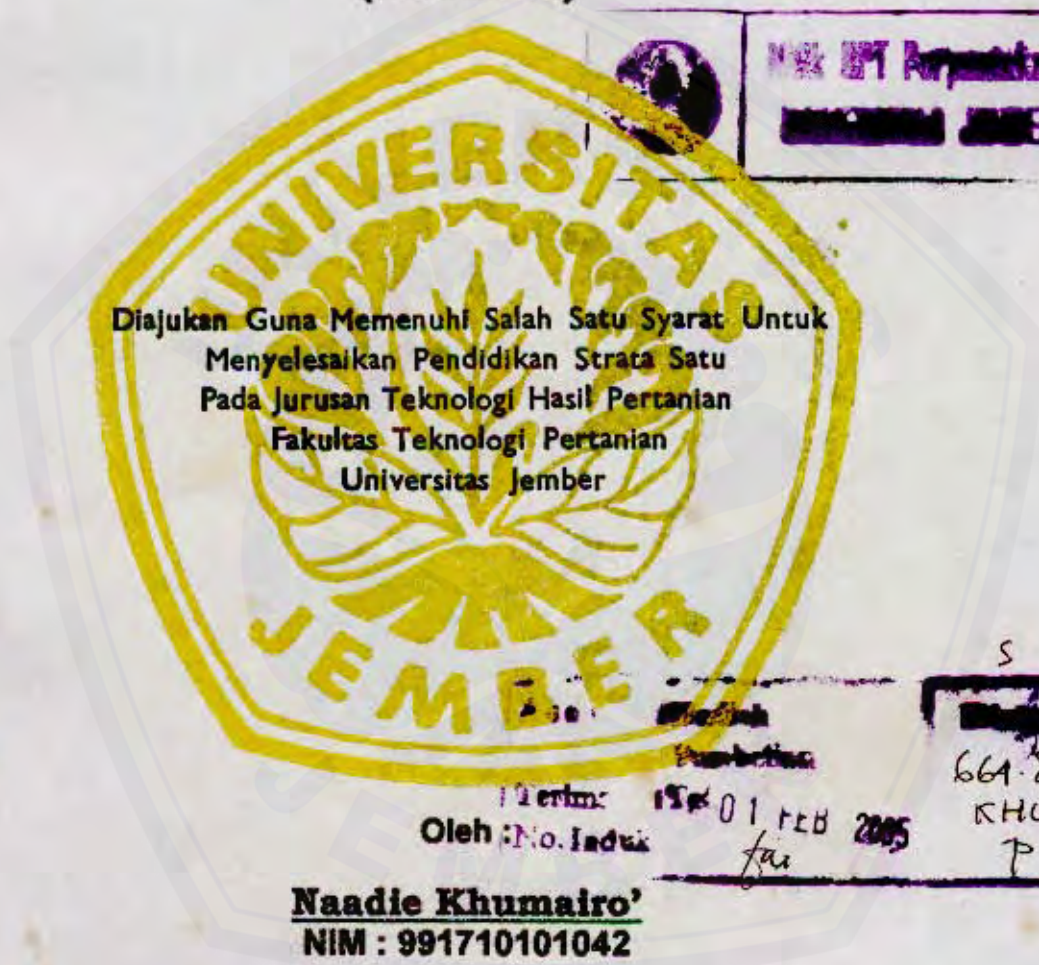


**PENGARUH KONSENTRASI NATRIUM METABISULFIT
DAN LAMA PERENDAMAN TERHADAP
SIFAT FISIKO-KIMIA TEPUNG PISANG RAYAP**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**



Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk
Menyelesaikan Pendidikan Strata Satu
Pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Oleh: *No. Induk*
01 FEB 2005
far

S
661.804
KHU
P

Naadie Khumairo'
NIM : 991710101042

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2004**

Diterima oleh :

Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas Jember

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

Dipertahankan pada :

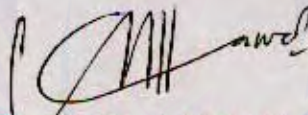
Hari : Jumat

Tanggal : 30 April 2004

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua



Nita Kuswardhani, S.TP, M.Eng.

NIP. 132 158 433

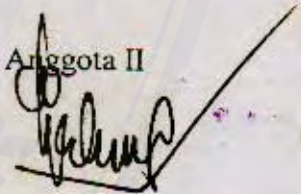
Anggota I



Ir. Susijahadi, MS.

NIP. 130 287 109

Anggota II

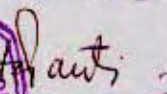


Ir. Djoko Pontjo Hardani

NIP. 130 516 244

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian



Siti Hartanti, MS.

NIP. 130 350 763

DOSEN PEMBIMBING :

Nita Kuswardhani, S.TP, M.Eng. (DPU)

Ir. Susijahadi, MS. (DPA)

Motto

- 📖 *Demi masa. Sesungguhnya manusia itu benar-benar berada dalam kerugian. Kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal sholeh dan nasehat menasehati supaya mentaati kebenaran dan kesabaran (QS. Al Ashr : 1-3)*

- 📖 *... Dan tidak ada taufik bagiku melainkan dengan (pertolongan) Allah ... (QS. Huud : 88)*

- 📖 *Hati ibarat cermin, kita harus senantiasa tekun membersihkannya agar ia tetap bersih dan terang. Hanya dengan membersihkan hati, akan diraih kebahagiaan dunia dan akhirat (AA'Gym.)*

PERSEMBAHAN

Dengan segala ketulusan hati, kupersembahkan karyaku ini kepada :

