, biji dapat diambil dari cawan dan dijadikan suspensi yang selanjutnya suspensi spora digoreskan ke permukaan medium agar yang sesuai.

c. Isolasi Kapang Endofit

Kapang endofit adalah kapang yang hidup dibagian dalam tumbuhan. Isolasi yang digunakan dapat berupa metode langsung dan metode gores, perlakuan yang dilakukan sama dengan isolasi kapang dari biji-bijian.

d. Isolasi Kapang dari Substrat Cair

Isolasi kapang dari substrat cair dapat dilakukan dengan metode langsung. Sampel cairan dapat langsung diteteskan ke dalam permukaan agar, kemudian dengan menggunakan jarum ose, tetesan tersebut disebar pada permukaan agar dalam cawan petri dan diinkubasikan pada suhu yang sesuai.

e. Isolasi Kapang dari Udara

Isolasi yang digunakan berupa metode perangkap. Cawan petri yang telah diisi media agar dibiarkan terbuka selama beberapa menit ditempat yang telah ditentukan, kemudian cawan ditutup dan diinkubasikan pada suhu yang sesuai.

f. Isolasi Kapang Entomofil

Isolasi kapang yang diambil dari serangga yang sudah mati. Serangga langsung diletakkan dalam cawan petri dialaskan kertas saring steril yang lembab. Diinkubasi pada suhu yang sesuai hingga timbul spora kapang. Bila spora telah tumbuh, maka spora dapat langsung diambil dengan menggunakan jarum tanam yang tajam dan ditanam pada medium baru yang sesuai.

H. Mikroorganisme pada Buah dan Sayur

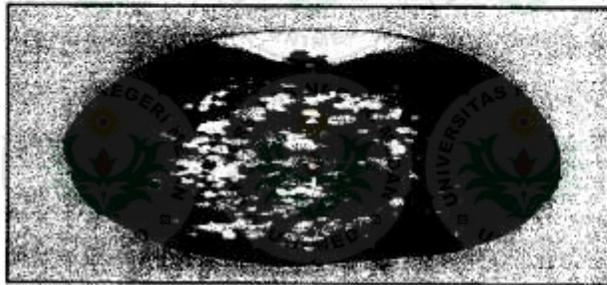
Buah dan sayur dapat mengalami kerusakan oleh berbagai mikroorganisme termasuk kapang. Faktor yang mempengaruhi kerusakan buah dan sayur adalah:

- Jumlah mikroba awal yang mencemari buah dan sayur
- Sifat-sifat substrat
- Kondisi penyimpanan
- Mikroba yang dominan pada substrat (Nurwantoro dan Djalilah,1997).

Beberapa kerusakan yang disebabkan oleh kapang pada buah dan sayur adalah :

1. *Gray Mold Rots*

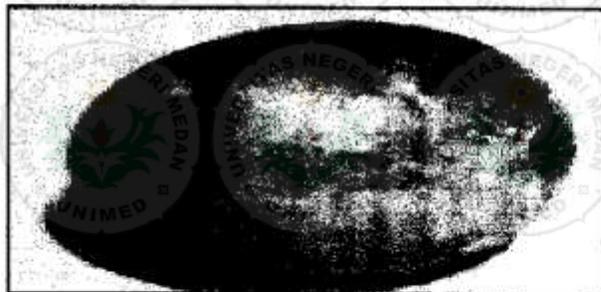
Kerusakan ini disebabkan oleh kapang *Rhizopus* dan *Botrytis cinera*. Kerusakan ini ditandai dengan adanya miselium kapang yang berwarna abu-abu. Kapang ini tumbuh baik pada lingkungan yang lembab dan bersuhu udara tinggi (terutama di daerah tropis).



Gambar 15. Bentuk kerusakan *Gray Mold Rots* (Sumber : Anonim, 2008)

2. *Rhizopus Soft Rots*

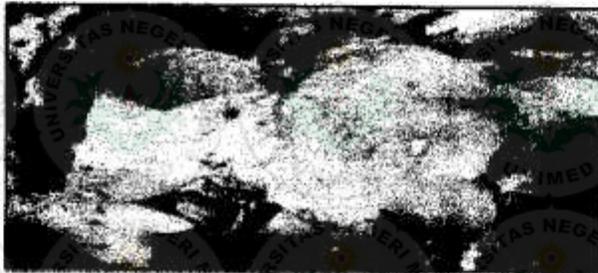
Kerusakan ini disebabkan oleh kapang *Rhizopus*, terutama *Rhizopus stolonifer*. Hal ini ditandai adanya pelunakan dan ditumbuhi miselium kapang serta bintik-bintik hitam yang menutupi permukaan produk.



Gambar 16 : Bentuk kerusakan *Rhizopus Soft Rots* (Sumber : Anonim, 2008)

3. *Alternaria Rots*

Kerusakan ini terutama disebabkan oleh *Alternaria tenuis*. Kerusakan ini ditandai adanya warna kehijauan atau kecoklatan. Apabila pertumbuhan kapang ini semakin meningkat maka timbul warna hitam atau coklat.



Gambar 17 : Bentuk kerusakan *Alternaria rots* (Sumber : Anonim,2008)

4. *Blue Mold Rots*

Kerusakan disebabkan oleh *Penicillium digitatum*. Kapang ini menimbulkan pelunakan dan warna biru kehijauan yang disebabkan oleh massa spora.



Gambar 18 : Bentuk kerusakan *Blue Mold Rots* (Anonim,2008)

5. *Downy Mildew*

Kerusakan disebabkan oleh *Phytophthora*, *Bremia*, dan beberapa genus lain. Kapang ini tumbuh seperti benang wool berwarna putih. Kerusakan ini menyebabkan pelunakan pada produk yang sebagian besar sayur-sayuran.



Gambar 19 : Bentuk kerusakan *Downy Mildew* (Sumber : Correl, 2008)

6. Watery Soft Rots

Kerusakan disebabkan oleh *Sclerotinia sclerotiorum* dan sering ditemukan pada hampir semua sayuran. Sayur yang terinfeksi menjadi lunak dan diikuti dengan pertumbuhan kapang menyerupai kapas dan berwarna hitam.



Gambar 20 : Bentuk kerusakan *Watery Soft Rots* (Sumber: Anonim,2008)

7. Stem End Rots

Kerusakan yang disebabkan oleh kapang dari genus *Diplodia*, *Alternaria*, *Phomopsis*, *Fusarium*, dan beberapa genus yang lain. Buah yang terinfeksi berwarna coklat hingga hitam dan tekstur menjadi lunak.



Gambar : 21 : Bentuk kerusakan *Stem End Rots* (Sumber : Anonim,2008)

8. Black Mold Rots

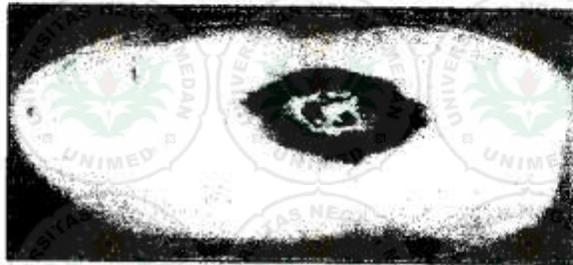
Kerusakan disebabkan oleh kapang *Aspergillus niger*. Kapang ini menimbulkan noda gelap kecoklatan yang disebabkan oleh massa spora. Pada umumnya kapang ini menyerang spesies bawang.



Gambar 22 : Bentuk kerusakan *Black Mold Rots* (Sumber : Anonim,2008)

9. *Pink Mold Rots*

Kerusakan pada buah yang disebabkan oleh spora *Tricothecium roseum* yang berwarna pink. Dalam kondisi lembab spora-spora merah muda akan tumbuh dengan baik hingga akhirnya menyebabkan kebusukan.



Gambar 23 : Bentuk kerusakan *Pink Mold Rots* (Sumber : Anonim,2008)

10. *Green Mold Rots*

Pada umumnya disebabkan oleh kapang dari genus *Cladosporium*, tetapi kadang-kadang juga dari genus *Trichoderma* yang semuanya dapat menghasilkan spora berwarna hijau. Infeksi kapang akan menyebabkan pelunakan pada produk.



Gambar 24 : Bentuk kerusakan *Green Mold Rots* (Sumber : Anonim,2008)

11. *Brown Rots*

Kerusakan yang disebabkan oleh kapang *Monilia fructicola*.



Gambar 25 : Bentuk kerusakan *Brown Rots* (Sumber : Anonim,2008)



BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

A. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui keragaman jenis kapang yang terdapat pada acar limau kasturi (*Citrofortunella microcarpa*) dengan lama penyimpanan yang berbeda.
2. Untuk mengetahui laju pertumbuhan kapang yang terdapat pada acar limau kasturi (*Citrofortunella microcarpa*) dengan lama penyimpanan yang berbeda.
3. Untuk mengetahui jumlah koloni jenis kapang yang terdapat pada acar limau kasturi (*Citrofortunella microcarpa*) dengan lama penyimpanan yang berbeda.
4. Untuk mengetahui metode yang tepat dan memecahkan permasalahan dalam mengeksplorasi kapang yang terdapat dalam acar limau kasturi (*Citrofortunella microcarpa*).

B. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai bahan masukan dan tindak lanjut dalam pengelolaan bahan makanan, khususnya makanan fermentasi yang mudah terkontaminasi berbagai mikroorganisme termasuk kapang (jamur). Memberikan informasi tentang keanekaragaman jenis kapang yang terdapat dalam acar limau kasturi (*Citrofortunella microcarpa*) pada makanan masyarakat Melayu di Sumatera Utara masih belum terungkap.

Disamping itu dapat sebagai sumber belajar bagi mahasiswa jurusan Biologi terutama untuk mempelajari keanekaragaman jenis kapang, habitat, dan pertumbuhannya yang terdapat di lingkungan sekitar, khususnya pada makanan yang merupakan media tumbuh yang baik bagi berbagai jenis kapang.

BAB IV

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biologi FMIPA UNIMED. Waktu penelitian dilakukan selama 8 bulan dimulai pada bulan Mei 2011 sampai Desember 2011.

B. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan berupa : cawan petri / petridish, Autoklaf, Lampu Bunsen, Timbangan, Blender, Beaker glass 1000 ml, Inkubator, Gelas ukur 250 ml, Erlenmeyer 250 ml, Objek glass, Cover glass, dan Mikroskop.

Sedangkan bahan yang digunakan berupa : Jeruk limau, Bawang merah, Asam cuka, Gula, Garam, Medium PDA (Potato Dextrose Agar), Aquades, Chloramphenicol, Vaseline dan Lactophenol Cotton Blue.

C. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh kapang yang terdapat dalam Acar Limau, sedangkan sampelnya adalah kapang yang terdapat pada medium PDA yang telah disediakan.

D. Teknik Pengambilan Sampel

Penentuan jenis kapang dilakukan dengan "*Purposive Sampling*" (cuplikan sengaja) pada setiap perlakuan dalam acar limau kesturi (*Citrofortunella microcarpa*). Setiap jenis kapang identifikasi dan dihitung laju pertumbuhan dan jumlah koloninya secara mikroskopis dengan pengamatan mikroskop.

E. Rancangan Penelitian

Metode yang dilakukan dalam penelitian adalah eksperimen non faktorial dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) menggunakan 5 perlakuan dan 5 ulangan. Analisis data dilakukan dengan mengidentifikasi jenis kapang, menghitung laju pertumbuhan kapang dan menghitung koloni kapang yang terdapat dalam acar limau dengan lama penyimpanan yang berbeda. Uji hipotesis dilakukan dengan uji F

dilanjutkan dengan uji BNT. Untuk mengetahui tingkat ketelitian dilakukan dengan mencari koefisien keragaman (KK).

