



**DOSEN PEMBIMBING :**

**Dr. Ir. SONY SUWASONO, M.App.Sc (DPU)**

**Ir. SUSIJAHADI, MS (DPA)**

MOTTO

- ★ Perjuangkan dan hiasilah setiap aspek kehidupanmu dengan satu agama Allah yang benar, *Islam*, yang berpegang teguh pada *Al Qur'an* dan *Al Hadist*
- ★ Hidupku harus mempunyai tujuan & cita-cita melalui suatu perubahan. (tersarikan dari QS. *Ar Ra'dhu: 11*).
- ★ Rosulullah S.A.W bersabda: "*Wahai Abu Dzar; Perkokohlah bahteramu karena samudra itu dalam. Perbanyaklah bekalmu karena perjalanan itu panjang. Ikhlaslah amalanmu karena pengintaimu itu sangat jeli.*"
- ★ Kemantapan & kesuksesan berdasar pada ketulusan (*La Rose*)

PERSEMBAHAN

*Saatnya jua rentang jalan panjang terlintasi*

*Kayuh serpihan-serpihan masa*

*Pun bias getar nestapa dan suka*

*Padu padan balut bara sukma,..... tabur asa*

*Rengkuh baskara ukir senyum lembayung jingga*

*Raih cakrawala, meski.....*

*Aral 'kan jelang, pantang surut 'kan hasrat*

*Hamparan cita beronak di rerimbunan ilalang*

*Tiada retas di pelukan jiwa, tiada lekang di relung nurani*

*Namun.....*

*Sandaran kembaraku pada-Mu jua*

*Karenanya kuingin pesona darma baktiku kurajut teruntuk:*

- \* *Agamaku, aqidah untuk mengikatkan diri dalam syariat-Mu*
- \* *Keluarga besar Bapak Satiman & Ibu Sunarmi di rumah, tempat kami bersatu*
- \* *Adikku semata wayang Nurma Handayani, ini karyaku, satu diantaranya yang bisa aku teladankan*
- \* *Nenekku Rasnamo serta almarhumah nenekku Djuarah, untuk karya ini doamu pernah aku minta*
- \* *Para orang tuaku, guru-guruku dan saudara-saudara muhrimku, atas segala bentuk dorongan & spirit kalian, aku bisa!*
- \* *Hanya satu hamba Allah, yang akan selalu membimbingku dalam suatu keluarga sakinah*
- \* *Saudara-saudaraku seperjuangan di HMI, tempat kita berproses diri dan memantapkan visi*
- \* *Almamater Universitas Jember tercinta yang terpatrit di hati dan slalu kujunjung tinggi*

Diterima Oleh :

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**  
**UNIVERSITAS JEMBER**

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

---

Dipertahankan pada :

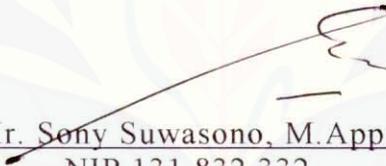
Hari : Rabu

Tanggal : 06 Juni 2001

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua



Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc.  
NIP.131 832 332

Anggota I



Ir. Susijahadi, MS  
NIP. 130 287 109

Anggota II



Ir. Giyarto, M.Sc  
NIP. 132 052 412

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian



Ir. Hj. Siti Hartanti, MS.  
NIP. 130 350 763

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat-Mu, ya Illahi Rabbi, atas terselesaikan skripsi ini. Semata-mata karena karunia dan keagungan-Mu kami dapat menyelesaikan penelitian dengan baik.

Skripsi ini berjudul “**Identifikasi Pengaruh Pertumbuhan Sinergis *Trichoderma viride* dengan *Saccharomyces cerevisiae* terhadap Peningkatan Kadar Protein Dedak Gandum**” yang diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan program strata satu (S-1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Oleh karena itu suatu kebanggaan tersendiri untuk menghaturkan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung sepenuhnya, antara lain:

1. Ir. Hj. Siti Hartanti, MS, selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember,
2. Ir. Susijahadi, MS, selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember,
3. Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah membimbing dan mengarahkan menjadi peneliti dan penulis yang baik dan benar beserta keluarga (Ibu Dhian terima kasih atas nasehat dan segenap perhatiannya serta Dhik Irfan yang cerdas nan riang),
4. Ir. Susijahadi, MS dan Ir. Giyarto, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Anggota I dan Dosen Pembimbing Anggota II yang telah membimbing penulis dan mengoreksi kebenaran pertanggungjawaban penelitian ini,
5. PT. Bogasari Flour Mills Jakarta sebagai sponsor utama penelitian ini,
6. Bapak Ir. Hamid Ahmad selaku Dosen wali yang berperan pula dalam mengarahkan pendidikan penulis selama kuliah,
7. Bapak/Ibu dosen yang tiada ragu mengalihkan ilmu bermanfaatnya kepada penulis,
8. Ayah Ibu tersayang (*Satiman & Sunarmi*) yang tiada akhir dalam mengantarkan penulis menggapai cita-cita nan cinta,

9. Adik semata wayang (*Nurma Handayani*) yang senantiasa mendorong untuk menjadi kakak terbaiknya,
10. Sahabat-sahabat sesuka dan seduka dalam masa-masa perjuangan (*Eka, Erna & Aimah*),
11. Rekan sesuka dan seduka dalam masa menggalang prestasi bersama (*Fazni & Itok-Aji*),
12. Group Dedak Gandum 2000 (*Roni dan Iranya serta Isnaeni*), terima kasih atas kebersamaannya selama ini,
13. Teknisi Laboratorium THP: *Mbak Widi, Mbak Ketut, Mbak Sari, Mbak Wim* dan teknisi lainnya serta *Crue Kabira Comp Work Shop TEP*, terima kasih atas kerja samanya selama ini,
14. Sri Astutik, SP *PSSDH-LH ITB* terima kasih atas wacana agama dan S<sub>2</sub>-nya ,
15. Teman-teman di kampus TP utamanya mahasiswa TP'97

Tiada sesuatu karya manusia yang sempurna, kecuali milik Allah semata. Oleh karena itu segala bentuk kritik dan saran atas perbaikan skripsi ini, kami akan menerimanya dengan senang hati. Semoga karya tulis ini dapat memberikan manfaat bagi kemaslahatan hidup manusia. Allahumma amien.

Penulis

Jember, Juni 2001

9. Adik semata wayang (*Nurma Handayani*) yang senantiasa mendorong untuk menjadi kakak terbaiknya,
10. Sahabat-sahabat sesuka dan seduka dalam masa-masa perjuangan (*Eka, Erna & Aimah*),
11. Rekan sesuka dan seduka dalam masa menggalang prestasi bersama (*Fazni & Itok-Aji*),
12. Group Dedak Gandum 2000 (*Roni dan Iranya serta Isnaeni*), terima kasih atas kebersamaannya selama ini,
13. Teknisi Laboratorium THP: *Mbak Widi, Mbak Ketut, Mbak Sari, Mbak Wim* dan teknisi lainnya serta *Crue Kabira Comp Work Shop TEP*, terima kasih atas kerja samanya selama ini,
14. Sri Astutik, SP *PSSDH-LH ITB* terima kasih atas wacana agama dan S<sub>2</sub>-nya ,
15. Teman-teman di kampus TP utamanya mahasiswa TP'97

Tiada sesuatu karya manusia yang sempurna, kecuali milik Allah semata. Oleh karena itu segala bentuk kritik dan saran atas perbaikan skripsi ini, kami akan menerimanya dengan senang hati. Semoga karya tulis ini dapat memberikan manfaat bagi kemaslahatan hidup manusia. Allahumma amien.

Penulis

Jember, Juni 2001

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL DALAM .....	i
HALAMAN DOSEN PEMBIMBING .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
HALAMAN PENGESAHAN .....	v
HALAMAN KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
RINGKASAN .....	xiv
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Gandum .....	4
2.2 Dedak Gandum .....	4
2.3 Protein Sel Tunggal .....	5
2.4 <i>Trichoderma viride</i> .....	7
2.5 <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	9

2.6 Selulosa.....	11
2.7 Glukosa.....	11
2.8 Hipotesis.....	12
III. BAHAN DAN METODE.....	13
3.1 Bahan dan Alat.....	13
3.1.1 Bahan.....	13
3.1.2 Alat.....	13
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	13
3.3 Metode Penelitian.....	13
3.3.1 Rancangan Percobaan.....	13
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian.....	15
3.3.3 Diagram Alir Percobaan.....	16
3.3.4 Pengamatan Parameter.....	17
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Kadar Air.....	21
4.2 Kadar Abu.....	24
4.3 Tingkat Kecerahan/Keputihan.....	26
4.4 Kadar N non Protein.....	29
4.5 Kadar Protein.....	31
4.6 Analisis Perlakuan yang Diharapkan.....	34
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
5.1 Kesimpulan.....	36

5.2 Saran ..... 36

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi Butir Gandum, Endosperm, Dedak dan Lembaga.....	4
2. Komposisi Kimia <i>Wheat Bran</i> , <i>Wheat Pollard</i> dan Pellet.....	5
3. Kandungan Protein dari Beberapa Jenis Mikroba.....	7
4. Hasil Analisis Sidik Ragam Kadar Air.....	21
5. Hasil Uji BNT Pengaruh Lama Inkubasi terhadap Kadar Air.....	23
6. Hasil Uji BNT Pengaruh Tipe Starter dan Lama Inkubasi terhadap Kadar Air .....	23
7. Hasil Analisis Sidik Ragam Kadar Abu.....	24
8. Hasil Uji BNT Pengaruh Lama Inkubasi terhadap Kadar Abu ....	25
9. Hasil Uji BNT Pengaruh Tipe Starter dan Lama Inkubasi terhadap Kadar Abu .....	25
10. Hasil Analisis Sidik Ragam Tingkat Kecerahan/Keputihan .....	26
11. Hasil Uji BNT Pengaruh Tipe Starter terhadap Tingkat Kecerahan/Keputihan.....	27
12. Hasil Uji BNT Pengaruh Lama Inkubasi terhadap Tingkat Kecerahan/Keputihan .....	28
13. Hasil Uji BNT Pengaruh Tipe Starter dan Lama Inkubasi terhadap Tingkat Kecerahan/Keputihan .....	28
14. Hasil Analisis Sidik Ragam Kadar N non Protein .....	29
15. Hasil Analisis Sidik Ragam Kadar Protein .....	31
16. Hasil Uji BNT Pengaruh Tipe Starter terhadap Kadar Protein...	32
17. Hasil Uji BNT Pengaruh Lama Inkubasi terhadap Kadar Protein	32

18. Hasil Uji BNT Pengaruh Tipe Starter dan Lama Inkubasi  
terhadap Kadar Protein ..... 32



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Model Pertumbuhan Tipikal Miselium <i>T. viridae</i> .....	9
2. Model Pertumbuhan Tipikal <i>S. cerevisiae</i> .....	9
3. Siklus Perkembangan <i>S. cerevisiae</i> .....	10
4. Rumus Bangun Selulosa .....	11
5. Struktur Kimia Glukosa .....	12
6. Diagram Alir Proses Pembuatan Dedak Gandum berprotein .....	17
7. Hubungan antara Kadar Air dan Lama Inkubasi .....	22
8. Hubungan antara Kadar Abu dan Lama Inkubasi .....	24
9. Hubungan antara Tingkat Kecerahan/Keputihan dan Lama Inkubasi .....	27
10. Hubungan antara Kadar N Non Protein dan Lama Inkubasi .....	30
11. Hubungan antara Kadar Protein dan Lama Inkubasi .....	32
12. Hubungan antara Perlakuan dengan Parameter Pengamatan .....	35

**NURHAYATI (NIM: 971710101110)** Identifikasi Pengaruh Pertumbuhan Sinergis *Trichoderma viride* dengan *Saccharomyces cerevisiae* terhadap Peningkatan Kadar Protein Dedak Gandum.