- ♥ *Papa'ku (H.M. Teruna Antawirya) dan mama'ku (Hj. Mumtaz Mahal),
untuk cinta, kasih sayang, dan doamu yang tak pernah henti,
semoga Allah memberiku kesempatan untuk membalas kasihmu.*
- ♥ *Adik-adikku tersayang, Nadie Fatimatuzzahro', Usamah Achmad, dan
Sultanah Zahariah,
untuk dukungan kalian, kekompakan, dan kerukunan kita,
I do love U all*
- ♥ *Mi amor Mas Ary Wahyudi,
hfhmmmm... What can I say???*
Iyyaaka uhibbu. Te amo mucho, tu es mi in corazon.
- ♥ *Alamamaterku tercinta.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur dan terimakasih kuhaturkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini. Karya tulis ilmiah dengan judul *Pengaruh Konsentrasi Natrium Metabisulfit dan Lama Perendaman Terhadap Sifat Fisiko-Kimia Tepung Pisang Rayap* disusun sebagai salah satu persyaratan akademis guna menyelesaikan program Strata Satu (S-1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Selama proses penyusunan karya tulis ilmiah ini, penulis mendapatkan berbagai bantuan dan fasilitas dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Ir. Hj. Siti Hartanti, MS. selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah berkenan untuk memberikan kesempatan bagi penulis hingga terselesaikannya karya tulis ilmiah ini.
2. Bapak Ir. Susijahadi, MS. selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember, dan Dosen Pembimbing Anggota I, yang dengan sabar membimbing dan memberikan motivasi hingga terselesaikannya Karya Ilmiah Tertulis ini.
3. Ibu Nita Kuswardhani, S.TP, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Utama, yang telah berkenan meluangkan waktunya dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis selama penelitian dan penulisan Karya Ilmiah Tertulis.
4. Bapak Ir. Djoko Pontjo Hardani selaku Dosen Pembimbing Anggota II, yang telah membantu menyempurnakan penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
5. Bapak Bambang Herry P, S.TP. selaku dosen wali, Bapak dan Ibu dosen, yang telah memberikan tambahan ilmu pengetahuan selama belajar di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
6. Pimpinan dan teknisi Laboratorium yang banyak memberi masukan dan kelancaran selama penelitian
7. Bapak dan Ibu Laili, atas kerja sama dan waktunya.

8. Teman-temanku : Iik, Hari "Timbul", Yetti, Nenes, Udin, Juli, Rahmad, Dwi, Iva, Roy, Adi "Jepang", Suhe, Sutô dan teman-temanku angkatan '99 yang tak mungkin kusebutkan satu persatu, persahabatan kalian semua tak terlupakan.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan karya tulis ilmiah ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Tiada karya manusia yang sempurna, kecuali karya Tuhan. Oleh karena itu penulis akan menerima segala kritik dan saran atas perbaikan skripsi ini. Semoga Karya Ilmiah Tertulis ini dapat memberikan manfaat sepenuhnya bagi penulis khususnya dan masyarakat pada umumnya.