F. Pengolahan dan Analisis Data

1. Pembuatan Acar

- a. Mula-mula jeruk Kasturi sebanyak 600 gr dicuci, dan dibelah empat .
- b. Menimbang bawang putih sebanyak 10 gr dan iris halus
- c. Asam cuka 25% sebanyak 2 ml, kemudian asam cuka dicampurkan ke dalam jeruk kasturi yang telah dibelah.
- d. Memasukkan gula sebanyak 20 gr, halba 10 gr, jahe 20 gr, biji sawi 10 gr, kunyit 20 gr, kemudian mencampur semua bumbu tersebut dengan jeruk dan dipanaskan hingga masak.
- e. Memasukkan acar limau kasturi ke dalam stoples kaca dan disimpan selama 1 minggu, 2 minggu, 3 minggu, dan 4 minggu.

2. Pembuatan Medium

1. Menimbang kentang sebanyak 200 gram, Dextrose sebanyak 10 gram dan agar sebanyak 15 gram untuk 1 liter medium.
2. Memanaskan kentang dalam beaker glass hingga mendidih. Kemudian kentang dibiarkan selama 1 jam.
3. Setelah 1 jam, memasukkan agar dan Dextrose kedalam kentang kemudian memanaskan campuran ini sampai mendidih.
4. Memberikan chloramphenicol sebanyak 500 mg untuk 1 liter medium.
5. Menyiapkan cawan petri sebanyak 48 buah. 24 buah disiapkan untuk dituangi dengan medium yang sudah mulai dingin (40°C - 45°C) dan 24 cawan petri yang lainnya disiapkan sebagai medium untuk memperoleh isolat murni.
6. Medium disterilisasi dengan menggunakan autoklaf selama 60 menit dan suhu 121°C .

3. Isolasi Kapang

Isolasi kapang dilakukan dengan :

- a. Menghaluskan sampel pada setiap perlakuan dengan cara diblender.

- b. Melakukan pengenceran pada tingkat 10^{-1} untuk mendapatkan suspensi, yaitu sebanyak 1 ml sampel dilarutkan dalam 9 ml aquadest.
- c. Kemudian suspensi sampel secara aseptik dimasukkan kedalam tabung Erlenmeyer atau Beaker glass.
- d. Sebanyak 0,1 ml suspensi sampel diambil dan diinokulasikan pada medium PDA.
- e. Biakan dalam medium diinkubasi pada suhu 27°C selama 7 hari.
- f. Setelah 7 hari, setiap kapang yang tumbuh diisolasi dalam media agar yang baru untuk mendapatkan isolat murni dengan menyiapkan cawan petri yang berisi media PDA sebanyak 6 buah untuk masing-masing perlakuan kemudian diinkubasi kembali selama 7 hari untuk diamati.

4. Penghitungan Koloni Kapang

Setelah koloni kapang tumbuh, maka dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Jumlah kapang / gram sampel} = \frac{\text{jumlah kapang}}{\text{konsentrasi pengenceran} \times 0,1}$$

5 Laju Pertumbuhan Kapang

Penghitungan laju pertumbuhan kapang dapat dilakukan dengan menghitung jumlah koloni kapang yang tumbuh selama waktu yang telah ditentukan, warna miselium, dan panjang koloni,

6. Identifikasi kapang

Identifikasi kapang dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis meliputi : warna, bentuk, tekstur, diameter koloni dan warna sebalik koloni. Identifikasi secara makroskopis dilakukan langsung secara visual. Identifikasi secara mikroskopis meliputi :

- a. Hifa septa atau nonseptata
- b. Miselium terang atau keruh
- c. Miselium berwarna atau tidak

- d. Memproduksi spora atau tidak spora seksual dan jenis sporanya (Oospora, Zigospora, atau Askospora)
- e. Jenis spora aseksual : Sporangiospora, Konidia atau Arthrospora
- f. Sporangium : ukuran, warna, bentuk dan letak
- g. Kepala spora pembawa konidia : tunggal, berantai, bentuk, dan rangkaian sterigmata.
- h. Penampakan sporangiofor atau konidiofor : sederhana atau bercabang. Jika bercabang bentuk percabangannya
- i. Ukuran dan bentuk kolumela pada ujung sporangiofor
- j. Konidiofor tunggal atau berkumpul
- k. Konidia : bentuk, ukuran, warna, halus atau kasar, satu atau banyak sel
- l. Adanya struktur atau spora spesifik : stolon, rhizoid, atau foot cell.

Identifikasi kapang secara mikroskopis dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Pada sebuah objek glass yang bersih, taruh setetes larutan zat warna Lactophenol Cotton Blue.
2. Mengambil cawan petri yang berisi medium PDA.
3. Mengambil kapang dari dalam cawan petri dengan menggunakan pisau yang tajam.
4. Memilih koloni kapang yang telah memperlihatkan warna, kemudian memindahkan koloni kapang ke atas tetesan zat warna pada objek glass tadi.
5. Menutup siapan dengan cover glass yang sebelumnya telah diolesi dengan vaselin.
6. Melakukan pengamatan dibawah mikroskop.
7. Setelah diamati, selanjutnya mengidentifikasi kapang dengan menggunakan Identifikasi (Gandjar dkk., 2006).

Agar lebih memahami prosedur kerja diatas, maka dibuat susunan secara skematis :

PROSEDUR KERJA

Pembuatan Acar

1. Jeruk limau dicuci, diberi larutan cuka, gula, dan bumbu-bumbu lainnya, selanjutnya dicampur dan dipanaskan hingga masak.
2. Disimpan dalam stoples selama 1 minggu, 2 minggu, 3 minggu, dan 4 minggu.

Pembuatan medium PDA

1. Memanaskan komposisi medium PDA yang berupa kentang, Dextrose dan agar serta memberikan Chloramphenicol.
2. Menuangkan medium ke dalam cawan petri dan disterilisasi dengan autoclave.

Isolasi Kapang

1. Menghaluskan sampel untuk setiap perlakuan dan membuat sampel menjadi suspensi.
2. Mengambil suspensi sampel dan menginokulasikan ke cawan petri dan diinkubasikan selama 7 hari. Setelah 7 hari, biakan dipindahkan ke medium baru untuk mendapatkan biakan murni.

Penghitungan Koloni Kapang

Menghitung koloni kapang yang terlihat jelas dan membaginya dengan konsentrasi pengenceran.

Identifikasi kapang

Identifikasi dilakukan secara makroskopis secara visual dan mikroskopis dengan pengamatan mikroskop. Selanjutnya mengamati laju pertumbuhan setiap jenis kapang.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Keragaman Jenis Kapang

Dari hasil penelitian terhadap keragaman jenis dan laju pertumbuhan kapang yang tumbuh pada acar limau dengan masa penyimpanan yang berbeda dan kemudian diisolasi pada media PDA (Potato Dextrose Agar) dengan masa inkubasi selama 6 minggu, maka diperoleh data hasil keragaman jenis pada tabel 4.1. berikut ini.

Tabel 4.1. Jenis Kapang yang Tumbuh dalam Acar Limau Kasturi dengan Perlakuan Perbedaan Lama Penyimpanan

Lama Penyimpanan	Ulangan				
	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	Cawan 4	Cawan 5
kontrol	<i>A. niger</i> <i>F. solani</i>	<i>A. niger</i>	<i>A. niger</i> <i>A. fumigatus</i> <i>P. digitatum</i>	<i>A. niger</i>	<i>A. niger</i>
1 minggu	<i>A. fumigatus</i> <i>A. niger</i>	<i>A. fumigatus</i> <i>A. niger</i> <i>P. digitatum</i>	<i>A. niger</i> <i>F. solani</i>	<i>A. niger</i>	<i>A. niger</i> <i>A. fumigatus</i>
2 minggu	<i>A. tamarii</i>	<i>A. fumigatus</i> <i>P. digitatum</i>	<i>A. fumigatus</i>	<i>A. tamarii</i> <i>F. solani</i>	<i>A. fumigatus</i> <i>F. solani</i> <i>M. mucedo</i>
3 minggu	<i>M. mucedo</i> <i>A. tamarii</i> <i>A. fumigatus</i>	<i>P. digitatum</i> <i>F. solani</i>	<i>F. solani</i> <i>A. tamarii</i>	<i>A. fumigatus</i>	<i>P. digitatum</i>
4 minggu	<i>A. tamarii</i> <i>A. fumigatus</i>	<i>A. fumigatus</i>	<i>A. tamarii</i> <i>P. digitatum</i>	<i>A. fumigatus</i>	<i>A. tamarii</i> <i>A. fumigatus</i> <i>M. mucedo</i>

Keterangan :

- *Aspergillus niger* (*A. niger*)
- *Aspergillus tamarii* (*A. tamarii*)
- *Aspergillus fumigatus* (*A. fumigatus*)
- *Fusarium solani* (*F. solani*)
- *Mucor mucedo* (*M. mucedo*)
- *Penicillium digitatum* (*P. digitatum*)

4.1. 2. Penghitungan Jumlah Koloni masing – masing jenis kapang

Tabel 4.2. Data Jumlah Koloni *Aspergillus fumigatus* yang tumbuh Dalam setiap perlakuan

Perlakuan	Ulangan					Total
	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	Cawan 4	Cawan 5	
K0	0	0	2	0	0	2
K1	2	3	0	0	1	6
K2	0	8	18	0	4	30
K3	12	0	0	15	0	27
K4	1	12	0	2	5	20

Dari data keragaman diatas, angka terkecilnya adalah 0 dan angka terbesarnya adalah 18 selisih kedua angka ini terlalu besar, sehingga dapat dikatakan variasi dari data yang diperoleh terlalu besar. Untuk itu sebelum ditransformasi, semua data dikalikan dengan nilai konstanta 10 atau ditransformasi ke log y. Adapun data percobaan setelah ditransformasi ke log y pada Tabel 4.3. dibawah ini.

Tabel 4.3. Data Jumlah Koloni *Aspergillus fumigatus* yang Tumbuh Dalam Setiap Perlakuan (Transformasi Logaritma)

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata – rata
	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	Cawan 4	Cawan 5		
K0	0	0	1,30	0	0	1,30	0,26
K1	1,30	1,47	0	0	1	3,77	0,754
K2	0	1,90	2,25	0	1,60	5,75	1,15
K3	2,07	0	0	2,17	0	4,24	0,848
K4	1	2,07	0	1,30	1,69	6,06	1,212
Jumlah						21,12	4,224
Rata – rata						4,224	0,8448

Untuk keperluan Analisis Varian (ANOVA) maka dapat dihitung harga dari faktor berikut ini :

1. Faktor Koreksi (FK) = 17,84
2. Jumlah Kuadrat Total JK(T) = 18,75
3. Jumlah Kuadrat Perlakuan JK(P) = 2,89
4. Jumlah Kuadrat Galat JK(G) = 15,86

5. Derajat Bebas Total DB(T) = 24
6. Derajat Bebas Perlakuan DB (P) = 4
7. Derajat Bebas Galat DB (G) = 20
8. Kuadrat Tengah Perlakuan KT(P) = 0,72
9. Kuadrat Tengah Galat KT(G) = 0,793
10. F Hitung = 0,90

Dari data diatas maka disusunlah daftar sidik ragam untuk mengetahui apakah perlakuan yang dicobakan memberikan pengaruh yang nyata atau tidak terhadap parameter yang diamati. Daftar sidik ragam tersebut disajikan pada tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.4. Daftar Sidik Ragam Jumlah Koloni *Aspergillus fumigatus* yang Tumbuh Dalam Setiap Perlakuan (Transformasi Logaritma)

SK	DB	JK	KT	F- Hit	F - Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	4	2,89	0,72	0,90	2,67	4,43
Galat	20	15,86	0,793	-	-	-
Total	24	18,75	-	-	-	-

Berdasarkan analisis sidik ragam pada tabel 4.4 diatas menunjukkan bahwa F hitung lebih kecil dari F tabel pada taraf 0,05 dan 0,01. hal ini menunjukkan bahwa perbedaan lama penyimpanan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah koloni *Aspergillus fumigatus*.

Tabel 4.5. Data Jumlah Koloni *Aspergillus niger* yang Tumbuh Dalam Setiap Perlakuan.