**Dosen Pembimbing Utama: Dr. Ir. Sony Suwasono, M.App.Sc.**

**Dosen Pembimbing Anggota: Ir. Susijahadi, M.S.**

## RINGKASAN

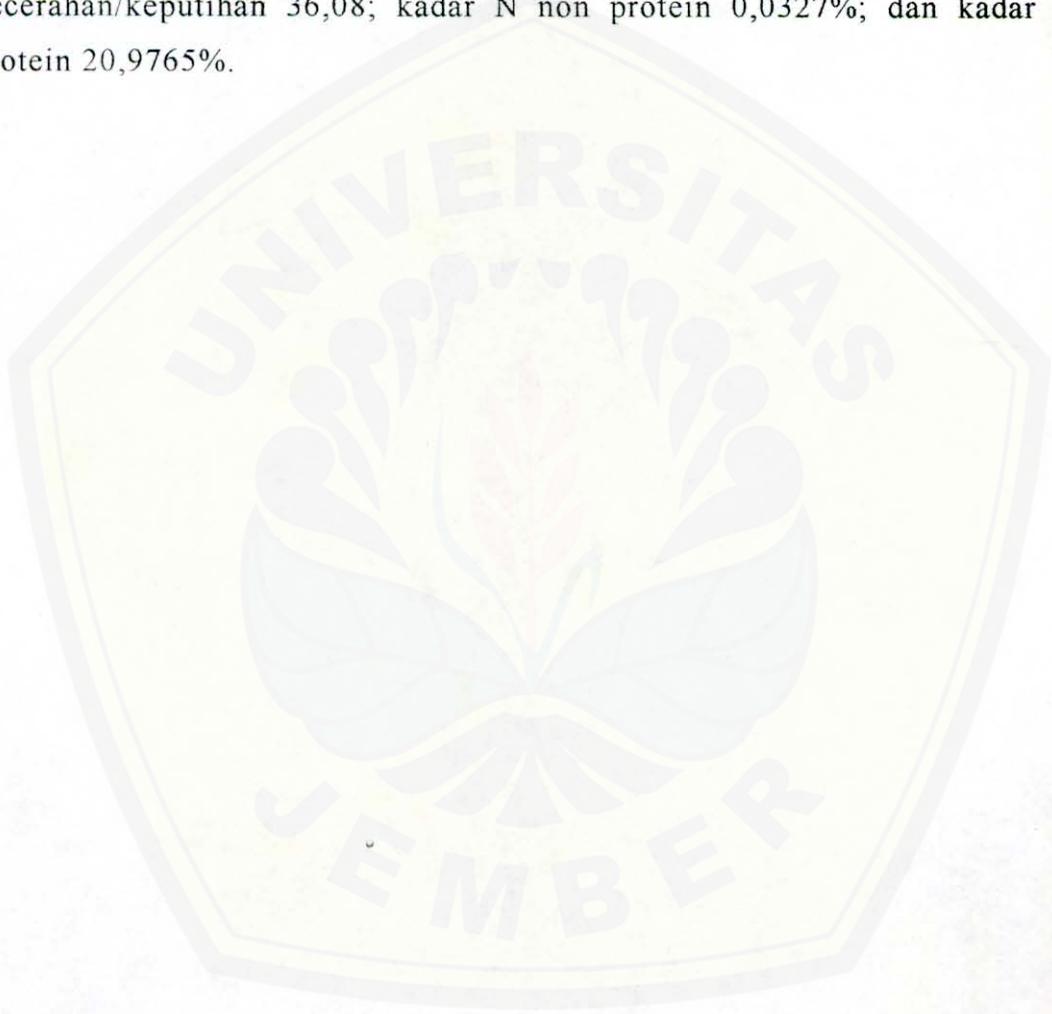
Dedak gandum merupakan limbah dari proses pengolahan gandum menjadi tepung terigu. Keberadaannya telah dimanfaatkan sebagai produk samping pengolahan gandum yang salah satunya berupa pakan ternak (pellet). Pellet yang diproduksi mempunyai kadar protein kurang lebih 14,5%.

Kadar protein dedak gandum dapat ditingkatkan dengan cara menumbuhkan mikroba pengurai (fungi) sehingga diperoleh kadar protein dari total biomass. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi peningkatan kadar protein dedak gandum yang telah diinkubasikan dengan mikroba secara sinergis.

Metode rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) faktorial yang meliputi faktor A (tipe starter) dan faktor B (lama inkubasi). Faktor A terdiri atas dua level yaitu tipe starter tunggal  $A_1$  (*Trichoderma viride*) dan tipe starter ganda  $A_2$  (*Trichoderma viride* dan *Saccharomyces cerevisiae*), sedangkan faktor B terdiri atas tiga level yaitu lama inkubasi; 48 jam ( $B_1$ ); 72 jam ( $B_2$ ); dan 96 jam ( $B_3$ ). Untuk menguji hipotesis digunakan uji F dan adanya perbedaan dilanjutkan dengan uji BNT pada taraf uji 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tipe starter memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap parameter; tingkat kecerahan/keputihan dan kadar protein dedak gandum akhir, akan tetapi berbeda tidak nyata terhadap parameter; kadar air, kadar abu dan kadar N non protein. Begitu pula dengan lama inkubasi menunjukkan pengaruh sangat

nyata terhadap parameter; kadar air, kadar abu, tingkat kecerahan/keputihan dan kadar protein dedak gandum akhir, akan tetapi berbeda tidak nyata terhadap parameter kadar N non protein. Dengan melakukan analisis parameter yang dihasilkan maka perlakuan terbaik adalah A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> dengan parameter kadar air 7,8157%; kadar abu 6,6117%; tingkat kecerahan/keputihan 36,08; kadar N non protein 0,0327%; dan kadar protein 20,9765%.



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Gandum merupakan salah satu sereal terpenting di dunia yang digunakan sebagai bahan baku utama dalam produksi tepung terigu. Seiring dengan meningkatnya populasi penduduk dunia dan kesejahteraan ekonomi, terjadi peningkatan konsumsi tepung terigu sebagai salah satu pangan utama masyarakat dunia dalam bentuk olahan, misalnya; roti, cake dan biskuit. Peningkatan konsumsi ini harus diimbangi dengan peningkatan kapasitas produksi tepung terigu, yang akan meningkatkan pula jumlah dedak gandum sebagai produk samping/limbah selama proses pengolahan gandum.

Dalam proses pengolahan gandum, terjadi pemisahan endosperm yang merupakan bagian yang dapat dimakan dari bagian kulit (dedak) dan lembaga (germ). Meskipun dalam komposisi alamnya gandum terdiri atas 82,5% endosperm, akan tetapi yang dihasilkan pada penggilingan gandum sekitar 72% dan sisanya melekat pada bagian kulit (dedak). Oleh karena itu akan diperoleh total dedak pada proses penggilingan gandum sekitar 28% (Anonim, 1999).

PT. Bogasari Flour Mills memanfaatkan dedak tersebut menjadi produk samping yang bernilai ekonomis, yaitu diantaranya ada tepung pollard untuk industri kayu lapis & lem, dan juga sebagai pakan ternak (pellet). Adanya protein kasar dan asam amino tertentu pada dedak gandum merupakan faktor pendukung dalam usaha meningkatkan nilai gizi terutama kandungan protein pada dedak gandum sebagai bahan dasar pembuatan pakan ternak atau pellet. Pellet yang diproduksi PT Bogasari Flour Mills memiliki kandungan protein sekitar 14,5%.

Oleh karena itu melalui proses mikrobiologis dengan bantuan mikroorganisme selulolitik yang ditumbuhkan secara sinergis dengan yeast/khamir diharapkan dapat meningkatkan kadar protein dedak gandum sebagai bahan baku pembuatan pakan ternak (pellet). Menurut Judoamidjojo (1992) khamir dan kapang dapat menghasilkan protein sekitar 50 - 55 % untuk khamir, dan 15 - 45% untuk kapang.

Dalam penelitian ini digunakan *Trichoderma viride* karena kapang ini merupakan cendawan selulolitik yang sangat kuat dan juga sebagai agensia pada degradasi selulosa (Alexander, 1977). Suba Rao (1975) melaporkan bahwa *T. viride* selain menguraikan selulosa juga dapat menguraikan lignin dan bahan organik lain melalui proses aerob. Sedangkan penggunaan *Saccharomyces cerevisiae* dimaksudkan agar terjadi pertumbuhan berkelanjutan antara *T. viride* dengan *S. cerevisiae*.

Selama pertumbuhannya, kapang tersebut akan mendegradasi selulosa menjadi senyawa karbohidrat sederhana seperti gula yang dapat digunakan sebagai substrat bagi pertumbuhan mikroba selanjutnya. Kondisi ini merupakan suatu bentuk hubungan sinergis yang menurut Dwidjoseputro (1990) mempunyai definisi yaitu: jika dua species hidup bersama-sama mengadakan kegiatan yang tidak saling mengganggu, akan tetapi merupakan suatu urutan yang saling menguntungkan maka hubungan ini disebut sinergisme. Dengan adanya pertumbuhan sinergis antara kedua mikroba tersebut diharapkan akan menghasilkan total biomass kering lebih banyak sehingga dapat meningkatkan kadar protein dedak gandum sebagai bahan dasar pakan ternak (pellet).