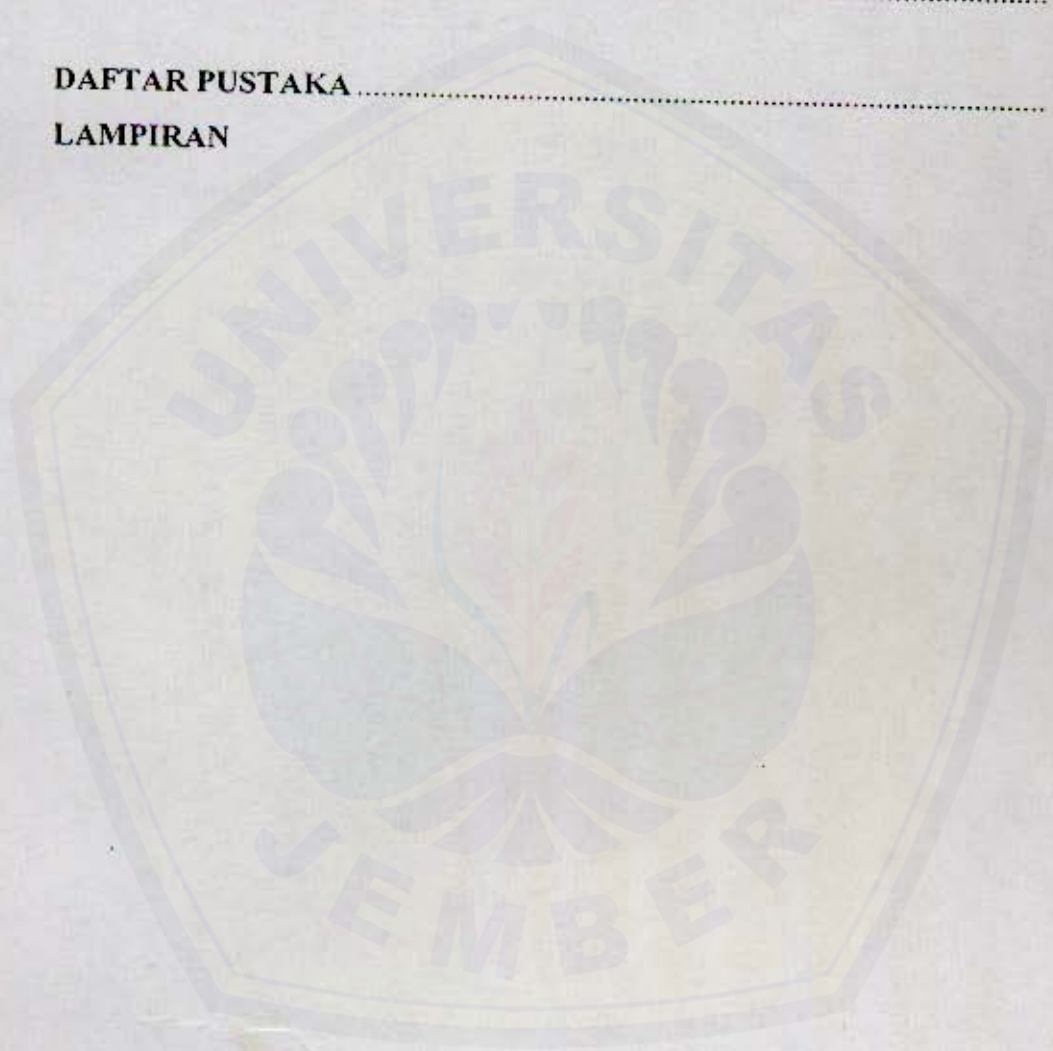
Jember, April 2004

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
RINGKASAN	xv
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 Pisang.....	4
2.1.1 Klasifikasi Tanaman Pisang.....	4
2.1.2 Pisang Rayap.....	5
2.1.3 Manfaat dan Kegunaan Tanaman Pisang.....	5
2.1.4 Komposisi dan Nilai Gizi Pisang.....	7
2.2 Pengolahan Buah Pisang.....	8
2.3 Tepung Pisang.....	10
2.3.1 Proses Pembuatan Tepung Pisang.....	10
2.3.1.1 Pemanasan dan Pengupasan	11
2.3.1.2 Pengirisan	11
2.3.1.3 Sulfitasi.....	11
2.3.1.4 Pengeringan	14
2.3.1.5 Penggilingan dan Pengayakan	15
2.3.2 Syarat Mutu Tepung.....	17

4.7 Derajat Putih	50
4.8 Ukuran dan Bentuk Granula	53
V. KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi Zat Gizi Pisang per 100 gram Bahan	8
Tabel 2. Penggunaan Natrium Metabisulfit dalam Bahan Makanan.....	12
Tabel 3. Sifat Fisik Tepung Pisang dari Beberapa Varietas	16
Tabel 4. Perbandingan Komposisi Kimia Pisang Segar dan Tepung Pisang .	16
Tabel 5. Syarat Mutu Tepung Menurut SII.....	17
Tabel 6. Sidik Ragam Kadar Air Tepung Pisang Rayap	30
Tabel 7. Uji Beda Kadar Air pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit.....	31
Tabel 8. Sidik Ragam Kadar Abu Tepung Pisang Rayap.....	33
Tabel 9. Uji Beda Kadar Abu pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit.....	33
Tabel 10. Uji Beda Kadar Abu pada Variasi Lama Perendaman.....	34
Tabel 11. Sidik Ragam Serat Kasar Tepung Pisang Rayap.....	36
Tabel 12. Uji Beda Serat Kasar pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit.....	36
Tabel 13. Sidik Ragam Residu Sulfit Tepung Pisang Rayap	38
Tabel 14. Uji Beda Residu Sulfit pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit dan Lama Perendaman.....	39
Tabel 15. Uji Beda Residu Sulfit pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit.....	39
Tabel 16. Uji Beda Residu Sulfit pada Variasi Lama Perendaman.....	40
Tabel 17. Sidik Ragam Viskositas Pasta Tepung Pisang Rayap	42
Tabel 18. Uji Beda Viskositas Pasta pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit	43

Tabel 19. Uji Beda Viskositas Pasta pada Variasi Lama Perendaman	44
Tabel 20. Sidik Ragam Nilai Penyerapan Air (NPA) Tepung Pisang Rayap	45
Tabel 21. Uji Beda Nilai Penyerapan Air (NPA) pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit.....	46
Tabel 22. Sidik Ragam Nilai Kelarutan Air (NKA) Tepung Pisang Rayap	48
Tabel 23. Uji Beda Nilai Kelarutan Air (NKA) pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit.....	48
Tabel 24. Uji Beda Nilai Kelarutan Air (NKA) pada Variasi Lama Perendaman.....	49
Tabel 25. Sidik Ragam Derajat Putih Tepung Pisang Rayap.....	50
Tabel 26. Uji Beda Derajat Putih pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit.....	51
Tabel 27. Uji Beda Derajat Putih pada Variasi Lama Perendaman	52

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Bagan Pengolahan Buah Pisang.....	9
Gambar 2 Mekanisme Reaksi Maillard	20
Gambar 3 Diagram Alir Pembuatan Tepung Pisang Rayap	25
Gambar 4 Diagram Nilai Rata-rata Kadar Air Tepung Pisang Rayap pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit dan Lama Perendaman	32
Gambar 5 Diagram Nilai Rata-rata Kadar Abu Tepung Pisang Rayap pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit dan Lama Perendaman	35
Gambar 6 Diagram Nilai Rata-rata Serat Kasar Tepung Pisang Rayap pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit dan Lama Perendaman	37
Gambar 7 Diagram Nilai Rata-rata Residu Sulfit Tepung Pisang Rayap pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit dan Lama Perendaman	41
Gambar 8 Diagram Nilai Rata-rata Viskositas Pasta Tepung Pisang Rayap pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit dan Lama Perendaman	45
Gambar 9 Diagram Nilai Rata-rata Penyerapan Air (NPA) Tepung Pisang Rayap pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit dan Lama Perendaman	47
Gambar 10 Diagram Nilai Rata-rata Kelarutan Air (NKA) Tepung Pisang Rayap pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit dan Lama Perendaman	49
Gambar 11 Diagram Nilai Rata-rata Derajat Putih Tepung Pisang Rayap pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit dan Lama Perendaman	53
Gambar 12 Bentuk Granula Tepung Pisang Rayap	54

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data Hasil Penelitian Kadar Air
- Lampiran 2. Data Hasil Penelitian Kadar Abu
- Lampiran 3. Data Hasil Penelitian Serat Kasar
- Lampiran 4. Data Hasil Penelitian Residu Sulfit
- Lampiran 5. Data Hasil Penelitian Viskositas Pasta
- Lampiran 6. Data Hasil Penelitian Nilai Penyerapan Air (NPA)
- Lampiran 7. Data Hasil Penelitian Nilai Kelarutan Air (NKA)
- Lampiran 8. Data Hasil Penelitian Derajat Putih
- Lampiran 9. Data Hasil Uji Efektivitas
- Lampiran 10. Perhitungan Ekonomi Pengolahan Tepung Pisang Rayap

RINGKASAN

NAADIE KHUMAIRO' (991710101042), **Pengaruh Konsentrasi Natrium Metabisulfit dan Lama Perendaman Terhadap Sifat Fisiko-Kimia Tepung Pisang Rayap**, dibimbing oleh Nita Kuswardhani, S.TP, M.Eng. (DPU) dan Ir. Susijahadi, MS. (DPA).