Perlakuan	Ulangan					Total
	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	Cawan 4	Cawan 5	
K0	6	12	6	10	6	40
K1	6	6	7	8	7	34
K2	0	0	0	0	0	0
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0

Dari data keragaman diatas, angka terkecilnya adalah 0 dan angka terbesarnya adalah 12 selisih kedua angka ini terlalu besar, sehingga dapat dikatakan variasi dari data yang diperoleh terlalu besar. Untuk itu sebelum ditransformasi, semua data dikalikan dengan nilai konstanta 10 atau ditransformasi ke log y. Adapun data percobaan setelah ditransformasi ke log y pada Tabel 4.6. dibawah ini.

Tabel 4.6. Data Jumlah Koloni *Aspergillus niger* yang Tumbuh Dalam Setiap Perlakuan (Transformasi Logaritma)

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata – rata
	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	Cawan 4	Cawan 5		
K0	1,77	2,07	1,77	2	1,77	9,38	1,876
K1	1,77	1,77	1,84	1,90	1,84	9,12	1,824
K2	0	0	0	0	0	0	0
K3	0	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah						18,5	3,7
Rata – rata						3,7	0,74

Untuk keperluan Analisis Varian (ANAVA) maka dapat dihitung harga dari faktor berikut ini :

1. Faktor Koreksi (FK) = 13,69
2. Jumlah Kuadrat Total JK(T) = 20,64
3. Jumlah Kuadrat Perlakuan JK(P) = 20,54
4. Jumlah Kuadrat Galat JK(G) = 0,1
5. Derajat Bebas Total DB(T) = 24
6. Derajat Bebas Perlakuan DB (P) = 4
7. Derajat Bebas Galat DB (G) = 20
8. Kuadrat Tengah Perlakuan KT(P) = 5,13
9. Kuadrat Tengah Galat KT(G) = 0,005
10. F Hitung = 1026

Dari data diatas maka disusunlah daftar sidik ragam untuk mengetahui apakah perlakuan yang dicobakan memberikan pengaruh yang nyata atau tidak terhadap parameter yang diamati. Daftar sidik ragam tersebut disajikan pada tabel 4.7. dibawah ini.

Tabel 4.7. Daftar Sidik Ragam jumlah koloni *Aspergillus niger* yang Tumbuh Dalam Setiap Perlakuan (Transformasi Logaritma)

SK	DB	JK	KT	F-Hit	F - Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	4	20,54	5,13	1026	2,67	4,43
Galat	20	0,1	0,005	-	-	-
Total	24	20,64	-	-	-	-

Berdasarkan Analisis Sidik Ragam pada Tabel 4.7. menunjukkan bahwa F hitung lebih besar dari F tabel pada taraf 0,05 dan 0,01. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan lama penyimpanan berpengaruh nyata terhadap jumlah koloni *Aspergillus niger* yang tumbuh dalam Acar Limau Kasturi.

Tabel 4.8. Data Jumlah Koloni *Aspergillus tamarii* yang Tumbuh Dalam Setiap Perlakuan

Perlakuan	Ulangan					Total
	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	Cawan 4	Cawan 5	
K0	0	0	0	0	0	0
K1	0	0	0	0	0	0
K2	7	0	0	3	0	10
K3	17	0	17	0	0	34
K4	8	0	11	0	11	30

Dari data keragaman diatas, angka terkecilnya adalah 0 dan angka terbesarnya adalah 17 selisih kedua angka ini terlalu besar, sehingga dapat dikatakan variasi dari data yang diperoleh terlalu besar. Untuk itu sebelum ditransformasi, semua data dikalikan dengan nilai konstanta 10 atau ditransformasi ke log y. Adapun data percobaan setelah ditransformasi ke log y pada Tabel 4.9. dibawah ini.

Tabel 4.9. Data Jumlah Koloni *Aspergillus tamarii* yang Tumbuh Dalam Setiap Perlakuan (Transformasi Logaritma)

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata - rata
	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	Cawan 4	Cawan 5		
K0	0	0	0	0	0	0	0
K1	0	0	0	0	0	0	0
K2	1,84	0	0	1,47	0	3,31	0,662
K3	2,23	0	2,23	0	0	4,46	0,892
K4	1,90	0	2,04	0	2,04	5,98	1,196
Jumlah						13,75	2,75
Rata - rata						2,75	0,55

Untuk keperluan Analisis Varian (ANAVA) maka dapat dihitung harga dari faktor berikut ini :

1. Faktor Koreksi (FK) = 7,56
2. Jumlah Kuadrat Total JK(T) = 19,86
3. Jumlah Kuadrat Perlakuan JK(P) = 5,76
4. Jumlah Kuadrat Galat JK(G) = 14,1
5. Derajat Bebas Total DB(T) = 24
6. Derajat Bebas Perlakuan DB (P) = 4
7. Derajat Bebas Galat DB (G) = 20
8. Kuadrat Tengah Perlakuan KT(P) = 1,44
9. Kuadrat Tengah Galat KT(G) = 0,705
10. F Hitung = 2,04

Dari data diatas maka disusunlah daftar sidik ragam untuk mengetahui apakah perlakuan yang dicobakan memberikan pengaruh yang nyata atau tidak terhadap parameter yang diamati. Daftar sidik ragam tersebut disajikan pada tabel 4.10. dibawah ini.

Tabel 4.10. Daftar Sidik Ragam jumlah koloni *Aspergillus tamarii* yang Tumbuh Dalam Setiap Perlakuan (Transformasi Logaritma)

SK	DB	JK	KT	F- Hit	F - Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	4	5,76	1,44	2,04	2,67	4,43
Galat	20	14,1	0,705	-	-	-
Total	24	19,86	-	-	-	-

Berdasarkan analisis sidik ragam pada tabel 4.10. diatas menunjukkan bahwa F hitung lebih kecil dari F tabel pada taraf 0,05 dan 0,01. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan lama penyimpanan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah koloni *Aspergillus tamarii*.

Tabel 4.11. Data Jumlah Koloni *Fusarium solani* yang Tumbuh Dalam Setiap Perlakuan

Perlakuan	Ulangan					Total
	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	Cawan 4	Cawan 5	
K0	1	0	0	0	0	1
K1	0	0	1	0	0	1
K2	0	0	0	6	4	10
K3	0	5	3	0	0	8
K4	0	0	0	0	0	0

Dari data keragaman diatas, angka terkecilnya adalah 0 dan angka terbesarnya adalah 6 selisih kedua angka ini terlalu besar, sehingga dapat dikatakan variasi dari data yang diperoleh terlalu besar. Untuk itu sebelum ditransformasi, semua data dikalikan dengan nilai konstanta 10 atau ditransformasi ke log y. Adapun data percobaan setelah ditransformasi ke log y pada Tabel 4.12. dibawah ini.

Tabel 4.12. Data Jumlah Koloni *Fusarium solani* yang Tumbuh Dalam Setiap Perlakuan (Transformasi Logaritma)

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata – rata
	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	Cawan 4	Cawan 5		
K0	1	0	0	0	0	1	0,2
K1	0	0	0	0	1	1	0,2
K2	0	0	0	1,77	1,60	3,37	0,674
K3	0	1,69	1,47	0	0	3,16	0,632
K4	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah						8,53	1,706
Rata – rata						1,706	0,3412

Untuk keperluan Analisis Varian (ANOVA) maka dapat dihitung harga dari faktor berikut ini :

1. Faktor Koreksi (FK) = 2,91
2. Jumlah Kuadrat Total JK(T) = 9,79
3. Jumlah Kuadrat Perlakuan JK(P) = 1,75
4. Jumlah Kuadrat Galat JK(G) = 8,04
5. Derajat Bebas Total DB(T) = 24
6. Derajat Bebas Perlakuan DB (P) = 4

7. Derajat Bebas Galat DB (G) = 20
8. Kuadrat Tengah Perlakuan KT(P) = 0,43
9. Kuadrat Tengah Galat KT(G) = 0,402
10. F Hitung = 1,075

Dari data diatas maka disusunlah daftar sidik ragam untuk mengetahui apakah perlakuan yang dicobakan memberikan pengaruh yang nyata atau tidak terhadap parameter yang diamati. Daftar sidik ragam tersebut disajikan pada tabel 4.13. dibawah ini.

Tabel 4.13. Daftar Sidik Ragam jumlah koloni *Fusarium solani* yang Tumbuh Dalam Setiap Perlakuan (Transformasi Logaritma)

SK	DB	JK	KT	F- Hit	F – Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	4	1,75	0,43	1,075	2,67	4,43
Galat	20	8,04	0,402	-	-	-
Total	24	9,79	-	-	-	-

Berdasarkan analisis sidik ragam pada tabel 4.10. diatas menunjukkan bahwa F hitung lebih kecil dari F tabel pada taraf 0,05 dan 0,01. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan lama penyimpanan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah koloni *Fusarium solani*.

Tabel 4.14. Data Jumlah Koloni *Mucor mucedo* yang Tumbuh Dalam Setiap Perlakuan

Perlakuan	Ulangan					Total
	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	Cawan 4	Cawan 5	
K0	0	0	0	0	0	0
K1	0	0	0	0	0	0
K2	0	0	0	0	3	3
K3	5	0	0	0	0	5
K4	0	0	0	0	3	3

Dari data keragaman diatas, angka terkecilnya adalah 0 dan angka terbesarnya adalah 5 selisih kedua angka ini terlalu besar, sehingga dapat dikatakan variasi dari data yang diperoleh terlalu besar. Untuk itu sebelum ditransformasi, semua data dikalikan dengan nilai konstanta 10 atau ditransformasi ke log y. Adapun data percobaan setelah ditransformasi ke log y pada Tabel 4.15. dibawah ini.

Tabel 4.15. Data Jumlah Koloni *Mucor mucedo* yang Tumbuh Dalam Setiap Perlakuan (Transformasi Logaritma)

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata - rata
	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	Cawan 4	Cawan 5		
K0	1	0	0	0	0	0	0
K1	0	0	0	0	0	0	0
K2	0	0	0	0	1,47	1,47	0,294
K3	0	1,69	0	0	0	1,69	0,338
K4	0	0	0	0	1,47	1,47	0,294
Jumlah						4,63	0,926
Rata - rata						0,926	0,1852

Untuk keperluan Analisis Varian (ANOVA) maka dapat dihitung harga dari faktor berikut ini :

1. Faktor Koreksi (FK) = 0,85
2. Jumlah Kuadrat Total JK(T) = 6,32
3. Jumlah Kuadrat Perlakuan JK(P) = 0,58
4. Jumlah Kuadrat Galat JK(G) = 5,74
5. Derajat Bebas Total DB(T) = 24
6. Derajat Bebas Perlakuan DB (P) = 4
7. Derajat Bebas Galat DB (G) = 20
8. Kuadrat Tengah Perlakuan KT(P) = 0,145
9. Kuadrat Tengah Galat KT(G) = 0,269
10. F Hitung = 0,53

Dari data diatas maka disusunlah daftar sidik ragam untuk mengetahui apakah perlakuan yang dicobakan memberikan pengaruh yang nyata atau tidak terhadap parameter yang diamati. Daftar sidik ragam tersebut disajikan pada tabel 4.16. dibawah ini.

Tabel 4.16. Daftar Sidik Ragam jumlah koloni *Mucor mucedo* yang Tumbuh Dalam Setiap Perlakuan (Transformasi Logaritma)

SK	DB	JK	KT	F- Hit	F – Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	4	0,58	0,145	0,53	2,67	4,43
Galat	20	5,74	0,269	-	-	-
Total	24	6,32	-	-	-	-

Berdasarkan analisis sidik ragam pada tabel 4.16. diatas menunjukkan bahwa F hitung lebih kecil dari F tabel pada taraf 0,05 dan 0,01. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan lama penyimpanan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah koloni *Mucor mucedo*.