## 1.2 Permasalahan

Untuk mendapatkan dedak gandum berprotein tinggi dengan menggunakan starter mikroba diperlukan tipe starter yang baik dan lama inkubasi yang mencukupi. Oleh karena itu ada dua macam pokok permasalahan yang mendasari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh tipe starter yang digunakan terhadap peningkatan kadar protein dedak gandum yang dihasilkan.
2. Berapa lama inkubasi perlakuan yang dibutuhkan agar dapat meningkatkan kadar protein dedak gandum dengan kualitas terbaik

### 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini mempunyai tujuan yaitu:

1. Mengidentifikasi pengaruh pertumbuhan sinergis *Trichoderma viride* dengan *Saccharomyces cerevisiae* terhadap peningkatan kadar protein dedak gandum.
2. Menentukan tipe starter dan lama inkubasi yang dapat meningkatkan kadar protein dedak gandum dengan faktor analisis terbaik.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian yang dilakukan diharapkan mempunyai manfaat yaitu:

1. Dapat mengetahui potensi *Trichoderma viride* dan *Saccharomyces cerevisiae* sebagai mikroba yang mampu meningkatkan kadar protein dedak gandum.
2. Dapat meningkatkan kadar protein dedak gandum sehingga bisa digunakan sebagai bahan pakan ternak berprotein tinggi.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Gandum

Gandum adalah sereal yang paling banyak diproduksi dan dikonsumsi sebagai bahan makanan pokok di dunia setelah padi. Tumbuhan ini biasa ditanam di lahan kering dan tidak di sawah dengan menggunakan daerah lahan yang luas. Sereal adalah buah dari rumput yang dibudidayakan dan merupakan anggota dari famili *Gramineae*. Tanaman sereal yang utama adalah *wheat*, *rice*, *maize*, *millet/sorghum*, *barley*, *oats* dan *rye* yang mempunyai struktur, komposisi, dan nilai gizi yang kurang lebih sama. Tanaman ini termasuk dalam keluarga rumput-rumputan *Poaceae*. Selama beribu-ribu tahun biji sereal itu telah dibentuk menjadi dasar diet manusia. Biji sereal adalah biji yang keras dari tumbuh-tumbuhan yang dikenal sebagai caryopsis atau kernel (Anonim, 1991). Adapun komposisi butir gandum, endosperm, dedak dan lembaga dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Komposisi Butir Gandum, Endosperm, Dedak dan Lembaga

Komponen	Butir (%)	Endosperm (%)	Bran (%)	Lembaga (%)
Berat kering	100	82	15	3
Karbohidrat	82,7	86,4 (85)	70,0 (13)	50,6 (2)
Protein(N x 5,7)	12,8	11,2 (72)	16,5 (20)	32,4 (8)
Lemak	2,5	1,6 (52)	5,4 (32)	11,9 (16)
Mineral	2,0	0,8 (34)	7,4 (58)	5,1 (8)

Keterangan: ( ) = prosentase terhadap total butir

Sumber: Sheenberger dalam Bushuk (1986)

### 2.2 Dedak Gandum

Dedak terdiri atas lapisan aleuron, jaringan-jaringan nusellar, lapisan biji (testa), sel-sel tabung, sel-sel silang, hipodermis dan epidermis serta mengandung protein  $\pm$  14,5% dari butir gandum (Anonim, 1999) atau 16,5% menurut Sheenberger dalam Bushuk (1986). Dari kandungan protein dedak gandum tersebut Morris dan Rose (dalam Henry dan Kettlewell, 1996) menyebutkan

bahwa keseimbangan asam amino dalam g/kg protein kasar terdiri atas 32 lysin dan 51 methionin-sistein.

Pada proses pengolahan gandum menjadi tepung terigu terjadi pemisahan endosperm yang merupakan bagian yang dapat dikonsumsi dari bagian kulit (dedak) dan lembaga (germ). Dedak gandum yang dihasilkan dibedakan menjadi dua macam yaitu *wheat pollard* dan *wheat bran*. *Wheat pollard* merupakan kulit ari gandum yang halus dan berasal dari bagian gandum yang lebih dekat dengan endosperm serta mempunyai mutu protein lebih baik daripada *wheat bran* meskipun jumlahnya lebih kecil. Ukuran granula *wheat pollard* juga lebih kecil daripada *wheat bran*. *Wheat pollard* banyak diperlukan pabrik pakan ternak. Sedangkan *wheat bran* mempunyai ukuran lebih besar dari *wheat pollard* dengan kadar protein yang lebih banyak dan sebagian besar berasal dari bagian luar (Anonim, 1999). Adapun komposisi kedua macam dedak tersebut dan pellet yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Komposisi Kimia *Wheat Bran*, *Wheat Pollard* dan Pellet

Komponen	Jumlah (%)		
	<i>Wheat Bran</i>	<i>Wheat Pollard</i>	Pellet
Kadar air	Maksimal 14,0	Maksimal 14,0	Maksimal 14,0
Protein (Nx 6,25) db	Minimal 14,5	Minimal 14,5	Minimal 14,5
Kadar abu (db)	Maksimal 6,5	Maksimal 5,5	Maksimal 6,5
Pati	Maksimal 20,0	Maksimal 30,0	Maksimal 27,0
Lemak kasar (db)	Maksimal 4,0	Maksimal 4,0	Maksimal 4,5
Serat kasar (db)	Minimal 9,5	Minimal 7,0	Minimal 8,0

Sumber: Warta Bogasari, 1999

### 2.3 Protein Sel Tunggal (*Single Cell Protein*)

Pemanfaatan biomassa mikrobial sebagai protein secara komersial dimulai sejak Perang Dunia I di Jerman dengan memproduksi khamir *Torula*. Bahan-bahan mikrobial sangat tinggi nilainya, terutama kandungan protein yang merupakan bagian terbesar dari bobot kering sel pada hampir semua spesies. Pemanfaatan protein mikrobial dapat dilakukan secara tidak langsung, yaitu sebagai komponen protein dalam pakan ternak sehingga mengurangi kebutuhan pemakaian bahan-

bahan lain seperti kedelai dan tepung ikan. Protein ini juga dapat digunakan secara langsung sebagai campuran pangan (Said, 1994).

Istilah protein sel tunggal (PST) digunakan untuk membedakan bahwa protein ini berasal dari mikroba bersel tunggal atau banyak tetapi sederhana seperti bakteri, khamir, ganggang, jamur dan protozoa (Judoamidjojo dkk, 1992). Protein sel tunggal sangat bergantung pada perkembangbiakan skala besar dari mikroba tertentu yang diikuti dengan proses penuaan dan pengolahan menjadi bahan pangan. Operasi utama dalam protein sel tunggal ini adalah fermentasi yang bertujuan mengoptimalkan konversi substrat menjadi massa mikrobial. Terdapat dua faktor yang mendorong perkembangbiakan mikroba untuk protein sel tunggal yaitu sebagai berikut:

1. laju pertumbuhannya sangat cepat dibandingkan dengan tanaman atau hewan dan waktu pengadaan relatif singkat (diukur dalam satuan jam) serta masih mungkin diperpendek untuk menghasilkan massa pangan yang setara;
2. berbagai macam substrat dapat dimanfaatkan tergantung pada jenis mikroba yang digunakan. Keleluasaan itu juga dalam pemilihan bahan baku yaitu memanfaatkan bahan (limbah) bermutu rendah atau menggunakan bahan baku berkarbohidrat yang siap pakai dengan tetap menghasilkan produk yang mengandung protein tinggi (30 - 80 %). Selain itu produksi protein sel tunggal juga tidak tergantung pada perubahan iklim dan musim sehingga mudah dilakukan perencanaan (Said, 1994).

Secara teoritis setiap mikroba yang mampu tumbuh menggunakan selulosa sebagai sumber karbon, dapat digunakan dalam pembuatan PST. Untuk substrat selulosa umumnya mikroba tersebut termasuk golongan fungi. Pemilihan mikroba dalam memproduksi PST dilakukan berdasarkan laju dan luas pertumbuhannya, kemudahan pemeliharaan kultur, kesederhanaan medis dan kandungan protein serta kualitas gizinya. Hal tersebut dimaksudkan karena PST digunakan sebagai sumber protein, di samping juga berperan sebagai sumber vitamin B dan mineral. Kandungan lisin PST pada umumnya memadai dibandingkan protein dari tanaman, sehingga PST dapat digunakan untuk melengkapi kekurangan lisin

makanan lain. Kandungan protein PST bervariasi dan tergantung dari spesiesnya (Tabel 3). Dari tabel tersebut dapat diketahui bahwa kandungan protein khamir cukup tinggi, bakteri menghasilkan protein yang tinggi, ganggang bervariasi, sedangkan kandungan protein kapang paling rendah. Kandungan asam nukleat pada mikroba bervariasi antara 5 – 20 persen dari berat kering sel.

**Tabel 3.** Kandungan Protein dari Beberapa Jenis Mikroba

Tipe Mikroba	Kandungan protein (%)
Khamir	50 - 55
Bakteri	50 - 80
Ganggang	20 - 80
Kapang	15 - 45

Sumber: Judoamidjojo dkk, 1992

## 2.4 Mikroba Pengguna

### 2.4.1 *Trichoderma viride*

*Trichoderma viride* merupakan salah satu kapang mesofilik yang memiliki kemampuan selulolitik karena dapat menghasilkan selulase untuk menghidrolisis selulosa. *Trichoderma* ini adalah kapang yang diisolasi dari tanah yang aktif dalam proses amonifikasi dan dalam dekomposisi selulosa (Pelczar dan Reid, 1974).

*Trichoderma viride* pada umumnya memiliki morfologi sebagai berikut, yaitu miselium yang bersepta, bercabang banyak, konidiofor bersepta dan cabang yang paling ujung berfungsi sebagai sterigma. Konidia berwarna hijau cerah, bergerombol menjadi satu berbentuk seperti bola dan berkas hifa yang berwarna putih terlihat menonjol jelas diantara konidiofora (Frazier dan Westhoff, 1988).

Menurut Fardiaz (1989) *T. viride* termasuk famili *Moniliaceae*, ordo *Moniliales*, kelas Fungi *Imperfecti*, sub divisio *Eumycotina* dengan divisio *Mycota*. Sedangkan Corry (1982) mengidentifikasikannya ke dalam genus *Hypocrea*, famili *Hypocreaceae* dan ordo *Hypocreales*.