Pisang (*Musa paradisiaca L*) adalah jenis buah-buahan yang banyak disukai, mempunyai nilai gizi yang tinggi, terdapat hampir di seluruh Indonesia, dan produksinya cukup besar. Di antara jenis pisang yang terdapat di Indonesia ada beberapa jenis pisang yang kurang dapat dimanfaatkan karena kandungan bijinya yang cukup besar, seperti pisang rayap. Pisang rayap tidak umum dikonsumsi sehingga nilai ekonominya sangat rendah, bahkan jarang sekali diperjualbelikan. Di samping itu, banyaknya buah pisang di pasaran lokal semakin menurunkan harga pisang rayap. Kemungkinan untuk memanfaatkan pisang jenis ini adalah dibuat tepung. Tepung menjadi alternatif pengolahan bahan pertanian berdasarkan pertimbangan tujuan pemakaian, kemudahan dalam transportasi dan proses selanjutnya, serta efisiensi penyimpanan. Selain sebagai usaha peningkatan nilai ekonomi dan pengawetan produk pertanian, pembuatan tepung pisang rayap juga merupakan salah satu usaha penganekaragaman (diversifikasi) pangan.

Permasalahan yang timbul pada pembuatan tepung pisang rayap adalah reaksi pencoklatan (browning) yang terjadi karena kandungan senyawa fenolik pada pisang rayap. Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan tersebut ditambahkan natrium metabisulfit, yang bertujuan untuk mencegah proses pencoklatan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi natrium metabisulfit dan lama perendaman terhadap sifat fisiko-kimia tepung pisang rayap serta mengetahui kombinasi antara konsentrasi natrium metabisulfit dan lama perendaman sehingga dihasilkan tepung pisang rayap yang memiliki sifat fisiko-kimia yang baik.

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktorial. Untuk faktor A (konsentrasi natrium metabisulfit) dibagi menjadi 3 level (500 ppm, 1000 ppm, dan 2000 ppm) dan faktor B (lama perendaman) dibagi menjadi 3 level (10 menit, 15 menit, dan 20 menit). Sedangkan pengulangan dilakukan sebanyak 3 kali untuk masing-masing perlakuan. Pengamatan yang dilakukan meliputi kadar air, kadar abu, serat kasar, residu sulfit, viskositas pasta, nilai penyerapan air (NPA), nilai kelarutan air (NKA), derajat putih, serta bentuk dan ukuran granula.


Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi natrium metabisulfit berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, kadar abu, serat kasar, residu sulfit, viskositas pasta, nilai penyerapan air (NPA), nilai kelarutan air (NKA) dan derajat putih tepung pisang rayap. Sedangkan lama perendaman dalam larutan natrium

Metabisulfit berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu, residu sulfit, viskositas pasta, nilai kelarutan air (NKA), dan derajat putih, tetapi tidak berpengaruh terhadap kadar air, serat kasar, dan nilai penyerapan air (NPA) tepung pisang rayap. Konsentrasi natrium metabisulfit 1000 ppm dan perendaman selama 20 menit (perlakuan A2B3) menghasilkan tepung pisang rayap dengan sifat-sifat yang relatif baik dan aman bagi kesehatan konsumen, dengan nilai rata-rata kadar air (9,0414%), kadar abu (0,8474%), serat kasar (0,8713%), residu sulfit (395,60 mg/kg), viskositas pasta (6,8333 M.Pa.s), NPA (44,1773%), NKA (3,8132%), dan derajat putih (59,0114%).



Metabisulfit berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu, residu sulfit, viskositas pasta, nilai kelarutan air (NKA), dan derajat putih, tetapi tidak berpengaruh terhadap kadar air, serat kasar, dan nilai penyerapan air (NPA) tepung pisang rayap. Konsentrasi natrium metabisulfit 1000 ppm dan perendaman selama 20 menit (perlakuan A2B3) menghasilkan tepung pisang rayap dengan sifat-sifat yang relatif baik dan aman bagi kesehatan konsumen, dengan nilai rata-rata kadar air (9,0414%), kadar abu (0,8474%), serat kasar (0,8713%), residu sulfit (395,60 mg/kg), viskositas pasta (6,8333 M.Pa.s), NPA (44,1773%), NKA (3,8132%), dan derajat putih (59,0114%).






BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pisang (*Musa paradisiaca L*) adalah jenis buah-buahan yang banyak disukai, mempunyai nilai gizi yang tinggi, dan terdapat hampir di seluruh Indonesia, serta merupakan buah yang paling banyak diproduksi dan dikonsumsi masyarakat (Susanto dan Saneto, 1994). Menurut Satuhi dan Supriyadi (2002), produksi pisang di Indonesia cukup besar. Pada tahun 1989 produksinya sebanyak 2.457.760 ton. Di Asia, Indonesia termasuk penghasil pisang terbesar karena 50 % dari produksi pisang Asia dihasilkan oleh Indonesia dan setiap tahun produksinya terus meningkat.