Tabel 4.17. Data Jumlah Koloni *Penicillium digitatum* yang Tumbuh Dalam Setiap Perlakuan

Perlakuan	Ulangan					Total
	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	Cawan 4	Cawan 5	
K0	0	0	3	0	0	3
K1	0	10	0	0	0	10
K2	0	25	0	0	0	25
K3	0	8	0	0	12	20
K4	0	0	17	0	0	17

Dari data keragaman diatas, angka terkecilnya adalah 0 dan angka terbesarnya adalah 25 selisih kedua angka ini terlalu besar, sehingga dapat dikatakan variasi dari data yang diperoleh terlalu besar. Untuk itu sebelum ditransformasi, semua data dikalikan dengan nilai konstanta 10 atau ditransformasi ke log y. Adapun data percobaan setelah ditransformasi ke log y pada Tabel 4.18. dibawah ini.

Tabel 4.18. Data Jumlah Koloni *Penicillium digitatum* yang Tumbuh Dalam Setiap Perlakuan (Transformasi Logaritma)

Perlakuan	Ulangan					Total	Rata – rata
	Cawan 1	Cawan 2	Cawan 3	Cawan 4	Cawan 5		
K0	0	0	1,47	0	0	1,47	0,294
K1	0	2	0	0	0	2	0,4
K2	0	2,39	0	0	1,47	2,39	0,478
K3	0	1,90	0	0	2,07	3,97	0,794
K4	0	0	0	0	1,47	2,33	0,446
Jumlah						12,06	2,412
Rata – rata						2,412	0,4824

Untuk keperluan Analisis Varian (ANAVA) maka dapat dihitung harga dari faktor berikut ini :

1. Faktor Koreksi (FK) = 5,81
2. Jumlah Kuadrat Total JK(T) = 18,93
3. Jumlah Kuadrat Perlakuan JK(P) = 0,71
4. Jumlah Kuadrat Galat JK(G) = 18,22
5. Derajat Bebas Total DB(T) = 24
6. Derajat Bebas Perlakuan DB (P) = 4
7. Derajat Bebas Galat DB (G) = 20
8. Kuadrat Tengah Perlakuan KT(P) = 0,17
9. Kuadrat Tengah Galat KT(G) = 0,91
10. F Hitung = 0,18

Dari data diatas maka disusunlah daftar sidik ragam untuk mengetahui apakah perlakuan yang dicobakan memberikan pengaruh yang nyata atau tidak terhadap parameter yang diamati. Daftar sidik ragam tersebut disajikan pada tabel 4.19. dibawah ini.

Tabel 4.19. Daftar Sidik Ragam jumlah koloni *Penicillium digitatum* yang tumbuh dalam setiap perlakuan (Transformasi Logaritma)

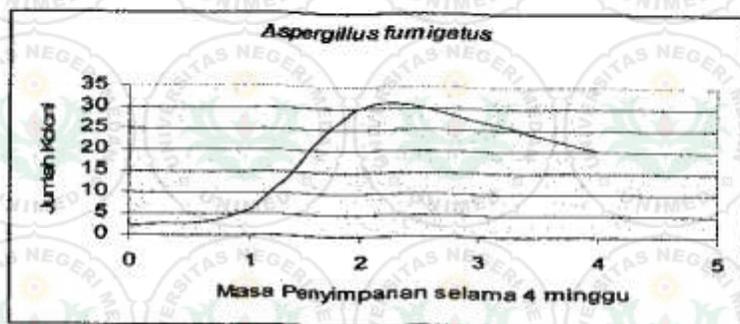
SK	DB	JK	KT	F- Hit	F – Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	4	0,71	0,17	0,18	2,67	4,43
Galat	20	18,22	0,91	-	-	-
Total	24	18,93	-	-	-	-

Berdasarkan Analisis Sidik Ragam pada masing – masing jenis menunjukkan bahwa F hitung lebih kecil dari F tabel pada taraf 0,05 dan 0,01. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan lama penyimpanan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah koloni *Penicillium digitatum*.

Tabel 4.20. Data Jumlah Koloni Kapang yang Tumbuh dengan Pemberian Perlakuan Penyimpanan yang berbeda

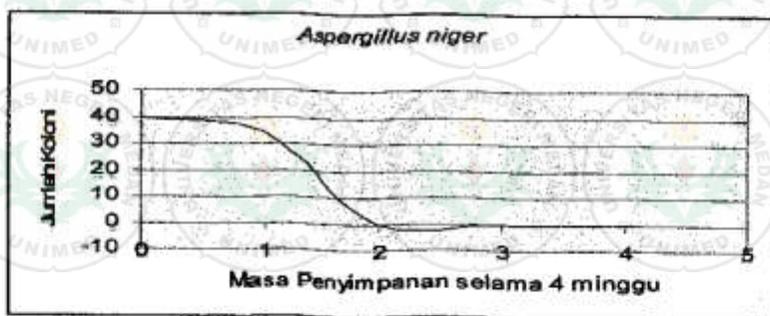
No	Jenis Kapang	Jumlah koloni yang tumbuh selama 6 minggu					Total
		K0	K1	K2	K3	K4	
1.	<i>Aspergillus fumigatus</i>	2	6	30	27	20	85
2.	<i>Aspergillus niger</i>	40	34	-	-	-	74
3.	<i>Aspergillus tamarii</i>	-	-	10	34	30	74
4.	<i>Fusarium solani</i>	1	1	10	8	-	20
5.	<i>Mucor mucedo</i>	-	-	3	5	3	11
6.	<i>Penicillium digitatum</i>	3	10	25	20	17	75

Grafik laju pertumbuhan masing – masing jenis kapang yang tumbuh dalam setiap perlakuan penyimpanan.



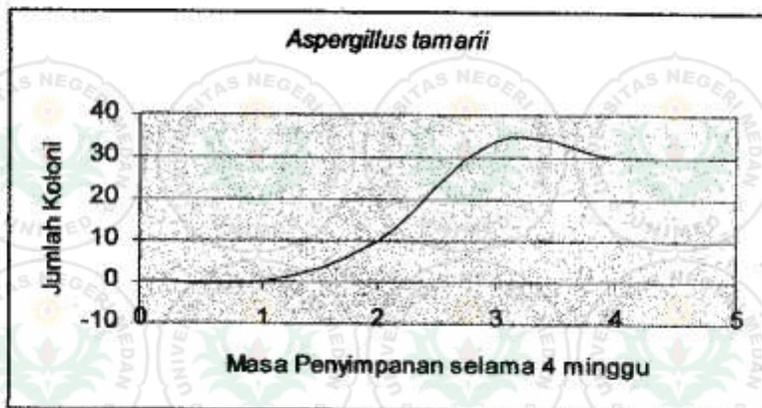
Gambar 4.1. Grafik Laju Pertumbuhan *Aspergillus fumigatus*

Keterangan : Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa fase pertumbuhan maksimum *Aspergillus fumigatus* berada pada penyimpanan antara 1 dan 2 minggu. Fase pertumbuhan minimum terdapat pada penyimpanan 0 dan 1 minggu.



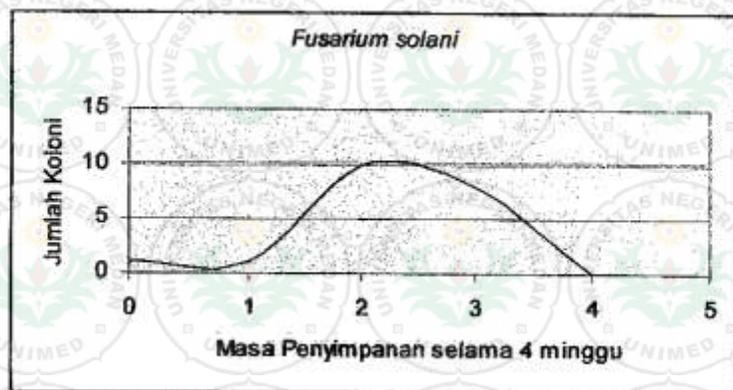
Gambar 4.2. Grafik Laju Pertumbuhan *Aspergillus niger*

Keterangan : Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa fase pertumbuhan maksimum *Aspergillus niger* berada tanpa masa penyimpanan (0) minggu, sedangkan titik tumbuh minimum terdapat pada penyimpanan 2,3, dan 4 minggu.



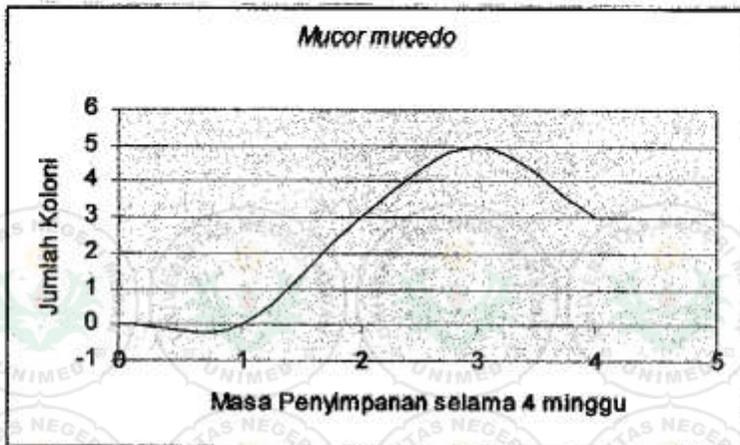
Gambar 4.3. Grafik Laju Pertumbuhan *Aspergillus tamarii*

Keterangan : Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa fase pertumbuhan maksimum *Aspergillus tamarii* berada pada penyimpanan antara 2 dan 3 minggu. Sementara itu, fase pertumbuhan minimum berada pada penyimpanan 0 dan 1 minggu.



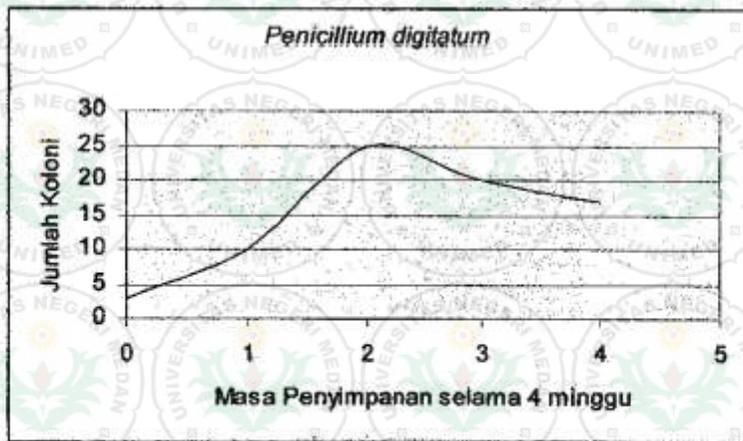
Gambar 4.4. Grafik Laju Pertumbuhan *Fusarium solani*

Keterangan: Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa fase pertumbuhan maksimum *Fusarium solani* berada pada penyimpanan antara 1 dan 2 minggu. Fase pertumbuhan minimum berada pada penyimpanan 0 dan 1 minggu, sedangkan pada penyimpanan 4 minggu kapang sudah tidak ditemukan lagi.



Gambar 4.5. Grafik Laju Pertumbuhan *Mucor mucedo*

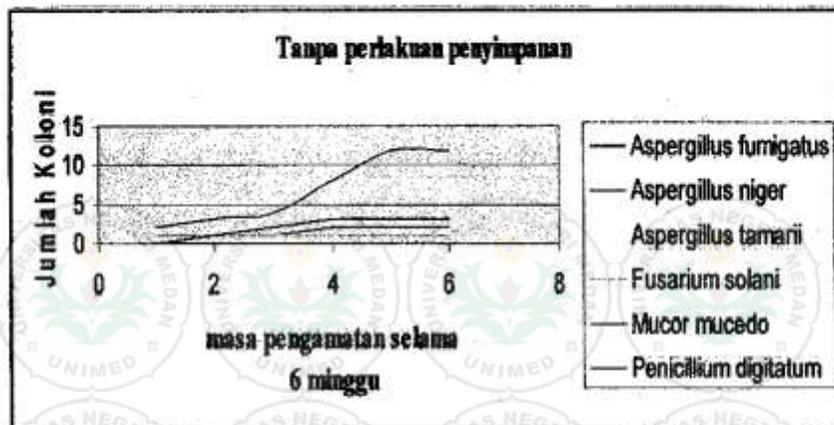
Keterangan : Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa fase pertumbuhan maksimum dari *Mucor mucedo* berada di penyimpanan antara 2 dan 3 minggu. Sementara itu pada penyimpanan 0 dan 1 minggu merupakan fase pertumbuhan minimum.