Selama pertumbuhan dan memproduksi enzim selulase, *Trichoderma sp.* membutuhkan mineral-mineral  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$  dan  $Zn^{2+}$ , untuk mineral  $Fe^{3+}$  dan

Mn<sup>2+</sup> digunakan sebagai penginduksi (Zhu dkk, 1981). *Trichoderma viride* dapat tumbuh optimal pada kisaran pH medium 5,5 - 6,0 sedangkan suhu optimal pertumbuhannya adalah 32°C - 35°C dan enzim selulase diproduksi pada suhu optimal 28°C - 32°C (Enari, 1983).

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan *Trichoderma sp.* antara lain sebagai berikut:

a) Suhu,

Suhu optimal pertumbuhan linear dari *Trichoderma sp* yang ditumbuhkan pada medium agar dan produksi miseliumnya adalah 20 – 29 °C.

b) Lengas Nisbi udara (kelembaban relatif),

Kelembaban minimal untuk pertumbuhan vegetatif *T. viride* adalah 92 %, sedangkan kelembaban untuk sporulasi adalah 92-95 %.

c) Derajat keasaman (pH) media tumbuh,

Pertumbuhan *T. viride* mempunyai kisaran pH yang luas yaitu 1,5 – 9,0 dalam substrat biakan.

d) Kandungan garam,

Kandungan garam yang tinggi dalam media dapat menghambat perkembangan *T. viride* tetapi tidak menghambat pertumbuhan miselium. Pertumbuhan tidak akan terjadi pada media yang mengandung NaCl 10%.

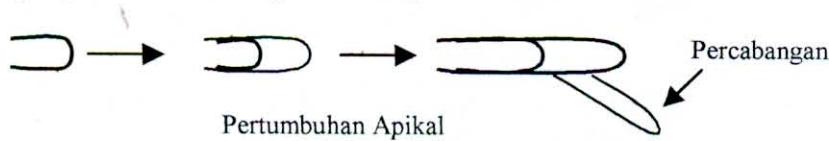
e) Kadar CO<sub>2</sub>,

CO<sub>2</sub> merupakan komponen yang mudah menguap dan menyebabkan penghambatan pertumbuhan miselium dari *Trichoderma sp* ( Papavizas, 1985)

f) Medium pertumbuhan,

Jenis medium yang digunakan untuk pertumbuhan organisme dapat memberikan pengaruh besar terhadap ekspresi fenotip pada pembentukan produk. Oleh karena itu komposisi medium dapat mempengaruhi konsentrasi biomass, kecepatan spesifik dan waktu pembentukan produk, kecepatan dekomposisi produk dan stabilitas dari organisme produsen. Fermentasi substrat padat lebih mendekati kondisi lingkungan dengan pertumbuhan yang alami terutama untuk *Trichoderma viride* (Smith, 1990).

Adapun model pertumbuhan tipikal dari *T. viride* secara vegetatif dengan perpanjangan miselium dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



**Gambar 1.** Model Pertumbuhan Tipikal Miselium *T. viride* (Judoamidjojo dkk, 1992)

#### 2.4.2 *Saccharomyces cerevisiae*

*S. cerevisiae* merupakan golongan khamir yang mampu memanfaatkan senyawa gula yang dihasilkan oleh mikroorganisme selulolitik untuk pertumbuhannya. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan *S. cerevisiae* antara lain meliputi:

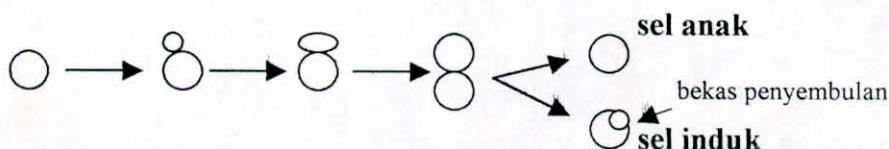
a. Suhu

*S. cerevisiae* mempunyai suhu optimal untuk pertumbuhan mikroba. Suhu di bawah minimal dan di atas maksimal dapat menyebabkan terjadinya denaturasi enzim sehingga tidak dapat tumbuh. Sebagian besar *S. cerevisiae* umumnya tumbuh baik pada kisaran suhu 25°C - 46°C (Forsith dan Quesnel, 1963).

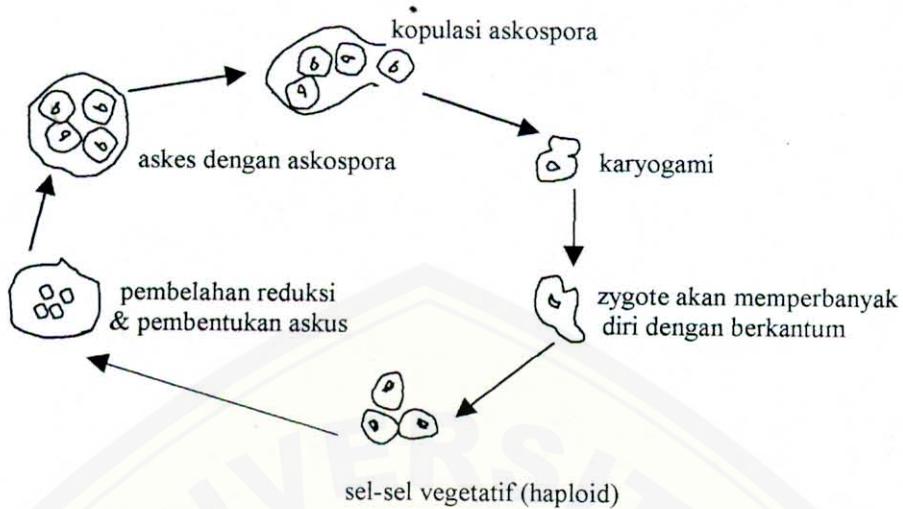
b. PH

Kegiatan fisiologis mikroorganisme sangat dipengaruhi oleh aktivitas enzim, aktivitas enzim sangat dipengaruhi oleh pH substrat. Nilai pH optimal untuk pertumbuhan *S. cerevisiae* adalah antara 2,5 - 4,5 (Forsith dan Quesnel, 1963).

Pertumbuhan tipikal *S. cerevisiae* seperti pada Gambar 2, sedangkan siklus perkembangannya dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 2.** Model Pertumbuhan Tipikal *S. cerevisiae* (Judoamidjojo dkk, 1992)

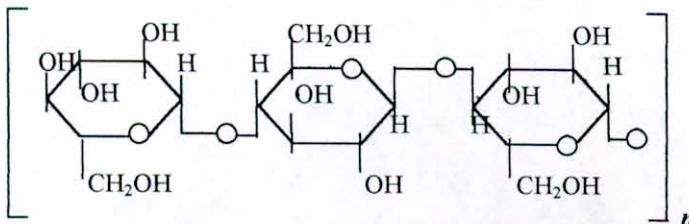


**Gambar 3.** Siklus Perkembangan *S. cerevisiae* (Schlegel & Karin, 1994)

## 2.5 Komponen Terombak

### 2.5.1 Selulosa

Selulosa merupakan bagian terbesar dari dinding sel tumbuhan, oleh karena itu merupakan bahan organik alam yang melimpah. Secara kimia, selulosa adalah glukukan karena tersusun atas satuan D-glukosa dengan ikatan 1, 4- $\beta$ - glikosida dan membentuk molekul mirip rantai lurus. Sebuah molekul selulosa dapat digambarkan sebagai tongkat kecil panjang dengan akar alkohol primer pada  $C_6$  dari satuan  $\beta$ -D glukosa yang diproyeksikan secara bergantian ke atas atau ke bawah bidang cincin piranosa (Loveless, 1987). Adapun struktur selulosa dapat dilihat pada Gambar 4.

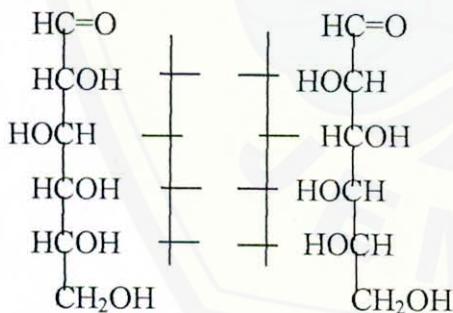


**Gambar 4.** Rumus Bangun Selulosa (Fessenden dan Fessenden, 1997)

Ikatan 1,4- $\beta$  antara unit-unit glukosa pada selulosa membentuk suatu rantai lurus yang mempunyai penyebaran gugus hidroksil yang sama pada sebelah luar masing-masing rantai. Bila ada dua atau lebih rantai selulosa yang berhubungan, maka gugus hidroksil tadi pada kondisi yang sesuai akan membentuk susunan paralel yang menyebabkan selulosa sangat tidak larut dalam air, kaku dan merupakan serat-serat panjang pada dinding sel tanaman (Solomons, 1980). Selulosa dapat dihidrolisis dengan menggunakan enzim maupun dengan asam. Enzim yang dapat digunakan untuk memecahkan ikatan 1,4- $\beta$  pada selulosa adalah enzim selulase (Winarno, 1995).

### 2.5.2 Glukosa

Glukosa merupakan monosakarida yang memiliki rasa manis, dan dikenal dengan nama gula anggur. Rasa manis dari senyawa ini disebabkan oleh gugus hidroksilnya yang dapat masuk ke dalam sel-sel kuncup rasa (taste bred) pada permukaan lidah (Sudarmadji dkk, 1996). Adapun struktur kimia glukosa ( $C_6H_{12}O_6$ ) dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.