Pisang banyak sekali jenisnya. Di antara jenis pisang yang terdapat di Indonesia ada beberapa jenis pisang yang kurang dapat dimanfaatkan karena kandungan bijinya yang cukup besar. Menurut Munadjim (1988), pisang biji, pisang klutuk atau pisang batu termasuk pisang yang belum dapat dimanfaatkan secara maksimal. Jenis pisang lain yang belum dapat dimanfaatkan adalah pisang rayap. Karena kandungan bijinya yang banyak, pisang ini tidak umum dikonsumsi sehingga nilai ekonominya sangat rendah, bahkan jarang sekali diperjualbelikan. Di samping itu, banyaknya buah pisang di pasaran lokal semakin menurunkan harga pisang rayap. Oleh karena itu perlu dicari alternatif pengolahan sebagai makanan olahan yang awet. Beberapa kemungkinan untuk memanfaatkan pisang jenis ini adalah dibuat anggur, bir, atau dibuat tepung.

Tepung menjadi alternatif pengolahan bahan pertanian berdasarkan pertimbangan tujuan pemakaian, kemudahan dalam transportasi dan proses selanjutnya, serta efisiensi penyimpanan. Selain sebagai usaha peningkatan nilai ekonomi dan pengawetan produk pertanian, pembuatan tepung pisang rayap juga merupakan salah satu usaha penganekaragaman (diversifikasi) pangan. Aplikasi dari pemanfaatan pisang rayap menjadi tepung cukup luas, misalnya sebagai bahan dasar pembuatan cookies, roti, ataupun bubur bayi.



BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pisang (*Musa paradisiaca L.*) adalah jenis buah-buahan yang banyak disukai, mempunyai nilai gizi yang tinggi, dan terdapat hampir di seluruh Indonesia, serta merupakan buah yang paling banyak diproduksi dan dikonsumsi masyarakat (Susanto dan Saneto, 1994). Menurut Satuhi dan Supriyadi (2002), produksi pisang di Indonesia cukup besar. Pada tahun 1989 produksinya sebanyak 2.457.760 ton. Di Asia, Indonesia termasuk penghasil pisang terbesar karena 50 % dari produksi pisang Asia dihasilkan oleh Indonesia dan setiap tahun produksinya terus meningkat.

Pisang banyak sekali jenisnya. Di antara jenis pisang yang terdapat di Indonesia ada beberapa jenis pisang yang kurang dapat dimanfaatkan karena kandungan bijinya yang cukup besar. Menurut Munadjim (1988), pisang biji, pisang klutuk atau pisang batu termasuk pisang yang belum dapat dimanfaatkan secara maksimal. Jenis pisang lain yang belum dapat dimanfaatkan adalah pisang rayap. Karena kandungan bijinya yang banyak, pisang ini tidak umum dikonsumsi sehingga nilai ekonominya sangat rendah, bahkan jarang sekali diperjualbelikan. Di samping itu, banyaknya buah pisang di pasaran lokal semakin menurunkan harga pisang rayap. Oleh karena itu perlu dicari alternatif pengolahan sebagai makanan olahan yang awet. Beberapa kemungkinan untuk memanfaatkan pisang jenis ini adalah dibuat anggur, bir, atau dibuat tepung.

Tepung menjadi alternatif pengolahan bahan pertanian berdasarkan pertimbangan tujuan pemakaian, kemudahan dalam transportasi dan proses selanjutnya, serta efisiensi penyimpanan. Selain sebagai usaha peningkatan nilai ekonomi dan pengawetan produk pertanian, pembuatan tepung pisang rayap juga merupakan salah satu usaha penganekaragaman (diversifikasi) pangan. Aplikasi dari pemanfaatan pisang rayap menjadi tepung cukup luas, misalnya sebagai bahan dasar pembuatan cookies, roti, ataupun bubur bayi.

Pada pengolahan tepung pisang rayap timbul warna coklat (browning) yang tidak dikehendaki dan kerusakan zat gizi dalam bahan yang disebabkan oleh proses pengolahan. Reaksi pencoklatan atau browning adalah reaksi yang tidak diinginkan terjadi pada pengolahan tepung pisang rayap. Timbulnya warna coklat pada produk merupakan indikator adanya aktivitas enzim.

Menurut Winarno (1991), blanching dan penggunaan sulfit dapat menghambat atau menghilangkan aktivitas enzim-enzim yang dapat menimbulkan reaksi pencoklatan. Buckle, dkk (1987) menyatakan bahwa sulfit, bisulfit, atau metabisulfit selain digunakan untuk pengawetan dalam bahan pangan juga menghambat pencoklatan baik yang enzimatis maupun non enzimatis, sebagai antioksidan dan inhibitor fenolase yang kuat.

Senyawa sulfit yang digunakan untuk menghambat reaksi pencoklatan harus dalam batas tertentu yang tidak membahayakan kesehatan konsumen. Maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh konsentrasi natrium metabisulfit dan lama perendaman untuk menghambat reaksi pencoklatan (browning) enzimatis maupun non enzimatis, sehingga dihasilkan tepung pisang rayap yang mempunyai sifat fisiko-kimia yang baik dan aman bagi konsumen.

1.2 Permasalahan

Permasalahan yang timbul pada pembuatan tepung pisang rayap adalah reaksi pencoklatan (browning) yang terjadi karena kandungan senyawa fenolik pada pisang rayap. Sehingga tepung yang dihasilkan tidak sesuai seperti yang diharapkan.