Gambar 4.6. Grafik Laju Pertumbuhan *Penicillium digitatum*

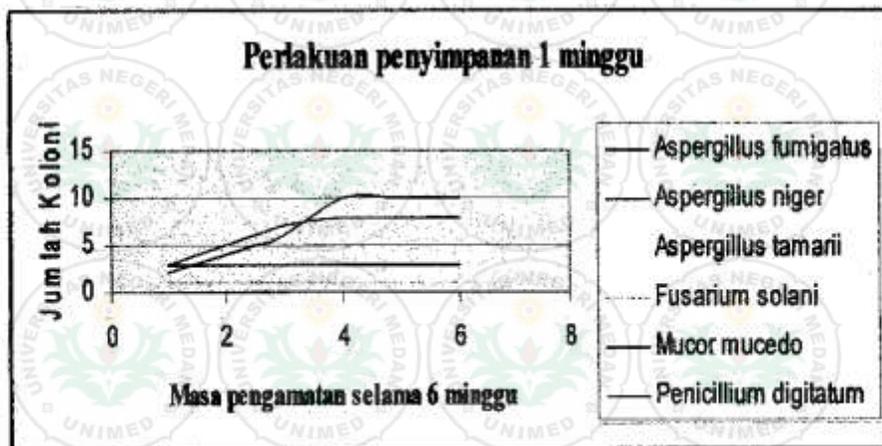
Keterangan : Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa fase pertumbuhan maksimum *Penicillium digitatum* berada pada penyimpanan antara 1 dan 2 minggu. Sedangkan fase pertumbuhan minimum berada pada penyimpanan 0 dan 1 minggu.

Berikut ini adalah grafik laju pertumbuhan masing – masing jenis kapang dalam Acar Limau Kasturi selama 6 minggu.



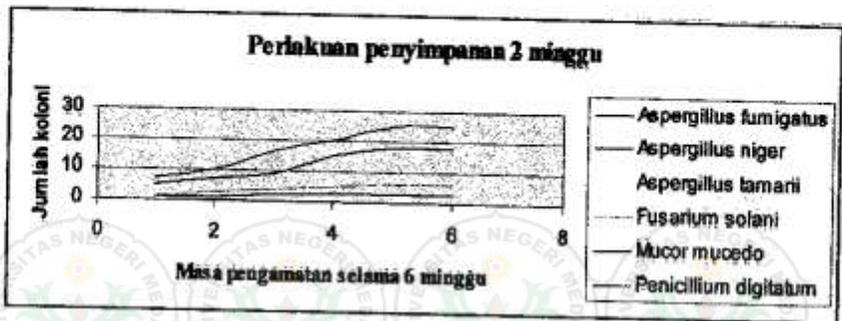
Gambar 4.7. Grafik Laju Pertumbuhan masing –masing kapang dalam Perlakuan Tanpa Penyimpanan

Keterangan : Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa laju pertumbuhan tertinggi terdapat pada *Aspergillus niger*, sedangkan laju pertumbuhan terendah terdapat pada *Aspergillus tamarii* dan *Mucor mucedo*.



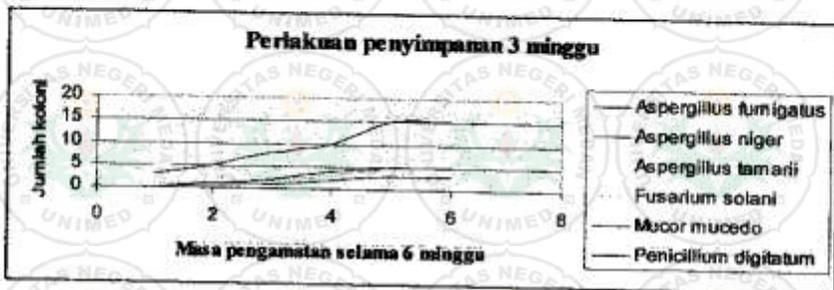
Gambar 4.8. Grafik Laju Pertumbuhan masing –masing kapang dalam perlakuan penyimpanan 1 minggu

Keterangan : Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa laju pertumbuhan tertinggi terdapat pada *Penicillium digitatum*, sedangkan laju pertumbuhan terendah terdapat pada *Aspergillus tamarii* dan *Mucor mucedo*.



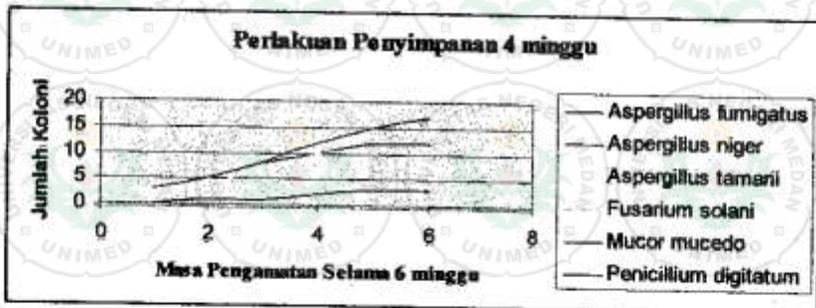
Gambar 4.9. Grafik Laju Pertumbuhan masing –masing kapang dalam perlakuan penyimpanan 2 minggu

Keterangan : Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa laju pertumbuhan tertinggi terdapat pada *Penicillium digitatum*, sedangkan laju pertumbuhan terendah terdapat pada *Aspergillus niger* dan *Fusarium solani*.



Gambar 4.10. Grafik Laju Pertumbuhan masing –masing kapang dalam perlakuan penyimpanan 3 minggu

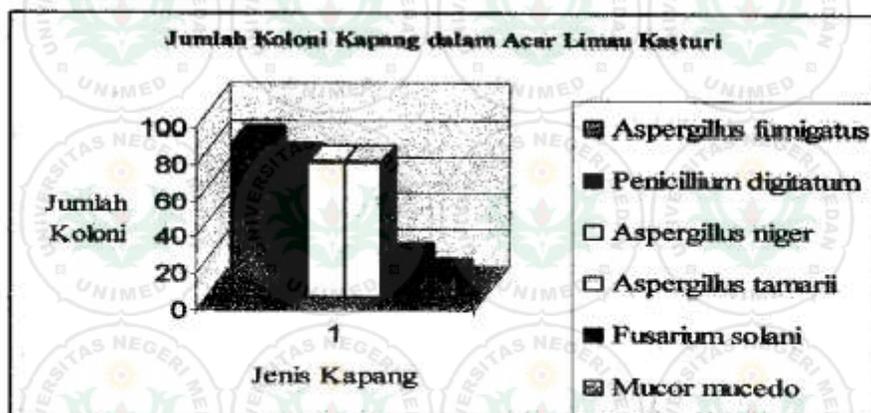
Keterangan : Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa laju pertumbuhan tertinggi terdapat pada *Aspergillus tamarii*, sedangkan laju pertumbuhan terendah terdapat pada *Aspergillus niger*.



Gambar 4.11. Grafik Laju Pertumbuhan masing –masing kapang dalam perlakuan penyimpanan 4 minggu

Keterangan : Pada grafik diatas dapat dilihat bahwa laju pertumbuhan tertinggi terdapat pada *Penicillium digitatum*, sedangkan laju pertumbuhan terendah terdapat pada *Aspergillus niger* dan *Fusarium solani*.

Berikut ini adalah grafik laju pertumbuhan seluruh kapang yang tumbuh dalam Acar Limau Kasturi yang diberi perlakuan dengan lama penyimpanan yang berbeda.



Gambar 4.12. Diagram batang jumlah koloni seluruh kapang dalam Acar Limau Kasturi selama 6 minggu

Keterangan : Dari grafik dan diagram batang diatas dapat dilihat bahwa jumlah koloni paling banyak yaitu *Aspergillus fumigatus* dan *Penicillium digitatum*, sedangkan jumlah koloni paling sedikit terdapat pada kapang *Fusarium solani* dan *Mucor mucedo*.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan data keragaman jenis dan pertumbuhan kapang yang tumbuh dalam Acar Limau Kasturi dengan perlakuan penyimpanan yang berbeda maka dapat ditemukan 6 spesies kapang antara lain ; *Aspergillus fumigatus*, *Penicillium digitatum*, *Aspergillus tamarii*, *Aspergillus niger*, *Fusarium solani*, dan *Mucor mucedo*.

Berdasarkan data keragaman, semakin lama masa penyimpanan, keragaman jenis kapang yang tumbuh dalam keadaan tetap, karena masing – masing jenis kapang tidak tumbuh secara bersamaan, ada beberapa jenis kapang yang hanya

mampu tumbuh pada kondisi lingkungan yang berbeda dari kapang lainnya. Jenis kapang yang banyak tumbuh dalam setiap perlakuan penyimpanan adalah *Aspergillus fumigatus*, *Penicillium digitatum*, dan *Fusarium solani*, meskipun pada penyimpanan selama 4 minggu, *Fusarium solani* tidak ditemukan lagi. *Aspergillus tamarii* dan *Mucor mucedo* hanya tumbuh pada perlakuan 2,3,dan 4 minggu, sedangkan *Aspergillus niger* hanya tumbuh pada perlakuan tanpa penyimpanan (kontrol) dan penyimpanan 1 minggu, hal ini karena Acar Limau Kasturi yang diberi perlakuan tanpa penyimpanan dan 1 minggu masih memiliki kadar asam yang tinggi yaitu 4-5. pertumbuhan *Aspergillus niger* akan lebih baik pada kondisi asam atau pH yang rendah (Fardiaz, 1992). Sementara itu, *Aspergillus tamarii* yang ditemukan pada penyimpanan 2,3,dan 4 minggu menunjukkan bahwa kapang ini dapat tumbuh dan bersporulasi dengan baik pada kondisi pH yang netral yaitu 6,5-7 dan suhu 30°C (P.O.Olutiola,2008). Pada masa penyimpanan 2,3,dan 4 minggu kadar asam pada Acar Limau Kasturi mulai berkurang karena lingkungan telah bercampur dengan senyawa hasil metabolisme kapang yang lebih dulu tumbuh.

Selanjutnya, data laju pertumbuhan yang didapat dengan menghitung jumlah koloni selama 6 minggu menunjukkan bahwa semakin lama masa penyimpanan, maka jumlah koloni kapang yang tumbuh dari masing-masing jenis semakin berkurang dan bahkan tidak tumbuh. Jumlah koloni semakin berkurang, hal ini disebabkan karena kapang tidak dapat beradaptasi pada lingkungan yang telah berubah. Perubahan lingkungan ini dapat menyebabkan berkurangnya ketersediaan makanan sehingga kebutuhan energi yang akan digunakan untuk proses sintesis aneka bagian sel juga berkurang.

Aspergillus fumigatus memiliki jumlah koloni yang paling banyak, hal ini karena *Aspergillus fumigatus* merupakan kapang yang mampu hidup pada kondisi lingkungan asam maupun basa yaitu pada pH 4-8. *Aspergillus fumigatus* dapat tumbuh pada suhu 25°C-35°C dan lingkungan yang mengandung sedikit air (Svein,2008). Keadaan ini sesuai dengan suhu pada saat inkubasi. Sementara itu, jumlah koloni paling sedikit terdapat pada *Mucor mucedo*, hal ini karena *Mucor mucedo* merupakan kapang yang sering ditemukan pada makanan yang telah mengalami kerusakan karena kemampuannya mengurai senyawa yang terdapat

makanan tersebut. Akan tetapi kehadiran kapang lain yang juga mampu mengurai senyawa makanan mampu menghambat pertumbuhan koloni *Mucor*.