**Gambar 5.** Struktur Kimia Glukosa (Winarno, 1992)

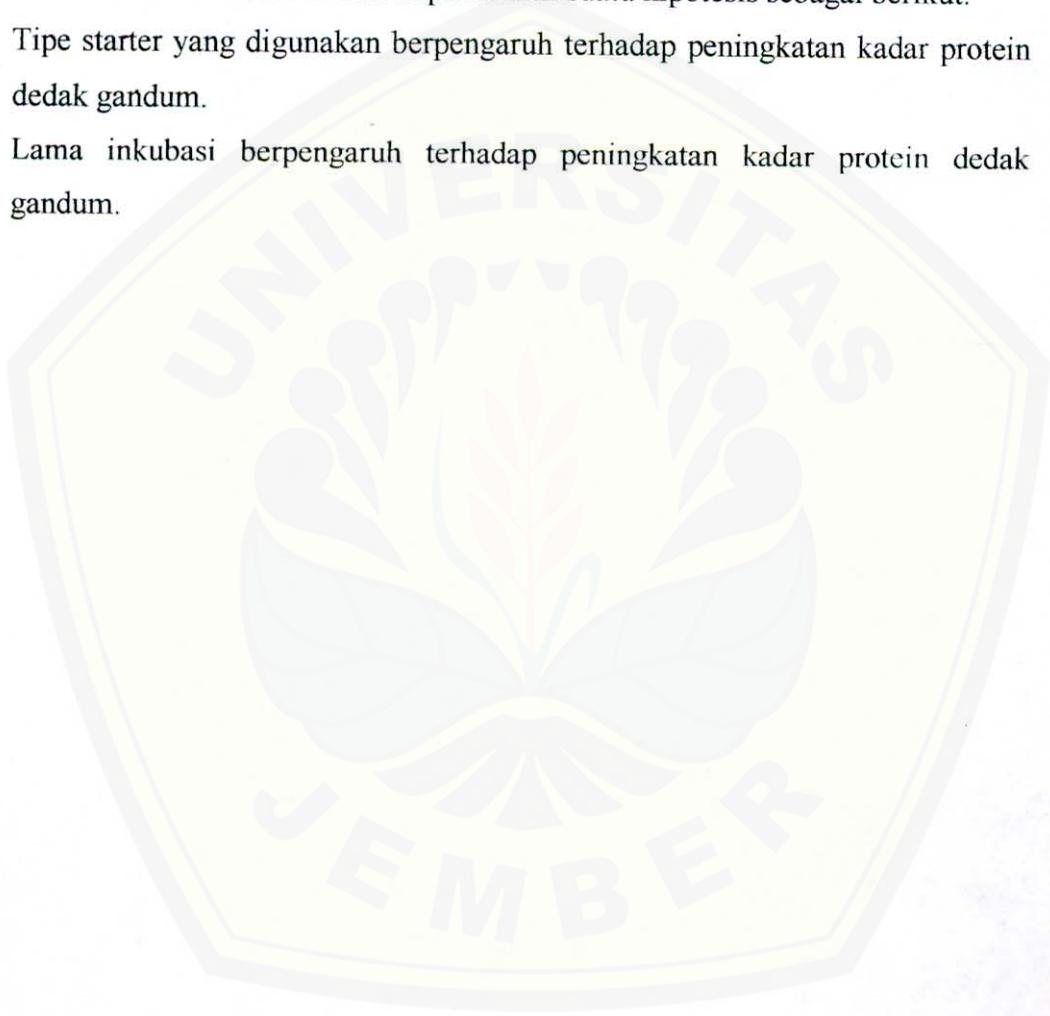
Senyawa ini juga merupakan substrat khamir pada pembuatan etanol. Dari satu molekul glukosa akan terbentuk 2 molekul etanol dan  $CO_2$ , sehingga berdasarkan bobotnya secara teoritis 1 gram glukosa akan menghasilkan 0,51 gram etanol. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan salah satu species khamir yang mampu menghasilkan zimase dan invertase sehingga mempunyai daya konversi gula menjadi etanol yang sangat tinggi. Oleh karena itu khamir ini dapat

memanfaatkan senyawa sakarida yang dihasilkan dari metabolisme mikroba selulolitik (kapang) sebagai sumber karbon utamanya (Judoamidjojo dkk, 1992).

## 2.6 Hipotesis

Dari uraian tersebut di atas dapat ditarik suatu hipotesis sebagai berikut:

- a. Tipe starter yang digunakan berpengaruh terhadap peningkatan kadar protein dedak gandum.
- b. Lama inkubasi berpengaruh terhadap peningkatan kadar protein dedak gandum.



### III. BAHAN DAN METODE

#### 3.1 Bahan dan Alat

##### 3.1.1 Bahan

1. Bahan dasar yang digunakan adalah dedak gandum (*wheat pollard* dan *wheat bran*) dan isolat mikroba (*Trichoderma viride* dan *Saccharomyces cerevisiae*).
2. Bahan kimia yang digunakan HgO, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, asam borat jenuh, HCl standar (0,02 N), NaOH-Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> jenuh, indikator MMB dan indikator phenolphthalin.

##### 3.1.2 Alat

Alat yang digunakan antara lain meliputi satu set analisis; kadar air, kadar abu, color reader CR-10, Conway Cumber (N-non protein) dan kadar protein (metode Kjeldhal).

#### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan bulan Desember sampai Februari 2000/2001. Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Pengendalian Mutu Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

#### 3.3 Metode Penelitian

##### 3.3.1 Rancangan Percobaan

Penelitian menggunakan dua macam mikroba yaitu *Trichoderma viride* dengan *Saccharomyces cerevisiae*. Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) secara faktorial menggunakan 2 faktor yang

masing-masing faktor terdiri atas 2 level untuk faktor A, dan 3 level untuk faktor B.

Faktor A (tipe starter) yaitu  $A_1$  = starter tunggal (*T. viride*),  $A_2$  = starter ganda (*T. viride* dan *S. cerevisiae*) dan faktor B (lama inkubasi) yaitu  $B_1$  = 48 jam,  $B_2$  = 72 jam dan  $B_3$  = 96 jam. Dari kedua faktor tersebut diperoleh kombinasi perlakuan sebagai berikut:

$A_1B_1$  = Starter *T. viride* dengan lama inkubasi 48 jam

$A_1B_2$  = Starter *T. viride* dengan lama inkubasi 72 jam

$A_1B_3$  = Starter *T. viride* dengan lama inkubasi 96 jam

$A_2B_1$  = Starter *T. viride* & *S. cerevisiae* dengan lama inkubasi 48 jam

$A_2B_2$  = Starter *T. viride* & *S. cerevisiae* dengan lama inkubasi 72 jam

$A_2B_3$  = Starter *T. viride* & *S. cerevisiae* dengan lama inkubasi 96 jam

Menurut Gaspersz (1994) persamaan linier rancangan tersebut adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + AB_{ij} + E_{ij}$$

Keterangan:

$Y_{ij}$  = nilai pengamatan pada satuan percobaan yang mendapat faktor A ke-i dan faktor B ke-j

$\mu$  = nilai rata-rata pengamatan pada populasi

$A_i$  = pengaruh faktor A pada level ke-i

$B_j$  = pengaruh faktor B pada level ke-j

$AB_{ij}$  = pengaruh interaksi antara faktor A level ke-i dan faktor B level ke-j

$E_{ij}$  = galat percobaan untuk faktor A level ke-i, faktor B level ke-j

Penelitian ini dilakukan sebanyak tiga kali ulangan. Data yang diperoleh kemudian diuji dengan uji F, dan adanya perbedaan akan dilanjutkan dengan uji

BNT (beda nyata terkecil) pada taraf uji 5%. Adapun rumus umum uji BNT adalah:

$$BNT_{\alpha} = t_{\alpha(v)} \cdot S_d$$

$t_{\alpha(v)}$  = nilai baku t-student pada taraf uji  $\alpha$  dan derajat bebas galat  $v$

Galat baku yang digunakan ditentukan sebagai berikut:

a. Untuk uji beda pengaruh utama A:

$$S_d^2 A = \alpha (2 E/rm)^{1/2}$$

b. Untuk uji beda pengaruh utama B:

$$S_d^2 B = \alpha (2 E/rn)^{1/2}$$

c. Untuk uji pengaruh tunggal A, pengaruh tunggal B dan pengaruh interaksi AB:

$$S_d^2 AB = \alpha (2 E/r)^{1/2}$$

E = kuadrat tengah galat

$S_d$  = galat baku rerata deviasi

r = jumlah kelompok/ulangan

m = jumlah perlakuan/tingkat faktor A

n = jumlah perlakuan/tingkat faktor B

(Hanafiah, 1997).

### 3.3.2 Pelaksanaan penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam tiga tahap persiapan yaitu sebagai berikut:

a. *Persiapan kultur mikroba sebagai starter*

Membuat medium miring PDA (potato dextro agar) dalam tabung reaksi untuk membiakkan kultur murni *T. viride* dan medium miring MEA (malt extract agar) dalam tabung reaksi untuk membiakkan kultur murni *S. cerevisiae*. Sete-

lah medium tersedia dilakukan penanaman dan diinkubasikan pada suhu kamar selama  $\pm 3$  hari. Dari kultur murni diperbanyak dan yang digunakan dalam penelitian adalah galur keturunan ke-2 (F-2).

*b. Persiapan bahan.*

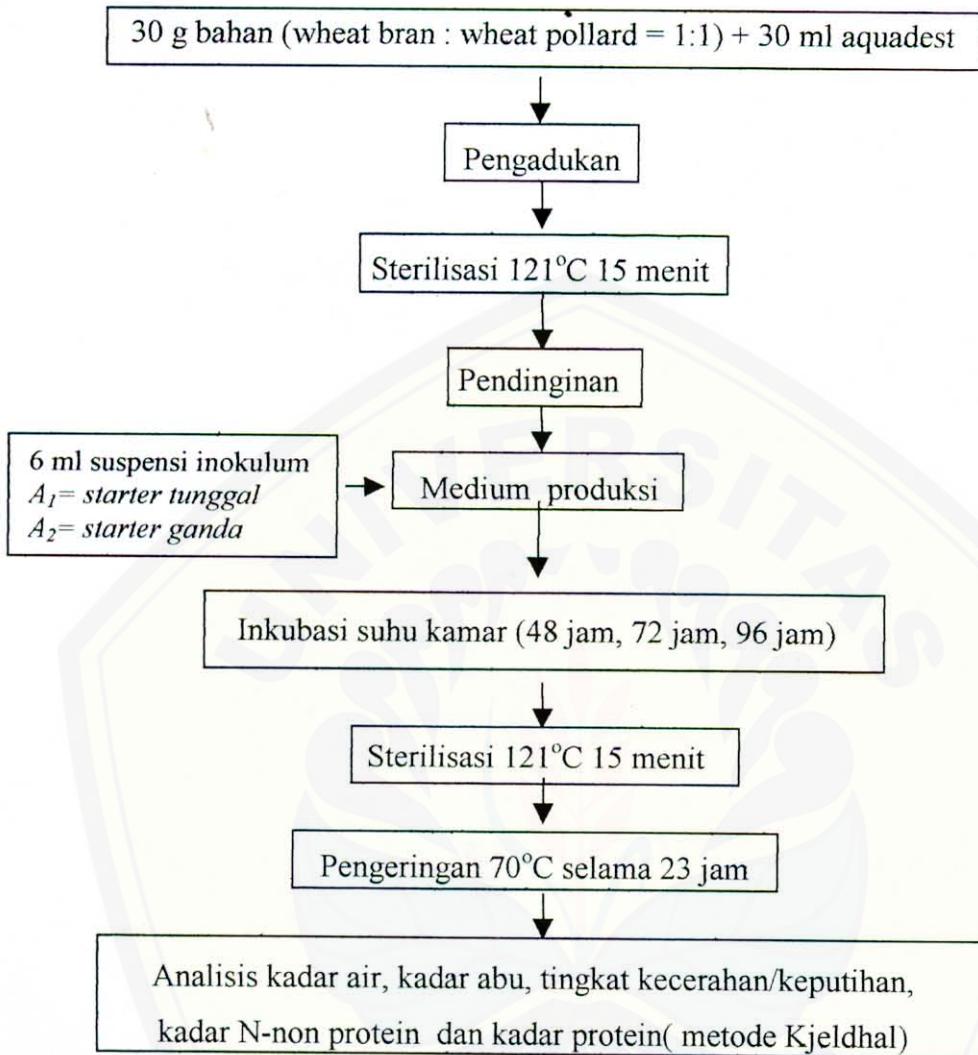
Bahan seberat 30 terdiri dari wheat bran dan wheat pollard dengan perbandingan 1:1. Bahan tanpa dilakukan pengecilan ukuran untuk menghindari terjadinya produk yang terlalu bulky. Setiap perlakuan bahan ditambah aquades dengan perbandingan 1:1. Setelah itu dilakukan sterilisasi bahan dengan menggunakan autoklaf pada suhu  $121^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit.