Untuk mengatasi terjadinya reaksi pencoklatan (browning), dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan natrium metabisulfit dan lama perendaman agar dihasilkan tepung pisang rayap yang mempunyai sifat-sifat yang baik dan aman bagi konsumen.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi natrium metabisulfit terhadap sifat fisiko-kimia tepung pisang rayap.
2. Mengetahui pengaruh lama perendaman dalam larutan natrium metabisulfit terhadap sifat fisiko-kimia tepung pisang rayap.
3. Mengetahui adanya interaksi antara konsentrasi natrium metabisulfit dan lama perendaman pada sifat fisiko-kimia tepung pisang rayap.
4. Mengetahui kombinasi antara konsentrasi natrium metabisulfit dan lama perendaman yang menghasilkan tepung pisang rayap yang memiliki sifat fisiko-kimia yang baik.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Meningkatkan daya guna dan nilai ekonomi pisang rayap.
2. Menyediakan alternatif bahan baku tepung dalam diversifikasi pangan.
3. Diharapkan dapat memberikan tambahan informasi dan sumbangan pemikiran bagi perkembangan ilmu pengetahuan.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pisang

Pisang (*Musa paradisiaca* L) adalah tanaman buah berupa herba yang berasal dari kawasan Asia Tenggara (termasuk Indonesia). Tanaman ini kemudian menyebar ke Afrika (Madagaskar), Amerika Selatan dan Tengah. Pisang terdapat hampir di seluruh Indonesia (Susanto dan Saneto, 1994). Hal ini karena iklim di Indonesia cocok untuk pertumbuhan tanaman pisang.

Pada jaman dahulu perkebunan pisang hanya menanam jenis pisang ambon (*Gros michel*), pisang badak (*Dwarf cavendis*), dan pisang raja (*Jamaica*) untuk kualitas ekspor. Tetapi akhir-akhir ini pisang susu dan pisang rebus/pisang goreng seperti pisang kepok, pisang tanduk, dan lain-lain telah mendapat perhatian dari para konsumen, karena mempunyai nilai gizi yang tinggi (Munadjim, 1988).

2.1.1 Klasifikasi Tanaman Pisang

Berdasarkan istilah kekerabatan dalam dunia tumbuh-tumbuhan, tanaman pisang diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae (tumbuh-tumbuhan)
Divisi	: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Sub divisi	: Angiospermae (tumbuhan tertutup)
Kelas	: Monocotyledonae (biji berkeping satu)
Ordo	: Musaceae
Keluarga	: Musaceae
Genus	: Musa
Spesies	: <i>Musa spp</i> (Rismunandar, 1990)

Berdasarkan cara penggunaannya, pisang dibagi atas 2 golongan besar, yaitu banana dan *plantain*. Banana merupakan golongan pisang yang dimakan dalam keadaan segar setelah buahnya masak (*Musa paradisiaca* var. *sapientum* dan *Musa nana* L atau *M. cavendisher*), contohnya pisang ambon, pisang nangka, pisang anglegg, pisang raja sereh dan lain-lain. Sedangkan *Plantain* merupakan

golongan pisang yang dimakan setelah diolah lebih dahulu (*Musa paradisiaca forma typica*), misalnya pisang rotan, pisang kapas, pisang kepok, dan lain-lain (Munadjim, 1988).

Pisang banyak sekali jenisnya, tidak berbeda dengan pohon buah-buahan yang lain. Setiap jenis pisang mempunyai mutu yang berbeda-beda, misalnya pisang ambon mempunyai rasa yang manis dengan aroma yang merangsang. Sedangkan pisang kepok tidaklah demikian. Ada juga jenis pisang lain yang agak aneh, karena banyak mengandung biji, yang biasa disebut pisang biji, pisang klutuk atau pisang batu (Munadjim, 1988).

2.1.2 Pisang Rayap

Sama halnya dengan pisang klutuk, ada jenis pisang rayap yang juga mengandung biji. Karena kandungan bijinya yang banyak, pisang ini tidak umum dikonsumsi, sehingga nilai ekonominya sangat rendah, bahkan jarang sekali diperjualbelikan.

Menurut Satuhu dan Supriyadi (2002), pisang rayap mempunyai tandan yang panjangnya 25 cm. Setiap tandan terdapat 6 sisir buah, masing-masing sisir rata-rata terdapat 13 buah dengan panjang 9 cm, diameter 3 cm, berat 81 gram, dan tebal kulit 0,2 cm. Bentuk buahnya lurus dan daging buahnya berwarna kuning muda. Umur tanaman hingga berbunga 12 bulan dan buah akan matang 4 bulan kemudian.

2.1.3 Manfaat dan Kegunaan Tanaman Pisang

Tanaman pisang merupakan tanaman yang serba guna dan banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan hidup manusia. Selain buahnya, bagian tanaman lainpun bisa dimanfaatkan, mulai dari bonggol sampai daun (Satuhu dan Supriyadi, 2002).

a. Umbi Batang (Bonggol)

Pada jaman dahulu, umbi batang pisang dimakan atau dikeringkan untuk dijadikan abu. Abu umbi batang ini banyak mengandung soda, yang dapat dipergunakan sebagai bahan pembuatan sabun atau untuk pupuk, yaitu sebagai sumber pupuk kalium. Air yang ada dalam umbi batang,

khususnya pisang kepok dan pisang klutuk, dapat dipergunakan sebagai obat anti sakit perut, disentri, pendarahan dalam usus besar, obat amandel, dan penyubur rambut.

b. Batang Pohon

Air batang pohon pisang dapat dipergunakan untuk obat penyembuh sakit kencing manis, penawar racun warangan (arsenikum), dan gigitan ular berbisa. Air batang pisang klutuk yang dicampur dengan jelaga, dapat dipergunakan sebagai cat hitam pada anyaman bambu. Di India, pelepah bagian dalam batang juga digunakan sebagai sayuran. Batang pisang abaca diolah menjadi serat untuk pakaian dan kertas. Di samping itu, batang pisang yang telah dipotong kecil dapat dijadikan makanan ternak ruminansia (domba, kambing). Secara sederhana batang pisang dapat dipergunakan sebagai bahan baku pembuatan pupuk kompos yang bernilai humus sangat tinggi.

c. Daun Pisang

Daun pisang segar dapat dipergunakan sebagai makanan hewan di musim kering, yaitu sebagai pengganti rumput hijau. Daun pisang yang basah atau kering umumnya dipergunakan sebagai pembungkus berbagai macam makanan tradisional dan pembungkus dalam pembuatan tempe. Masyarakat pedesaan, orang-orang kuno mempergunakan daun pisang kering (klaras) sebagai pembungkus rokok.