Berdasarkan grafik laju pertumbuhan masing – masing kapang dalam setiap perlakuan menunjukkan bahwa semakin lama masa inkubasi tidak mempengaruhi pertambahan jumlah koloni pada semua jenis kapang. *Penicillium digitatum*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger* dan *Aspergillus tamarii* merupakan kapang yang mampu hidup dan beradaptasi pada lingkungan asam seperti makanan acar dan keadaan suhu yang sesuai yaitu 25°C - 35°C mendukung untuk terus tumbuh dan bersporulasi (P.O.Olutiola, 2008). Sedangkan *Mucor mucedo* dan *Fusarium solani* dapat hidup pada lingkungan yang mendekati pH netral yaitu 5,5 – 6,5 sehingga jumlah koloni sedikit karena tumbuh pada kondisi tertentu saja.

Aspergillus fumigatus, *Aspergillus tamarii*, dan *Aspergillus niger* merupakan kapang penghasil mikotoksin jenis Aflatoksin yang dapat menyebabkan penyakit kanker hati. Penyakit yang ditimbulkan oleh kapang genus *Aspergillus* disebut dengan Aspergillosis (Wikipedia,2008). Sementara itu, *Penicillium digitatum* merupakan kapang yang pertumbuhannya banyak ditemukan pada buah jeruk yang terkontaminasi. Hal ini karena *Penicillium digitatum* bekerja dengan menghasilkan gas Etilene yang mampu mempercepat proses pematangan sehingga buah jeruk lebih cepat lunak dan busuk (Makfoeld,1993).

Dari data yang diperoleh, dapat diidentifikasi morfologi jenis kapang secara makroskopis dan mikroskopis.

1. *Aspergillus fumigatus*

Pengamatan makroskopis

Warna koloni hijau lumut, tekstur kasar, bentuk koloni semi bulat, warna sebalik koloni putih kekuningan , diameter koloni berkisar 25 mm.

Pengamatan mikroskopis

Hifa tidak memiliki septa, miselium terang dengan warna hijau cerah hingga hijau kekuningan (jika tua), memproduksi spora aseksual berupa konidia dan spora seksual berupa askus. Konidia memiliki warna hijau berbentuk kolumnar (berantai), tekstur kasar, terdiri dari banyak sel. Konidiofor panjang, tunggal dan sederhana, berdinding halus dengan bentuk agak bulat dan tidak berwarna. (Makfoeld, 1993).

2. *Aspergillus niger*

Pengamatan makroskopis

Warna koloni hitam kecoklatan, bentuk bulat, tekstur kasar, warna sebalik koloni kuning kecoklatan, diameter koloni berkisar 83 mm.

Pengamatan mikroskopis

Hifa tidak memiliki septa, miselium keruh dengan warna coklat kehitaman, memiliki spora aseksual berupa konidia dengan warna coklat kehitaman, berbentuk globosa, tekstur kasar, terdiri dari banyak sel. Konidiofor panjang, tunggal, sederhana dan tidak berwarna. (Makfoeld,1993).

3. *Aspergillus tamarii*

Pengamatan makroskopis

Warna koloni coklat tua, bentuk koloni bulat, terkstur kasar, warna sebalik koloni kuning kecoklatan , diameter koloni berkisar 81 mm.

Pengamatan mikroskopis

Hifa tidak memiliki septa, miselium keruh dengan warna coklat tua, memiliki spora aseksual berupa konidia menjari dengan warna coklat kuning, berbentuk globosa, tekstur kasar, terdiri dari banyak sel. Konidiofor tunggal dan sederhana, tidak memiliki warna. (Makfoeld,1993).

4. *Fusarium solani*

Pengamatan makroskopis

Warna koloni putih cerah, bentuk koloni semi bulat, tekstur halus seperti kapas, warna sebalik koloni putih kecoklatan, diameter koloni berkisar 65 mm.

Pengamatan mikroskopis

Hifa memiliki septa, miselium terang dengan warna putih cerah, memiliki spora aseksual dengan menghasilkan dua macam konidia, yang terbagi atas makrokonidia dan mikrokonidia. Makrokonidia berbentuk panjang melengkung, berdinding tipis, tekstur halus, berhubungan langsung dengan konidiofor yang membentuk sporodokium. Mikrokonidia berbentuk bulat kecil, terdiri dari satu hingga tiga sel (Wikipedia,2008).

5. *Mucor mucedo*

Pengamatan makroskopis

Warna koloni putih kekuningan, bentuk koloni bulat, tekstur halus seperti kapas, warna sebalik koloni putih kekuningan, diameter koloni 75 mm.

Pengamatan mikroskopis

Hifa tidak berseptata, miselium terang dengan warna kekuningan, memiliki spora seksual berupa zigospore dan spora aseksual berupa sporangiospora, sporangium berbentuk bulat, berwarna abu-abu hingga hitam dan dipenuhi dengan sporangiospora. Sporangiofor pendek, lurus dan bercabang dengan bentuk percabangan memanjang. Sporangiospora berbentuk bulat, memiliki struktur spesifik berupa rhizoid (Wikipedia,2008).

6. *Penicillium digitatum*

Pengamatan makroskopis

Warna koloni biru kehijauan, bentuk koloni semi bulat, tekstur halus, warna sebalik koloni putih kekuningan, diameter berkisar 12 mm.

Pengamatan mikroskopis

Hifa tidak berseptata, miselium terang berwarna biru kehijauan, memiliki spora aseksual berupa konidia dengan warna hijau, berbentuk penicillus, tekstur halus, terdiri dari banyak sel. Kepala spora pembawa konidia berantai, konidiofor bercabang dengan bentuk percabangan biverticillata.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan Analisis Statistik yang telah dilakukan maka dapat dikemukakan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Terdapat 6 jenis kapang yang ditemukan dalam acar limau kasturi yaitu : *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus tamarii*, *Fusarium solani*, *Mucor mucedo*, dan *Penicillium digitatum*..
2. Semakin lama masa inkubasi, laju pertumbuhan kapang dari masing-masing jenis menunjukkan hasil yang bervariasi. *Penicillium digitatum*, *Aspergillus fumigatus* dan *Aspergillus tamarii* terus mengalami penambahan jumlah koloni seiring dengan lamanya masa inkubasi dan mencapai puncaknya pada minggu ke 6. Sedangkan *Fusarium solani* dan *Mucor mucedo* menunjukkan laju pertumbuhan yang tetap.
3. *Aspergillus fumigatus* memiliki jumlah koloni yang paling banyak (85 koloni) karena kemampuannya tumbuh pada kondisi apapun. Sedangkan kapang *Mucor mucedo* (11 koloni) memiliki jumlah koloni yang paling sedikit karena ia hidup dengan mengurai makanan yang rusak dan bersaing dengan jenis kapang
4. Analisis statistik laju pertumbuhan menunjukkan bahwa perbedaan masa simpan tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bagi masing – masing jenis kapang, akan tetapi berpengaruh nyata terhadap jumlah koloni *Aspergillus niger*.

B. Saran-saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan agar :

1. Pada proses pengolahan makanan, khususnya makanan fermentasi harus lebih diutamakan kebersihan pada bahan dasar makanan, cara pengolahan dan masa penyimpanannya.
2. Dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan makanan fermentasi lainnya dan faktor pengaruh yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim., (2007), *Acar*: <http://ms.Wikipedia.org/wiki/Acar> (18 Desember 2007)
- Anonim., (2007), *Jamur*: <http://id.Wikipedia.org/wiki/jamur> (19 Januari 2008)
- Anonim, (2008), *Stem End Rots* : [www.min.pcarrrd.dost.gov.ph/pest/fruit/fruit s...](http://www.min.pcarrrd.dost.gov.ph/pest/fruit/fruit_s...) (28 Maret 2008) Correl, (2008), *Downy Mildew*, www.uark.edu/ua/jcorrell/spinac/diseases.htm (28 Maret 2008)
- Dwidjoseputro.D., (1990), *Dasar-Dasar Mikrobiologi*, Penerbit Djambatan, Surabaya.
- Fardiaz,S., (1992), *Mikrobiologi Pangan*, Penerbit Gramedia Pustaka Umum. Jakarta.
- Hanieliza., (2007), *Acar Limau*: Yummilicious-jum.blogspot.com/2007/07/acar-ra(14 Januari 2008)
- Gandjar, I., Wellyzar S. dan Ariyanti O., (2006), *Mikologi : Dasar dan Terapan*, Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Hanafiah, K. A., (2003), *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*, Penerbit Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Irianto, K., (2006), *Mikrobiologi*, Yrama Widya, Bandung.
- Lay,B.W., (1994), *Analisis Mikroba di Laboratorium*, Penerbit Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Makfoeld, D., (1993), *Mikotoksin Pangan*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Nurwantoro. dan Abbas S. D., (1997), *Mikrobiologi pangan Hewani-Nabati*, Penerbit Kanisius, Jakarta.
- Pelczar, M. J. dan E.C.S Chan., (1998), *Dasar-Dasar Mikrobiologi 2*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Putri, H. S., Suranto. dan Ratna S., (2003), *Kajian Keragaman Jenis dan Pertumbuhan Kapang dalam Acar Mentimun*, *Biodiversitas* 1(4): 18-23.
- Supardi, I. dan Sukarto, (1998), *Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan*, Penerbit Alumni, Bandung.
- Sofiahanny. (2007), *Herba Ajaib*: <http://www.blogspot.com/2007/buahlimau> (9 Feb. 2008)
- Tarigan, D., (1988), *Pengantar Mikrobiologi*, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Jakarta.

Tjitrosoepomo, G., (2003), *Taksonomi Tumbuhan Rendah*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Tom, (2008), *Acervulus*, botit.botany.wisc.edu/toms_fungi/sep2002.html (27 Maret 2008)



LAMPIRAN

Lampiran 1: Data keragaman kapang yang tumbuh dalam Acar Limau Kasturi

Perlakuan	Ulangan					Jumlah	Rata-rata
	U1	U2	U3	U4	U5		
K0	2	1	3	1	1	8	1,6
K1	2	3	2	1	2	10	2
K2	1	2	1	2	3	9	1,8
K3	3	2	2	1	1	9	1,8
K4	2	1	2	1	3	9	1,8
Jumlah						45	9

Keterangan :

K0 : Tanpa masa penyimpanan (kontrol)

K1 : Masa penyimpanan 1 minggu

K2 : Masa penyimpanan 2 minggu

K3 : Masa penyimpanan 3 minggu

K4 : Masa penyimpanan 4 minggu

Keragaman Jenis Kapang yang Tumbuh dalam Acar Limau Kasturi dengan Perbedaan Lama Penyimpanan (Transformasi Logaritma)

Perlakuan	Ulangan					Jumlah	Rata-rata
	U1	U2	U3	U4	U5		
K0	1,30	1	1,47	1	1	5,77	1,154
K1	1,30	1,47	1,30	1	1,30	6,37	1,274
K2	1	1,30	1	1,30	1,47	6,07	1,214
K3	1,47	1,30	1,30	1	1	6,07	1,214
K4	1,30	1	1,30	1	1,47	6,07	1,214
Jumlah						30,35	6,07
Rata-rata						6,07	1,214

Lampiran 2. Perhitungan Analisis Statistik Pada Keragaman Kapang yang tumbuh dalam Acar Limau Kasturi

$$FK = \frac{(30,35)^2}{5 \times 5}$$

$$= 36,84$$

$$JKT = \sum(Y_{ij})^2 - FK$$

$$JKT = (1,30)^2 + (1)^2 + (1,47)^2 + \dots + (1,47)^2 - 36,84$$

$$= 0,86$$

$$JKP = \frac{(\sum TA^2)}{n} - FK$$

$$JKP = \frac{(5,77)^2 + (6,37)^2 + \dots + (6,07)^2}{5} - 36,84$$

$$= 0,04$$

$$JKG = JK(T) - JK(P)$$

$$JKG = 0,86 - 0,04$$

$$JKG = 0,82$$

$$DB(T) = (t \times n) - 1$$

$$= (5 \times 5) - 1$$

$$= 24$$

$$DB(P) = t - 1$$

$$= 5 - 1$$

$$= 4$$

$$DB(G) = t(n - 1)$$

$$= 5(5 - 1)$$

$$= 20$$

$$KT(P) = \frac{JK(P)}{t - 1}$$

$$= \frac{0,04}{4}$$

$$= 0,01$$

$$KT(G) = \frac{JK(G)}{t(n - 1)}$$

$$= \frac{0,82}{20}$$

$$= 0,041$$

$$F_{hitung} = \frac{KT(P)}{KT(G)}$$

$$= \frac{0,01}{0,041} = 0,24$$

Untuk keperluan Analisis Varian (ANOVA) maka dapat dihitung harga dari faktor berikut ini :