*c. Penanaman dan inkubasi pada media produksi.*

Dari satu kultur biakan dalam tabung reaksi ditambah aquades steril hingga volumenya 100 ml yang kemudian tiap medium ditambah 6 ml suspensi biakan. Untuk perlakuan starter tunggal medium dedak ditambah 6 ml *T. viride* sedangkan untuk perlakuan starter ganda, medium dedak ditambah 3 ml *T. viride* dan 3 ml *S. cerevisiae*. Kemudian masing-masing diinkubasikan pada suhu kamar dengan lama inkubasi sesuai faktor perlakuan B (48 jam, 72 jam dan 96 jam). Setelah itu produk dikeringkan pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$  dan kemudian dilanjutkan dengan pengamatan terhadap parameter-parameternya.

### 3.3.3 Diagram alir Percobaan

Adapun tahapan-tahapan yang dilakukan dalam proses pembuatan dedak gandum berprotein tinggi dapat dilihat pada diagram alir proses berikut ini.



**Gambar 6.** Diagram Alir Proses Pembuatan Dedak Gandum Berprotein

### 3.3.4 Pengamatan Parameter

Parameter yang diamati meliputi analisis; kadar air, kadar abu, derajat keputihan, kadar N-non protein dan kadar protein (Kjeldhal).

a. Analisis kadar air (Sudarmadji dkk, 1996)

1. Mengoven botol timbang sampai berat konstan ( $a$  gram)
2. Menimbang sampel yang telah dihaluskan dan botol timbang ( $b$  gram)
3. Mengoven sampel pada suhu  $\pm 100$  °C selama 4 jam kemudian ditempatkan dalam eksikator  $\pm 15$  menit dan menimbanginya sampai berat konstan ( $c$  gram).

4. Melakukan perhitungan kadar air (db) dengan rumus

$$\% \text{ Kadar air (db)} = \frac{b-c}{b-a} \times 100\%$$

- b. Analisis kadar abu (Sudarmadji dkk, 1996)

1. Mengoven cawan porselin sampai berat konstan ( $a$  gram)
2. Menimbang sampel yang telah dihaluskan dan cawan porselin ( $b$  gram)
3. Menaruh sampel ( $b$  gram) dalam tanur listrik dan diabukan dengan menggunakan tahapan suhu  $200$  °C sampai timbul asap, kemudian suhu dinaikkan menjadi  $400$  °C –  $600$  °C sampai seluruh sampel terabukan menjadi warna putih keabu-abuan. Setelah dingin ditempatkan dalam eksikator  $\pm 15$  menit dan menimbanginya sampai berat konstan ( $c$  gram).
4. Melakukan perhitungan kadar abu (db) dengan rumus

$$\% \text{ Kadar abu (db)} = \frac{c-a}{b-a} \times 100\%$$

- c. Pengukuran Tingkat Kecerahan/Keputihan (AOAC, 1970)

1. Menghidupkan alat ukur Color Reader CR-10 yaitu dengan menekan tombol on.
2. Menekan menu target, kemudian menempelkan ujung lensa pada permukaan contoh yang telah dihaluskan dengan posisi tegak lurus sambil menekan tombol pengukur.
3. Mencatat nilai L, a dan b yang muncul pada layar.
4. Melakukan perhitungan nilai tingkat kecerahan/keputihan menggunakan rumus berikut ini.

$$\text{Derajat keputihan/kecerahan} = \left[ 100 - \left[ (100 - L)^2 + (a^2 + b^2) \right]^{1/2} \right]$$

W = derajat keputihan

L = Nilai berkisar 0 - 100 yang menunjukkan warna hitam hingga putih

a = nilai berkisar antara (-80) - 100 yang menunjukkan warna hijau hingga merah

b = nilai berkisar antara (-70) - 70 yang menunjukkan warna biru hingga kuning

d. Analisis % kadar N non protein (AOAC, 1970)

1. Sampel seberat  $\pm 2$  gram diekstrak dengan TCA 10 % kemudian disaring dengan kertas saring.
2. Asam borat sebanyak 1 ml dimasukkan ke bagian dalam (inner chamber), dan 1 ml  $K_2CO_3$  jenuh ke cawan Conway bagian luar (outer chamber) kemudian 1 ml filtrat sampel pada sisi yang berlawanan. Pada saat itu cawan Conway dalam keadaan miring.
3. Cawan Conway ditutup dengan menggunakan vaselin/penjepitnya sampai rapat kemudian dicampur dengan hati-hati selama 1 menit. Setelah itu inkubasikan selama 2 jam pada suhu  $35^\circ C$  atau semalam pada suhu kamar.
4. Kemudian menambah 2 - 3 tetes indikator pp pada sampel dan menitrasi dengan larutan HCl 0,02 N yang distandarisasi sampai terjadi perubahan warna menjadi warna merah muda (sama dengan warna titrasi pada blanko).
5. Melakukan perhitungan kadar N non protein dengan rumus sebagai berikut:

$$\% N \text{ non protein} = \frac{(ml_{\text{sampel}} - ml_{\text{blanko}}) \times NHCl \times 14,0067}{mgsampel} \times 100\%$$

e. Analisis % kadar protein metode Kjeldhal (Sudarmadji dkk, 1996)

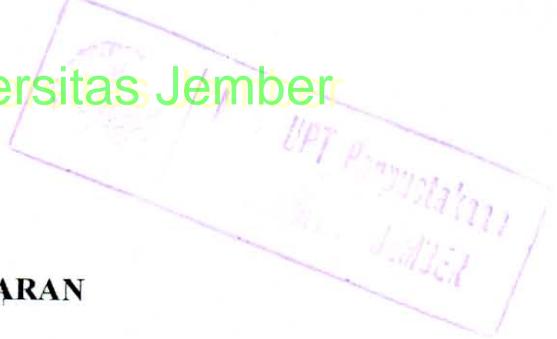
1. Sampel dihaluskan kemudian ditimbang  $\pm 0,2$  g dan dimasukkan ke dalam labu kjeldhal.
2. Menambahkan 3 ml  $H_2SO_4$ , 0,04 g HgO dan 1,9 g  $Na_2SO_4$  kemudian didekstruksi dalam ruangan asam selama  $\pm 2$  jam.
3. Setelah didekstruksi sampel ditambah 10 ml aquades dan didinginkan.
4. Meletakkan erlenmeyer 125 ml yang berisi 5 ml asam borat jenuh dengan 2 - 4 tetes indikator MMB (campuran 2 bagian metil merah 0,2 % dalam alkohol dan 1 bagian methil blue 0,2 % dalam alkohol) di bawah kondensor. Ujung kondensor harus tercelup dalam larutan asam borat.

5. Menambahkan 8 – 10 ml larutan NaOH-Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, kemudian melakukan destilasi sampai tertampung kira-kira 80 ml distilat dalam erlenmeyer.
6. Menitrasi hasil destilasi dengan larutan HCl 0,02N yang distandarisasi sampai terjadi perubahan warna menjadi warna abu-abu (sama dengan warna titrasi pada blanko).
7. Melakukan perhitungan % N protein kasar dengan rumus sebagai berikut:

$$\% N \text{ protein kasar} = \frac{(ml_{sampel} - ml_{blanko}) \times NHCl \times 14,0067}{mg_{bahan}} \times 100\%$$

8. Melakukan perhitungan % kadar protein bersih dengan rumus

$$\% \text{ kadar protein} = (\% N_{\text{protein kasar}} - \% N_{\text{nonprotein}}) \times 6,25$$



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan beberapa hal antara lain yaitu:

1. Identifikasi terhadap tipe starter memberikan pengaruh berbeda sangat nyata pada parameter tingkat kecerahan/keputihan dan kadar protein dedak gandum akhir, akan tetapi berbeda tidak nyata pada parameter kadar air, kadar abu dan kadar N non protein.
2. Identifikasi terhadap lama inkubasi memberikan pengaruh berbeda sangat nyata pada parameter kadar air, kadar abu, tingkat kecerahan/keputihan dan kadar protein dedak gandum akhir, akan tetapi berbeda tidak nyata pada parameter kadar N non protein.
3. Dengan KK (koefisien keragaman) dalam kisaran nisbi  $\leq 7,1529\%$  maka keandalan, kejitian dan kebenaran kesimpulan dapat dipertanggungjawabkan dengan uji lanjut yaitu uji BNT pada taraf uji 5% kecuali KK untuk kadar N non protein (75,9311%) sehingga tidak perlu dilanjutkan dengan uji BNT.
4. Berdasarkan analisis perbandingan masing-masing parameter maka kombinasi perlakuan  $A_2B_2$  memberikan hasil terbaik dengan kadar air 7,8157%, kadar abu 6,6117%; tingkat kecerahan/keputihan 36,08; kadar N non protein 0,0327%; dan kadar protein 20,9765%.