d. Bunga Pisang

Bunga pisang segar (jantung pisang) merupakan bahan sayuran yang enak dan bergizi, walaupun penyiapannya memerlukan beberapa kali penggantian air rebusan untuk menghilangkan rasa sepatnya. Bunga pisang ini dapat pula dipergunakan sebagai bahan asinan dan manisan yang sangat murah dengan rasa enak.

e. Buah Pisang

Konsumsi buah segar yang tidak dimasak dikenal luas sebagai kegunaan utama pisang. Selain buah pisang sebagai buah segar, dapat pula dijadikan selai pisang yang mempunyai daya awet cukup tinggi. Buah pisang tua yang

belum masak dapat dibuat tepung pisang. Tepung pisang ini dapat dipergunakan sebagai bahan makanan bayi, anak-anak, maupun orang tua.

f. Kulit Buah Pisang

Kulit buah pisang yang tidak dimakan merupakan makanan lezat bagi ternak seperti kambing, sapi, babi, dan lain-lain. Kulit buah pisang ini bernilai gizi cukup tinggi. Secara sederhana kulit buah pisang segar dapat dipergunakan sebagai bahan baku pembuatan cuka dan alkohol, termasuk anggur melalui proses fermentasi alkohol dan asam cuka. Karena di samping mengandung gula juga mempunyai aroma yang menarik. Sedangkan getahnya dapat digunakan untuk menyembuhkan luka (Munadjim, 1988).

2.1.4 Komposisi dan Nilai Gizi Pisang

Di samping merupakan sumber karbohidrat siap cerna yang sangat baik (sekitar 30 % dari bagian yang dapat dimakan), pisang memiliki rasa yang sangat enak dan amat mengenyangkan, merupakan sumber pro-vitamin A yang cukup baik, mengandung vitamin C sekitar 20 mg/100 g bobot segar, dan vitamin B dalam jumlah sedang. Pisang juga memiliki kandungan kalium tinggi, walaupun kandungan besi dan natrium rendah. Kandungan proteinnya sekitar 1 % dan lemak 0,3 % dari bagian yang dapat dimakan (Rubatzký, 1998). Menurut Suhardiman (1997), adanya kandungan lemak yang rendah, tetapi kandungan vitamin serta nilai energi yang tinggi menyebabkan pisang dianjurkan untuk dikonsumsi pasien menjelang kesembuhannya. Meskipun demikian, pisang tidak dianjurkan bagi pasien penderita penyakit-penyakit yang menyerang usus. Rasa sepat daging buah disebabkan oleh adanya senyawa tanin, yang dapat hilang jika pisang dimasak. Kulit yang tidak dimakan, menyumbang sekitar 30 % bobot segar.

Pisang banyak dipetik pada saat buahnya telah tua namun masih berwarna hijau, dengan kandungan total gula 0,1 % dan pati 19,5-21,5 %. Pada proses pematangan buah terjadi kenaikan total gula karena sebagian pati diubah menjadi gula (Susanto dan Saneto, 1994). Menurut Suhardiman (1997), semula buah berwarna hijau karena adanya zat khlorofil pada kulitnya. Perubahan tingkat kemasakan menyebabkan warna kulit berubah menjadi kuning karena adanya zat

karotenoid, baik alfa karotenoid, beta karotenoid, serta lutein. Selama mengalami pemasakan, kandungan gula buah pisang yang diperkirakan 20 %, mempunyai perbandingan rata-rata 15 fruktosa dan 65 sukrosa. Asam aminonya cukup kaya lysine dan cystine tetapi sedikit methionine. Kandungan asam amino bebasnya terdiri atas histidine (terbanyak), serine, valine, dan arginine. Buah pisang dapat digunakan sebagai makanan pengganti bagi orang yang sedang diet lemak, dengan kadar kolesterol sangat rendah.

Aroma juga sangat berperan dalam menentukan kualitas buah pisang dan minat konsumen. Aroma buah pisang ditentukan oleh peningkatan kadar isoamil asetat, isoamil butirat, isobutil butirat, isoamil alkohol, dan butil butirat.

Komposisi kimia buah pisang bervariasi tergantung pada varietasnya. Secara umum, daging buah pisang mengandung energi, protein, lemak, berbagai vitamin dan mineral seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Zat Gizi Pisang per 100 gram Bahan

Senyawa	Komposisi
Air (gram)	75,00
Energi (K)	88,00
Karbohidrat (gram)	23,00
Protein (gram)	1,20
Lemak (gram)	0,20
Ca (mg)	8,00
P (mg)	28,00
Fe (mg)	0,60
Vitamin A (SB)	439,00
Vitamin B-1 (mg)	0,04
Vitamin C (mg)	78,00