1. Faktor Koreksi (FK) = 36,84
2. Jumlah Kuadrat Total JK(T) = 0,86
3. Jumlah Kuadrat Perlakuan JK(P) = 0,04
4. Jumlah Kuadrat Galat JK(G) = 0,82
5. Derajat Bebas Total DB(T) = 24
6. Derajat Bebas Perlakuan DB (P) = 4
7. Derajat Bebas Galat DB (G) = 20
8. Kuadrat Tengah Perlakuan KT(P) = 0,01
9. Kuadrat Tengah Galat KT(G) = 0,041
10. F Hitung = 0,24

Daftar Sidik Ragam Keragaman jenis kapang yang tumbuh dalam Acar Limau Kasturi dengan Perbedaan Lama Penyimpanan

SK	DB	JK	KT	F- Hit	F – Tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	4	0,04	0,01	0,24	2,67	4,43
Galat	20	0,82	0,041	-	-	-
Total	24	0,86	-	-	-	-

$$KK = \frac{\sqrt{KTG}}{Y} \times 100 \%$$

$$KK = \frac{\sqrt{0,041}}{1,214} \times 100 \%$$

$$KK = 16,67 \%$$

Uji ketelitian dilakukan dengan penghitungan Koefisien Keragaman (KK). Koefisien Keragaman yang diperoleh dari hasil perhitungan adalah sebesar 16,67% < 20%, maka penelitian dikatakan cukup teliti.

KK < 20 % Penelitian cukup teliti

KK > 20 % Penelitian kurang teliti

Lampiran 3. Perhitungan Analisis Statistik jumlah koloni masing jenis kapang

1. *Aspergillus fumigatus*

$$FK = \frac{(21,12)^2}{25} = 17,84$$

$$\begin{aligned} JKT &= \sum(Y_{ij})^2 - FK \\ JKT &= (0)^2 + (0)^2 + (0)^2 + \dots + (1,69)^2 - 17,84 \\ &= 18,75 \end{aligned}$$

$$JKP = \frac{(\sum TA^2)}{n} - FK$$

$$\begin{aligned} JKP &= \frac{(1,30)^2 + (3,77)^2 + \dots + (6,06)^2}{5} - 17,84 \\ &= 20,73 \end{aligned}$$

$$JKG = JK(T) - JK(P)$$

$$JKG = 18,75 - 2,89$$

$$JKG = 15,86$$

$$DB(T) = (t \times n) - 1$$

$$= (5 \times 5) - 1$$

$$= 24$$

$$DB(P) = t - 1$$

$$= 5 - 1 = 4$$

$$DB(G) = t(n - 1)$$

$$= 5(5 - 1)$$

$$= 20$$

$$KT(P) = \frac{JK(P)}{t - 1}$$

$$= \frac{2,89}{4} = 0,72$$

$$KT(G) = \frac{JK(G)}{t(n - 1)}$$

$$= \frac{15,86}{20} = 0,793$$

$$F_{hitung} = \frac{KT(P)}{KT(G)}$$

$$= \frac{0,72}{0,793} = 0,90$$

F hitung < F tabel 0,05

< F tabel 0,01

2. *Aspergillus niger*

$$FK = \frac{(18,5)^2}{25} = 134,69$$

$$JKT = \Sigma(Y_{ij})^2 - FK$$

$$JK(T) = (1,77)^2 + (2,07)^2 + (1,77)^2 + \dots + (0)^2 - 13,69$$

$$= 20,64$$

$$JKP = \frac{(\Sigma TA^2)}{n} - FK$$

$$JK(P) = \frac{(9,38)^2 + (9,12)^2 + \dots + (0)^2}{5} - 13,69$$

$$= 20,54$$

$$JK(G) = 20,64 - 20,54 = 0,1$$

$$DB(T) = (t \times n) - 1$$

$$= (5 \times 5) - 1 = 24$$

$$DB(P) = t - 1$$

$$= 5 - 1 = 4$$

$$DB(G) = t(n - 1)$$

$$= 5(5 - 1) = 20$$

$$KT(P) = \frac{JK(P)}{t - 1}$$

$$= \frac{20,54}{4} = 5,13$$

$$KT(G) = \frac{JK(G)}{t(n - 1)}$$

$$= \frac{0,1}{20} = 0,005$$

$$F_{hitung} = \frac{KT(P)}{KT(G)}$$

$$= \frac{5,13}{0,005} = 1026$$

3. *Aspergillus tamarii*

$$FK = \frac{(13,75)^2}{25}$$

$$= 7,56$$

$$\begin{aligned}
 \text{JKT} &= \sum(Y_{ij})^2 - \text{FK} \\
 \text{JK(T)} &= (0)^2 + (0)^2 + (0)^2 + \dots + (2,04)^2 - 7,56 \\
 &= 19,86
 \end{aligned}$$

$$\text{JKP} = \frac{(\sum TA^2)}{n} - \text{FK}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK(P)} &= \frac{(0)^2 + (0)^2 + \dots + (5,98)^2}{5} - 7,56 \\
 &= 5,76
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK(G)} &= \text{JK(T)} - \text{JK(P)} \\
 &= 19,86 - 5,76 = 14,1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DB(T)} &= (t \times n) - 1 \\
 &= (5 \times 5) - 1 = 24
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DB(P)} &= t - 1 \\
 &= 5 - 1 = 4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DB(G)} &= t(n - 1) \\
 &= 5(5 - 1) = 20
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KT(P)} &= \frac{\text{JK(P)}}{t - 1} \\
 &= \frac{5,76}{4} = 1,44
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{KT(G)} &= \frac{\text{JK(G)}}{t(n - 1)} \\
 &= \frac{14,1}{20} = 0,705
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{hitung} &= \frac{\text{KT(P)}}{\text{KT(G)}} \\
 &= \frac{1,44}{0,705} = 2,04
 \end{aligned}$$

4. *Fusarium solani*

$$\text{FK} = \frac{(8,53)^2}{25} = 2,91$$

$$\begin{aligned}
 \text{JKT} &= \sum(Y_{ij})^2 - \text{FK} \\
 \text{JKT} &= (1)^2 + (0)^2 + (0)^2 + \dots + (0)^2 - 2,91 \\
 &= 9,79
 \end{aligned}$$

$$JKP = \frac{(\sum TA^2)}{n} - FK$$

$$JKP = \frac{(1)^2 + (1)^2 + \dots + (0)^2}{5} - 2,91$$

$$= 1,75$$

$$JKG = JK(T) - JK(P)$$

$$JKG = 9,79 - 1,75$$

$$JKG = 8,04$$

$$DB(T) = (t \times n) - 1$$

$$= (5 \times 5) - 1 = 24$$

$$DB(P) = t - 1$$

$$= 5 - 1 = 4$$

$$DB(G) = t(n - 1)$$

$$= 5(5 - 1) = 20$$

$$KT(P) = \frac{JK(P)}{t - 1}$$

$$= \frac{1,75}{4} = 0,43$$

$$KT(G) = \frac{JK(G)}{t(n - 1)}$$

$$= \frac{8,04}{20} = 0,402$$

$$F_{hitung} = \frac{KT(P)}{KT(G)}$$

$$= \frac{0,43}{0,402} = 1,075$$

F hitung < F tabel 0,05
< F tabel 0,01

5. *Mucor mucedo*

$$FK = \frac{(4,63)^2}{25}$$

$$= 0,85$$

$$JKT = \sum (Y_{ij})^2 - FK$$

$$JK(T) = (0)^2 + (0)^2 + (0)^2 + \dots + (1,47)^2 - 0,85$$

$$= 6,32$$

$$JKP = \frac{(\sum TA^2)}{n} - FK$$

$$JKP = \frac{(0)^2 + (0)^2 + \dots + (1,47)^2}{5} - 0,85$$

$$= 0,58$$

$$JK(G) = JK(T) - JK(P)$$

$$= 6,32 - 0,58 = 5,74$$

$$DB(T) = (t \times n) - 1$$

$$= (5 \times 5) - 1 = 24$$

$$DB(P) = t - 1$$

$$= 5 - 1 = 4$$

$$DB(G) = t(n - 1)$$

$$= 5(5 - 1) = 20$$

$$KT(P) = \frac{JK(P)}{t - 1}$$

$$= \frac{0,58}{4} = 0,145$$

$$KT(G) = \frac{JK(G)}{t(n - 1)}$$

$$= \frac{5,38}{20} = 0,269$$

$$F_{hitung} = \frac{KT(P)}{KT(G)}$$

$$= \frac{0,145}{0,269} = 0,53$$

F hitung < F tabel 0,05
< F tabel 0,01

6. *Penicillium digitatum*

$$FK = \frac{(12,06)^2}{25}$$

$$= 5,81$$

$$JKT = \sum (Y_{ij})^2 - FK$$

$$= (0)^2 + (0)^2 + (0)^2 + \dots + (0)^2 - 5,81$$

$$= 18,93$$

$$JKP = \frac{(\sum TA^2)}{n} - FK$$

$$JKP = \frac{(1,47)^2 + (2)^2 + \dots + (2,23)^2}{5} - 5,81$$

$$= 0,71$$

$$JKG = JK(T) - JK(P)$$

$$JKG = 18,93 - 0,71$$

$$JKG = 18,22$$

$$DB(T) = (t \times n) - 1$$

$$= (5 \times 5) - 1 = 24$$

$$DB(P) = t - 1$$

$$= 5 - 1 = 4$$

$$DB(G) = t(n - 1)$$

$$= 5(5 - 1) = 20$$

$$KT(P) = \frac{JK(P)}{t - 1}$$

$$= \frac{0,71}{4} = 0,17$$

$$KT(G) = \frac{JK(G)}{t(n - 1)}$$

$$= \frac{18,22}{20} = 0,91$$

$$F_{hitung} = \frac{KT(P)}{KT(G)}$$

$$= \frac{0,17}{0,91} = 0,18$$

$$F_{hitung} < F_{tabel 0,05}$$

$$< F_{tabel 0,01}$$



Gambar 1 . Kapang yang tumbuh tanpa masa penyimpanan dan penyimpanan satu minggu yang diinkubasi dalam media PDA.



Gambar 2. Kapang yang tumbuh selama masa penyimpanan 2 minggu dan 3 minggu diinkubasi dalam media PDA.

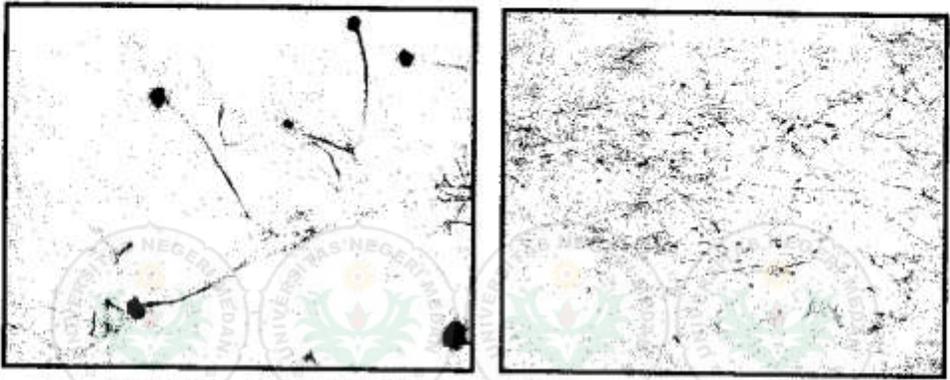


(a)

(b)

(c)

Gambar 3: (a) Kapang yang tumbuh selama masa penyimpanan 4 minggu diinkubasi dalam media PDA; (b) Acar Limau Kasturi yang diberi perlakuan tanpa masa penyimpanan; (c) Acar Limau Kasturi yang telah diberi perlakuan masa penyimpanan dan telah ditumbuhi kapang diatas permukaannya.