### 5.2 Saran

Atas dasar kesimpulan-kesimpulan yang diperoleh maka peneliti menyarankan hal-hal yang meliputi:

1. Untuk meningkatkan kadar protein dedak gandum dengan kualitas terbaik berdasarkan parameter kadar air, kadar abu, tingkat kecerahan/keputihan, kadar N non protein dan kadar protein dedak gandum akhir adalah dengan

menumbuhkan secara sinergis *T. viride* dengan *S. cerevisiae* yang diinkubasikan selama 72 jam.

2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai komposisi asam amino protein dedak gandum akhir hasil pertumbuhan sinergis *T. viride* dengan *S. cerevisiae* terutama terhadap kandungan lisinnya sebagai komponen utama asam amino pakan ternak (pellet), serta uji biologis pada ternak tertentu.



DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, M. 1997. *Introduction to Soil Microbiology*. 2<sup>nd</sup> Edition. New York: John Willey & Son's Inc.
- Anggorodi, R. 1984. *Ilmu Makanan Ternak Umum*. Jakarta: Djambatan.
- Anonim. 1999. *Pasta Dalam Warta Bogasari Edisi 17*. Jakarta: Bogasari Flour Mills Press.
- AOAC. 1970. *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analysis Chemist*. 11<sup>th</sup> ed. Washington DC.
- Corry, Janet E. L. 1989. *Isolation and Identification Methods for Food Poisoning Organism*. London: Academic Press.
- Dwidjoseputro, D. 1990. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Djambatan.
- Enari, T. M. 1983. *Microbial Cellulases, Microbial Enzyme and Biotechnology Applied Science*. New York: Public.
- Fardiaz, S. 1989. *Mikrobiologi Pengolahan*. Bogor: PAU Pangan dan Gizi IPB.
- Fessenden, R.J dan J.S. Fessenden. 1997. *Dasar-dasar Kimia Organik*. Terjemahan Sukmariah Maun, dkk dari *Fundamentals of Organic Chemistry*. Jakarta: Bina Rupa Aksara.
- Forsith W. G. C. dan V. C. Quesnel. 1963. *Mechanisme of Cocoa Curing Advence in Enzimologist*. New York: McGraw Hill Book Co.
- Frazier, W. C. dan D. C. Westhoff. 1981. *Food Microbiology*. New Delhi: McGraw Hill Pub. Co Ltd.
- Gaspersz, V. 1994. *Metode Perancangan Percobaan untuk Ilmu-ilmu Pertanian, Ilmu Teknik, Biologi*. Bandung: ARMICO.
- Hanafiah, K. A. 1997. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Jakarta: PT. RajaGrafindo Persada.
- Henry, R. J. dan P. S. Kettlewell. 1996. *Cereal Grain Quality*. London: Chapman & Hall.
- Judoamidjojo, M., A. A. Darwis dan E. G. Said. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Jakarta: Rajawali Press.

- Kompiang, IP dkk. 1994. ***Pengaruh Kadar Mineral terhadap Sintesa Protein dan Laju Apertumbuhan Aspergillus niger*** Dalam Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi II. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi LIPI .
- Loveless, A. R. 1987. ***Prinsip-prinsip Bioteknologi Tumbuhan untuk Daerah Tropik I***. Terjemahan Kuswata Kartawinata, S. Danimiharjo dan U. Soetisna dari *Principles of Plant Biology for The Tropics I*. Jakarta: Gramedia.
- Papavizas, G.C. 1985. ***Trichoderma sp and Gliocladium sp Biology, Ecology and Potential for Biocontrol***. Ann Rev Phytopathol 23: 2454 p
- Pelczar, M. L dan R. D. Reid. 1974. ***Microbiology***. New York: McGraw Hill Book Co.
- Said, G.E. 1994. ***Teknologi Bioproses***. Jakarta: Penenbar Swadaya.
- Schelgel, H. G. dan Karin S. 1994. ***Mikrobiologi Umum***. Terjemahan Baskoro, R. M. T. dari *General Microbiology*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Smith, J. E. 1990. ***Prinsip Bioteknologi***. Terjemahan Usman F. Sumo, Bambang Sumantri dan Agung Subono dari *Biotechnology Principles*. Jakarta: Gramedia.
- Solomons, T. W. G. 1980. ***Organic Chemistry***. New York: John Willey & Son's Inc.
- Suba Rao, N. S. 1975. ***Soil Microorganism and Plant Growth***. New Delhi Oxford and IBH Publishing Co. P. 176 – 181.
- Sudarmadji, S., Bambang H. dan Suhardi. 1996. ***Analisa Bahan Makanan dan Pertanian***. Yogyakarta: Liberty.
- Trismilah. 1988. ***Pengaruh Aerasi terhadap Pertumbuhan Saccharomyces cerevisiae***. Dalam *Lanjutan Simposim Bioproses dalam Industri Pangan*. Yogyakarta: PAU Pangan & Gizi dan Liberty Yogyakarta.
- Winarno, F. G. 1992. ***Kimia Pangan dan Gizi***. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- \_\_\_\_\_. 1995. ***Enzim Pangan***. Jakarta. Gramedia.

Lampiran 1 *Lampiran*

ANALISIS DATA

1. Rumus-Rumus yang Digunakan

$$FK = \frac{\sum ij^2}{t.r}$$

$$JKT = \sum Yij^2 - FK$$

$$JKP = \frac{\sum P^2}{r} - FK = \frac{(Y_{10}^2 + Y_{11}^2 + \dots + Y_{ij}^2 + \dots + Y_{rt}^2)}{r} - FK$$

$$JKA = \frac{\sum A^2}{r.b} - FK = \frac{(A_{10}^2 + A_{11}^2 + \dots + A_{ij}^2 + \dots + A_{rt}^2)}{r.b} - FK$$

$$JKB = \frac{\sum B^2}{r.a} - FK = \frac{(B_{10}^2 + B_{11}^2 + \dots + B_{ij}^2 + \dots + B_{rt}^2)}{r.a} - FK$$

$$JKAB = JKP - (JKA + JKB)$$

$$KT = \frac{JK}{db}$$

$$Fhitung = \frac{KT}{KTG}$$

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

$$y = \frac{\sum ij}{rt}$$

Keterangan:

FK = faktor koreksi

JK = jumlah kuadrat

KT = kuadrat tengah

KK = koefisien keragaman

T,P, A, B,G = total, perlakuan, faktor A, faktor B, galat

db = derajat bebas

2. Analisis

a. Kadar Air

Tabel Data Kadar Air Menurut Kombinasi Perlakuan

Perlakuan	1	2	3	Jumlah	Rata-rata
A1B1	7.8166	7.7102	7.6823	23.2091	7.7364
A1B2	7.6779	8.6164	8.4579	24.7522	8.2507
A1B3	9.7401	9.6656	9.0712	28.4769	9.4923
A2B1	7.6668	7.6064	7.9749	23.2481	7.7494
A2B2	6.9178	7.5746	8.9548	23.4472	7.8157
A2B3	8.1873	9.5629	8.2675	26.0177	8.6726
Jumlah	49.0065	52.7361	53.4086	149.1512	8,2862
Rata-rata	8.0011	8.4560	8.4014		

Tabel Dua Arah kadar Air

Perlakuan	B1	B2	B3	Jumlah	Rata-rata
A1	23,2091	24,7522	28,4769	76,4382	8,4931
A2	23,2481	23,4472	26,0177	72,7130	8,0792
Jumlah	46,4572	48,1994	54,4946	149,1512	
Rata-rata	7,7429	8,0332	9,0824		

Tabel Hasil Analisis Sidik Ragam Pengaruh Utama dan Interaksi Tipe Starter (A) dan Lama Inkubasi (B) terhadap Kadar Air

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	5	7.2512	1.4502	4.1279 <b>s*</b>	3.11	5.06
A	1	0.7710	0.7710	2.1944 <b>ns</b>	4.75	9.33
B	2	5.9591	2.9796	8.481 <b>s**</b>	3.88	6.93
AB	2	0.5211	0.2605	1.4832 <b>ns</b>	3.88	6.93
Galat	12	4.2158	0.3513			
Total	17	11.467				

Keterangan: s = signifikan  
 ns = non signifikan  
 \* = berbeda nyata  
 \*\* = berbeda sangat nyata  
 KK = 7,1529

Tabel Hasil Uji BNT Pengaruh Utama, Tunggal dan Interaksi Tipe Starter (A) dan Lama Inkubasi (B) terhadap Kadar Air

Pengaruh Tunggal A	Pengaruh Tunggal B			Pengaruh Utama A
	B1	B2	B3	
A1	7.7364 <b>a</b>	8.2507 <b>a,b,c,d</b>	9.4923 <b>f</b>	8,4931 <b>a,b</b>
A2	7.7494 <b>a,b</b>	7.8157 <b>a,b,c</b>	8.6726 <b>a,b,c,d,e</b>	8,0792 <b>a</b>
Pengaruh Utama B	7,7429 <b>a</b>	8,0332 <b>a,b</b>	9,0824 <b>c</b>	

Keterangan: BNT AB  $\alpha_{0,05} = 1,0545$

BNT A  $\alpha_{0,05} = 0,7456$

BNT B  $\alpha_{0,05} = 0,6088$

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata

**b. Kadar Abu**

Tabel Data Kadar Abu Menurut Kombinasi Perlakuan

Perlakuan	1	2	3	Jumlah	Rata-rata
A1B1	5.5046	4.8527	5.3684	15.7257	5.2419
A1B2	7.0922	6.0316	6.1102	19.2340	6.4113
A1B3	6.5604	6.4420	5.3653	18.3677	6.1226
A2B1	5.9548	5.8338	5.9974	17.7860	5.9287
A2B2	6.5717	6.5865	6.6770	19.8352	6.6117
A2B3	4.4576	4.5480	4.8785	13.8841	4.6280
Jumlah	36.1413	34.2946	34.3968	104.8327	5,2840
Rata-rata	6.0236	5.7158	5.7328		

Tabel Dua Arah kadar Abu

	B1	B2	B3	Jumlah	Rata-rata
A1	15,7257	19,234	18,3677	53,3274	5,9253
A2	17,786	19,8352	13,8841	51,5053	5,7228
Jumlah	33,5117	39,0692	32,2518	104,8327	
Rata-rata	5,5853	6,5115	5,3753		

Tabel Hasil Analisis Sidik Ragam Pengaruh Utama dan Interaksi Tipe Starter (A) dan Lama Inkubasi (B) terhadap Kadar Abu

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	5	8.5042	1.7008	10.6236 <b>s**</b>	3.11	5.06
A	1	0.1844	0.1844	1.1518 <b>ns</b>	4.75	9.33
B	2	4.3861	2.1931	13.98 <b>s**</b>	3.88	6.93
AB	2	3.9337	1.9668	12.2851 <b>s**</b>	3.88	6.93
Galat	12	1.9212	0.1601			
Total	17					

Keterangan: s = signifikan  
 ns = non signifikan  
 \* = berbeda nyata  
 \*\* = berbeda sangat nyata  
 KK = 6,8702%

Tabel Hasil Uji BNT Pengaruh Utama, Tunggal dan Interaksi Tipe Starter (A) dan Lama Inkubasi (B) terhadap Kadar Abu

Pengaruh Tunggal A	Pengaruh Tunggal B			Pengaruh Utama A
	B1	B2	B3	
A1	5.2419 <b>a,b</b>	6.4113 <b>c,d,e</b>	6.1226 <b>c,d</b>	5,9253 <b>a,b</b>
A2	5.9287 <b>b,c</b>	6.6117 <b>c,d,e,f</b>	4.628 <b>a</b>	5,7228 <b>a</b>
Pengaruh Utama B	5,5853 <b>a,b</b>	6,5115 <b>c</b>	5,3753 <b>a</b>	

Keterangan: BNT AB  $\alpha_{0,05} = 0,7119$   
 BNT A  $\alpha_{0,05} = 0,5034$   
 BNT B  $\alpha_{0,05} = 0,4110$   
 Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata

### c. Tingkat Kecerahan/Keputihan

Tabel Data Derajat Keputihan Menurut Kombinasi Perlakuan

Perlakuan	1	2	3	Jumlah	Rata-rata
A1B1	38.11	38.48	38.95	115.54	38.51
A1B2	35.84	35.84	36.23	107.91	35.97
A1B3	34.55	34.53	34.38	103.46	34.49
A2B1	38.39	58.76	38.46	135.61	45.20
A2B2	36.44	35.81	35.99	108.24	36.08
A2B3	36.17	35.76	35.68	107.61	35.87
Jumlah	219.50	239.18	219.69	678.37	37,69
Rata-rata	36.58	39.86	36.615	113.06	

**d. Prosentase Kadar N Non Protein**

Tabel Data Kadar N Non Protein Menurut Kombinasi Perlakuan

Perlakuan	1	2	3	Jumlah	Rata-rata
A1B1	0.0588	0.0513	0.0393	0.1494	0.0498
A1B2	0.0065	0.0771	0.0879	0.1715	0.0572
A1B3	0.0097	0.0302	0.0515	0.0914	0.0305
A2B1	0.0791	0.0617	0.016	0.1568	0.0523
A2B2	0.0546	0.0168	0.0266	0.098	0.0327
A2B3	0.0253	0.0642	0.136	0.2255	0.0752
Jumlah	0.234	0.3013	0.3573	0.8926	0,0496
Rata-rata	0.039	0.050217	0.05955		

Tabel Dua Arah % Kadar N Non Protein

Perlakuan	B1	B2	B3	Jumlah	Rata-rata
A1	0,1494	0,1715	0,0914	0,4123	0,0458
A2	0,1568	0,098	0,2255	0,4803	0,0534
Jumlah	0,4803	0,8038	0,7592		
Rata-rata	0,0801	0,1340	0,1265		

Tabel Hasil Analisis Sidik Ragam Pengaruh Utama dan Interaksi Tipe Starter (A) dan Lama Inkubasi (B) terhadap Kadar N Non Protein

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	5	0,004112645	0,0008225	0.70 ns	3,11	5,06
A	1	0,000257	0,000257	0.22 ns	4,75	9,33
B	2	0,0001958	0,0000979	0.08 ns	3,88	6,93
AB	2	0,00365995	0,00183	1.55 ns	3,88	6,93
Galat	12	0,014177765	0,0011815			
Total	17	0,018290515				

Keterangan: ns = non signifikan  
 KK = 75,9311%

*e. Prosentase Kadar Protein*

Tabel Data Kadar Protein Menurut Kombinasi Perlakuan

Perlakuan	1	2	3	Jumlah	Rata-rata
A1B1	17.4991	17.0917	17.0353	51.6261	17.2087
A1B2	19.3499	19.3463	20.0054	58.7016	19.5672
A1B3	21.1683	22.0806	21.8785	65.1274	21.7091
A2B1	16.9879	16.2878	17.5559	50.8316	16.9439
A2B2	20.8784	19.9894	22.0616	62.9294	20.9765
A2B3	23.1369	22.9581	23.2349	69.3299	23.1100
Jumlah	119.0205	117.7539	121.7716	358.546	19.9192
Rata-rata	19.83675	19.62565	20.295267		

Tabel Dua Arah % Kadar Protein

Perlakuan	B1	B2	B3	Jumlah	Rata-rata
A1	51.6261	58.7016	65.1274	175.4551	19.4950
A2	50.8316	62.9294	69.3299	183.0909	20.3434
Jumlah	102.4577	121.6310	134.4573	358.5460	
Rata-rata	17.0763	20.2718	22.4096		

Tabel Hasil Analisis Sidik Ragam Pengaruh Utama dan Interaksi Tipe Starter (A) dan Lama Inkubasi (B) terhadap % Kadar Protein

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Perlakuan	5	93.196906	18.639381	50,15 s**	3.11	5.06
A	1	3.544629	3.544629	9,54 s**	4.75	9.33
B	2	86.628328	43.314164	116,53 s**	3.88	6.93
AB	2	3.023949	1.5119745	4,07 s*	3.88	6.93
Galat	12	4.460327	0.3716939			
Total	17	97.657233				

Keterangan: s = signifikan  
 \* = berbeda nyata  
 \*\* = berbeda sangat nyata  
 KK = 3,0607%

Tabel Hasil Uji BNT Pengaruh Utama, Tunggal dan Interaksi Tipe Starter (A) dan Lama Inkubasi (B) terhadap % Kadar Protein

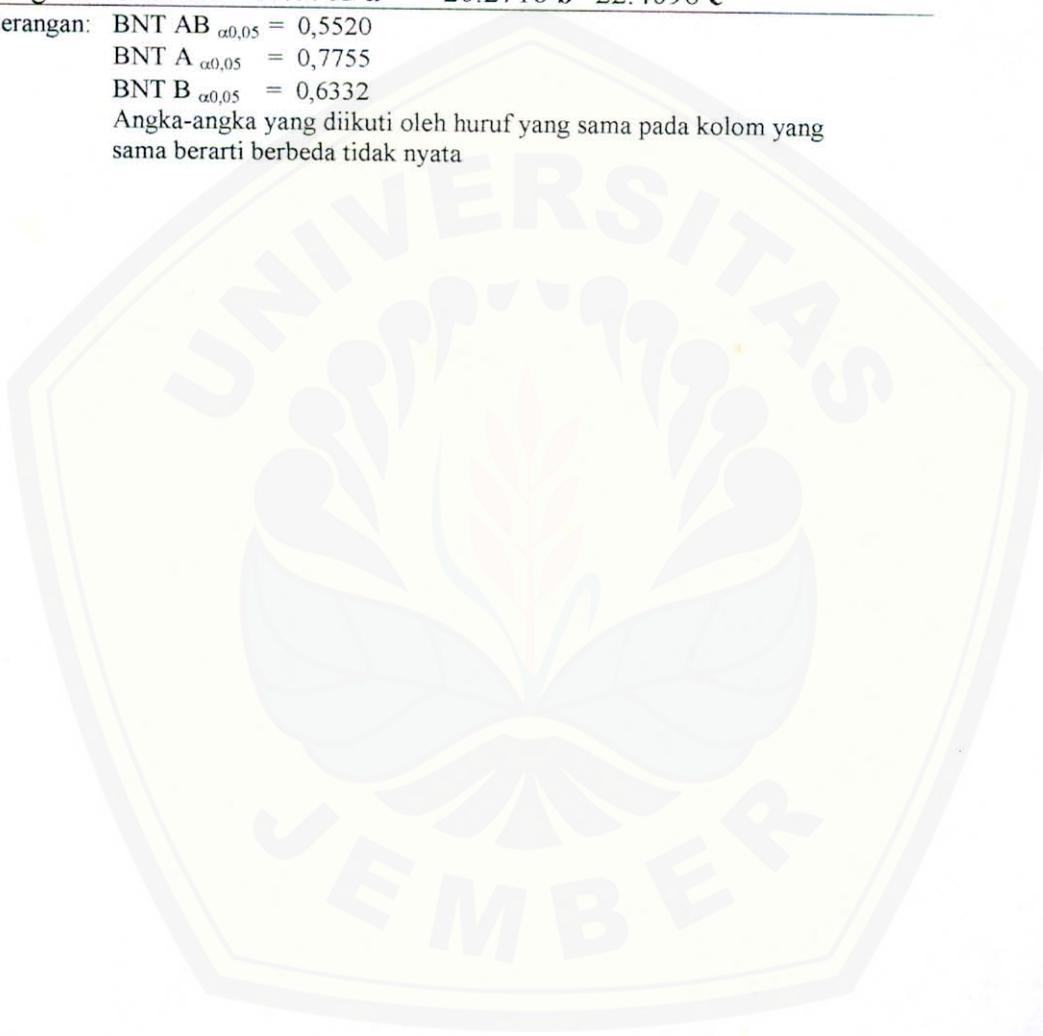
Pengaruh Tunggal A	Pengaruh Tunggal B			Pengaruh Utama A
	B1	B2	B3	
A1	17,2087 <b>a</b>	19,5672 <b>c</b>	21,7091 <b>e</b>	19.4950 <b>a</b>
A2	16,9439 <b>a,b</b>	20,9765 <b>d</b>	23,11 <b>f</b>	20.3434 <b>b</b>
Pengaruh Utama B	17.0763 <b>a</b>	20.2718 <b>b</b>	22.4096 <b>c</b>	

Keterangan: BNT AB  $\alpha_{0,05}$  = 0,5520

BNT A  $\alpha_{0,05}$  = 0,7755

BNT B  $\alpha_{0,05}$  = 0,6332

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata





Lampiran 2



Foto 1. Dedak Gandum Akhir yang telah Dikeringkan



Foto 2. Dedak Gandum Akhir yang telah Dihaluskan untuk Analisis Parameter