Gambar 4. (a) Kapang *Mucor mucedo* dengan perbesaran 100 x;
 (b) Kapang *Fusarium solani* dengan perbesaran 100 x



Gambar 5. (a) Kapang *Aspergillus niger* dengan perbesaran 100 x
 (b) Kapang *Aspergillus fumigatus* dengan perbesaran 100 x



Gambar 6. (a) Kapang *Penicillium digitatum* dengan perbesaran 100 x
 (b) Kapang *Aspergillus tamarii* dengan perbesaran 100 x

Lampiran 5. Data laju pertumbuhan kapang selama 6 minggu setiap perlakuan

Tanpa Perlakuan Penyimpanan (K0)

Jenis Kapang	Jumlah Koloni (dalam minggu)					
	1	2	3	4	5	6
<i>Aspergillus niger</i>	2	3	4	8	12	12
<i>Aspergillus tamarii</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Aspergillus fumigatus</i>	1	1	1	2	2	2
<i>Fusarium solani</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Mucor mucedo</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Penicillium digitatum</i>	0	1	2	3	3	3

Perlakuan penyimpanan 1 minggu (K1)

Jenis Kapang	Jumlah Koloni (dalam minggu)					
	1	2	3	4	5	6
<i>Aspergillus niger</i>	3	5	7	8	8	8
<i>Aspergillus tamarii</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Aspergillus fumigatus</i>	3	3	3	3	3	3
<i>Fusarium solani</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Mucor mucedo</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Penicillium digitatum</i>	2	4	6	10	10	10

Perlakuan Penyimpanan 2 minggu (K2)

Jenis Kapang	Jumlah Koloni (dalam minggu)					
	1	2	3	4	5	6
<i>Aspergillus niger</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Aspergillus tamarii</i>	0	2	3	5	7	7
<i>Aspergillus fumigatus</i>	5	7	9	15	18	18
<i>Fusarium solani</i>	1	3	4	5	6	6
<i>Mucor mucedo</i>	1	1	2	3	3	3
<i>Penicillium digitatum</i>	7	10	16	20	25	25

Perlakuan Penyimpanan 3 minggu (K3)

Jenis Kapang	Jumlah Koloni (dalam minggu)					
	1	2	3	4	5	6
<i>Aspergillus niger</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Aspergillus tamarii</i>	5	6	9	12	17	17
<i>Aspergillus fumigatus</i>	3	5	8	10	15	15
<i>Fusarium solani</i>	1	1	2	3	3	3
<i>Mucor mucedo</i>	0	1	2	4	5	5
<i>Penicillium digitatum</i>	3	5	9	10	12	12

Perlakuan Penyimpanan 4 Minggu (K4)

Jenis Kapang	Jumlah Koloni (dalam minggu)					
	1	2	3	4	5	6
<i>Aspergillus niger</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Aspergillus tamarii</i>	3	4	7	10	11	11
<i>Aspergillus fumigatus</i>	3	5	8	10	12	12
<i>Fusarium solani</i>	1	1	1	1	1	1
<i>Mucor mucedo</i>	0	1	1	2	3	3
<i>Penicillium digitatum</i>	3	5	8	12	15	17

KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
(STATE UNIVERSITY OF MEDAN)

LEMBAGA PENELITIAN (RESEARCH INSTITUTE)

Jl. W. Iskandar Psr. V-kotak Pos No.1589 – Medan 20221 Telp. (061) 6636757, Fax. 6636757, atau (061) 6613365
Psw. 228 E-mail: penelitian_unimed@yahoo.com - penelitian.unimed@gmail.com

SURAT PERJANJIAN PENGGUNAAN DANA (SP2D)

No. : 129 /UN33.8/PL/2011

Pada hari ini Rabu tanggal satu bulan Juni tahun dua ribu sebelas, kami yang bertanda tangan di bawah ini :

1. Dr. Ridwan Abd. Sani, M.Si :Ketua Lembaga Penelitian Universitas Negeri Medan, dan atas nama Rektor Unimed, dan dalam perjanjian ini disebut PIHAK PERTAMA.
2. Drs. Muhammad Yusuf Nasution, M.Si :Dosen FMIPA bertindak sebagai Peneliti/Ketua pelaksana penelitian, selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

Kedua belah pihak secara bersama-sama telah sepakat mengadakan Surat Perjanjian Penggunaan Dana (SP2D) untuk melakukan penelitian yang dibiayai dari Dirjen Dikti Tahun anggaran 2011 sesuai surat perjanjian penugasan Nomor 199/SP2H/PL/Dit.Litabmas/IV/2011, tanggal 14 April 2011, DP2M Dikti Depdiknas untuk Penelitian Fundamental dengan ketentuan sebagai berikut :

Pasal 1

JENIS PEKERJAAN

PIHAK PERTAMA memberikan tugas kepada PIHAK KEDUA, dan PIHAK KEDUA menerima tugas tersebut untuk melaksanakan penelitian dengan judul: " Keragaman Jenis Dan Laju Pertumbuhan Kapang Pada Acar Limau Kesturi (*Citrafortunella Microcarpa*) Makanan Masyarakat Melayu." yang menjadi tanggungjawab PIHAK KEDUA dengan masa kerja 5 (lima) bulan, terhitung mulai bulan Juli s/d Nopember 2011.

Pasal 2

DASAR PELAKSANAAN PEKERJAAN

Pekerjaan dilaksanakan oleh PIHAK KEDUA atas dasar ketentuan yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari SP2D ini, yaitu:

1. Sesuai dengan proposal yang diajukan
2. UU RI No. 17 Tahun 2003, tentang Keuangan Negara
3. UU RI No. 1 Tahun 2004, tentang Perbendaharaan Negara
4. UU RI No. 15 Tahun 2004, tentang pemeriksaan pengelolaan dan tanggungjawab keuangan Negara.
5. DIPA No. 0541/023-04.1.01/00/2011, Tanggal 20 Desember 2010, DP2M.

Pasal 3

PENGAWASAN

Untuk pelaksanaan pengawasan dan pengendalian pekerjaan adalah Lembaga Penelitian Unimed dan Sistem pengendalian Internal (SPI) Unimed.

Pasal 4

NILAI PEKERJAAN

1. PIHAK PERTAMA memberikan dana penelitian tersebut pada pasal 1 sebesar Rp.32.000.000,- (Tiga puluh dua juta rupiah) secara bertahap.
2. Tahap pertama sebesar 70% yaitu Rp. 22.400.000,- (Dua puluh dua juta empat ratus ribu rupiah) dibayarkan sewaktu Surat Perjanjian Penggunaan dana (SP2D) ini ditandatangani oleh kedua belah pihak.
3. Tahap kedua sebesar 30% yaitu Rp. 9.600.000,- (Sembilan juta enam ratus ribu rupiah) dibayarkan setelah PIHAK KEDUA menyerahkan laporan hasil penelitian dan bukti pengeluaran/penggunaan dana penelitian kepada PIHAK PERTAMA.
4. PIHAK KEDUA membayar pajak (PPH) sebesar 15% dari jumlah dana penelitian yang diterima dan fotocopy bukti pembayaran diserahkan ke Lembaga penelitian 2 rangkap.

Pasal 5
JANGKA WAKTU PELAKSANAAN

1. PIHAK KEDUA menyelesaikan dan menyerahkan laporan hasil penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 SP2D ini selambat-lambatnya tanggal 14 Nopember 2011.

Pasal 6
LAPORAN

1. PIHAK KEDUA menyerahkan laporan kemajuan pelaksanaan penelitian paling lambat tanggal 08 Agustus 2011 dan PIHAK KEDUA menyampaikan draft laporan akhir penelitian paling lambat tanggal 17 Oktober 2011. Untuk pelaksanaan seminar yang dikordinasi oleh Lemlit dan laporan akhir penelitian sebagaimana disebut dalam pasal 1 sebanyak 8 (delapan) eksamplar beserta Soft Copy.
2. PIHAK KEDUA harus menyampaikan naskah artikel hasil penelitian dalam bentuk compact disk (CD) untuk diterbitkan pada jurnal Nasional terakreditasi dan bukti pengiriman disertakan dalam laporan.
3. Sebelum laporan akhir penelitian diselesaikan PIHAK KEDUA melakukan diseminasi hasil penelitian melalui forum yang dikordinasikan oleh Lembaga Penelitian dengan kontribusi dana sebesar 1% dari jumlah dana penelitian yang tertulis dalam pasal 2 dan pembiayaannya dibebankan kepada PIHAK KEDUA.
4. Seminar penelitian dilakukan di Lembaga Penelitian dengan mengundang dosen dan mahasiswa sebagai peserta seminar lembaga penelitian.
5. Bahan pelaksanaan seminar dimaksud (makalah) disampaikan ke Lembaga Penelitian sebanyak 2 (dua) exemplar.
6. Bukti pengeluaran keuangan (kuitansi) dan RAB menjadi arsip pada PIHAK KEDUA dan 1 (satu) rangkap diserahkan ke Lembaga penelitian Unimed dalam bentuk laporan penggunaan dana penelitian paling lambat tanggal 10 Agustus 2011 yang pembiayaannya dibebankan kepada PIHAK KEDUA.
7. Dana penelitian tahap II tidak dapat dicairkan jika bukti pengeluaran keuangan belum diserahkan oleh peneliti, dan dikembalikan ke kas Negara jika melewati batas akhir SP2D.
8. Sistematika Laporan Akhir penelitian harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:
Laporan hasil penelitian yang tersebut dalam pasal 4 harus memenuhi ketentuan sbb:
 - a. Bentuk kuwarto
 - b. Warna cover disesuaikan dengan ketentuan yang ditetapkan Ditjen Dikti
 - c. Dibawah bagian kulit/cover depan ditulis : Dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional, sesuai dengan surat Perjanjian Hibah Penggunaan Penelitian Fundamental No. 199/SP2H/PL/Dit.Litabmas/IV/2011 tanggal 14 April 2011
 - d. Melampirkan Surat Perjanjian Penggunaan Dana (SP2D) pada lampiran laporan.

Pasal 7
SANKSI

Apabila PIHAK KEDUA dalam penelitian tidak dapat menyelesaikan penelitian sebagaimana tersebut dalam pasal 5 maka PIHAK KEDUA dikenakan sanksi:

1. Denda sebesar 1 % perhari dengan maksimum denda sebesar 5 % dari nilai Surat Perjanjian Penggunaan dana (SP2D)
2. Tidak akan dikutsertakan dalam pelaksanaan penelitian atau kegiatan lainnya.
3. Apabila pelaksana program melalaikan kewajiban baik langsung atau tidak langsung yang merugikan keuangan negara diwajibkan mengganti kerugian yang dimaksud.
4. Apabila ketua peneliti berhalangan melaksanakan desiminasi karena suatu hal, maka wajib menunjuk salah seorang anggota yang mampu.

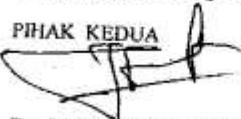
Pasal 8

Laporan Akhir Penelitian ini dibuat rangkap 5 (lima) dengan ketentuan sebagai berikut :

- 1 (satu) pada Perpustakaan Nasional
- 1 (satu) pada PDII (LIPI)
- 1 (satu) pada BAPENAS
- 1 (satu) perpustakaan perguruan tinggi
- 1 (satu) pada Lembaga Penelitian Unimed

Salinan surat perjanjian penggunaan dana (SP2D) ini diperbuat untuk diketahui dan dilaksanakan sebagaimana mestinya.

PIHAK KEDUA


Dr. Muhammad Yusuf Nasution, M.Si
NIP. 196312091990031005