Sumber : Web: <http://www.ristek.go.id>

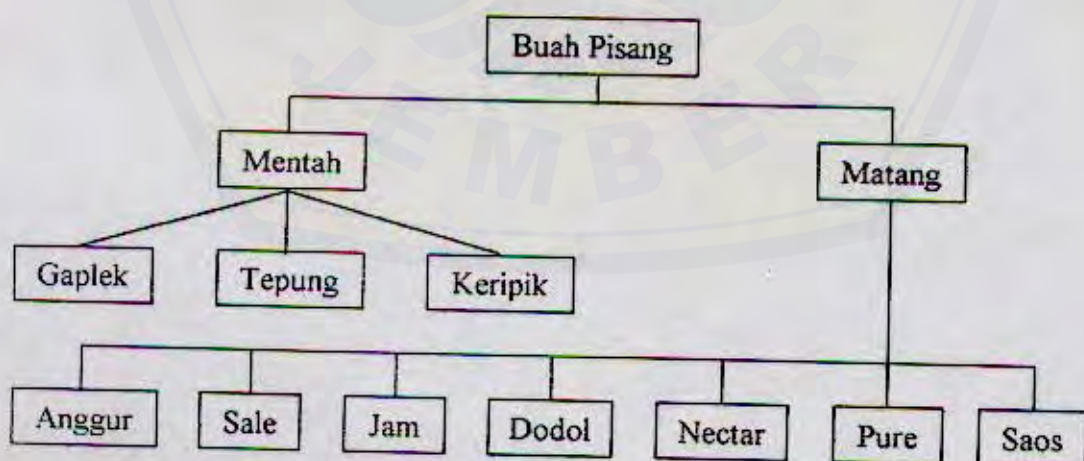
2.2 Pengolahan Buah Pisang

Pisang termasuk buah klimaterik, maka setelah dipetik akan mengalami kemasakan lebih lanjut dan rusak jika tertunda penggunaannya. Di samping itu, banyaknya buah pisang di pasaran lokal dapat menurunkan harga bahan yang dijual. Oleh karena itu perlu dicari alternatif pengolahan untuk memperoleh produk yang lebih panjang masa simpannya dan juga untuk meningkatkan nilai

ekonomisnya (Susanto dan Saneto, 1994). Di samping itu dengan pengubahan bentuk pisang akan mempermudah pengolahan selanjutnya, menjadi bentuk makanan lain yang lebih menarik. Jadi untuk mencapai hal tersebut perlu adanya pengolahan-pengolahan khusus terhadap pisang.

Menurut Satuhu dan Supriyadi (2002), salah satu cara untuk mempertahankan daya simpan buah pisang adalah dengan mengolahnya menjadi beberapa macam hasil olahan. Selain lebih tahan lama, pengolahan akan membuat rasa pisang menjadi bervariasi. Buah pisang yang bentuknya kurang baik, ukurannya kecil, dan kulit buahnya cacat sehingga tidak mungkin disajikan sebagai buah segar, dapat diolah menjadi berbagai macam makanan olahan.

Pisang biasanya disiapkan dalam berbagai cara: dipanggang, direbus, dibakar, atau digoreng, serta digunakan untuk sayur dan bubur. Selain dimakan dalam bentuk segar, pisang juga dapat diolah menjadi pisang goreng, sale, sale goreng, ledre pisang, dodol, saus pisang, keripik, kerupuk, bahan olahan dalam kaleng, dan tepung pisang. Bahkan di beberapa negara seperti di Rwanda, Burundi, dan beberapa bagian Uganda dan Zaire, banyak pisang berpati dihasilkan untuk memproduksi anggur dan bir (Rubatzky, 1998).



Gambar 1. Bagan Pengolahan Buah Pisang (Satuhu dan Supriyadi, 2002)

Pada pengolahan pisang sering dijumpai perubahan warna menjadi coklat (browning). Untuk itu perlu diusahakan pencegahan terhadap adanya reaksi pencoklatan dengan blanching (pengukusan) atau pemakaian $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ (Susanto dan Saneto, 1994).

2.3 Tepung Pisang

Tepung adalah bentuk kering dan halus dari bahan-bahan yang mengandung pati, bahan serat, mineral dan lainnya sesuai dengan bahan aslinya. Tepung menjadi alternatif pengolahan bahan pertanian berdasarkan pertimbangan tujuan pemakaian, kemudahan dalam transportasi, ketahanan dalam penyimpanan, meningkatkan nilai ekonomis dan efisiensi penyimpanan bahan (Anonymous, 1992).

Perlakuan khusus terhadap pisang mentah agar tahan lama dan tidak mengurangi nilai gizi pisang adalah dengan mengolahnya menjadi tepung. Tepung pisang adalah hasil penggilingan buah pisang kering (gaplek pisang).

Tepung pisang mempunyai prospek untuk mensubstitusi atau menggantikan tepung terigu karena tidak hanya sebagai sumber kalori, tetapi juga mempunyai kandungan gizi yang tinggi. Tepung pisang di samping mengandung karbohidrat, juga vitamin dan mineral. Kelebihan pisang sebagai bahan makanan adalah mudah dicerna oleh organ tubuh. Kelebihan lain bahwa tepung pisang mempunyai daya sembuh yang besar terhadap beberapa penyakit seperti disentri, *typhoid fever*, kolera, dan sakit perut lainnya. Hal inilah yang sangat menguntungkan bila tepung pisang dipergunakan sebagai bahan makanan (Munadjim, 1988).

Tepung pisang mudah dimasak dengan rasa yang lezat dan sangat cocok untuk pertumbuhan anak maupun orang tua sampai kakek dan nenek-nenek. Pengubahan bentuk buah pisang menjadi bentuk tepung pisang akan mempermudah dan memperluas pemanfaatan pisang sebagai bahan makanan, misalnya untuk formulasi kue dan makanan bayi, roti, bubur, kerupuk, dan lain-lain.

2.3.1 Proses Pembuatan Tepung Pisang

Pembuatan tepung pisang mudah dilakukan, sederhana, dan biayanya tidak mahal. Proses pembuatan tepung pisang meliputi tahapan pemanasan dan pengupasan, pengirisan, sulfitasi, pengeringan, penggilingan dan pengayakan.

2.3.1.1 Pemanasan dan Pengupasan

Pembuatan tepung pisang dimulai dengan pemanasan awal (90 °C) selama 10-15 menit. Tujuan pemanasan ini untuk menghilangkan getah pada pisang, memudahkan pengupasan, memperbaiki warna tepung yang dihasilkan (tetap putih bersih), serta membunuh bakteri-bakteri pembusuk (Hardiman, 1982). Pisang yang telah cukup mendapat pemanasan kulitnya menjadi kusam dan layu sehingga getahnya terdenaturasi dan mudah dikupas.

Pengupasan segera dilakukan dan sebaiknya menggunakan mesin pengupas khusus atau pisau stainless steel untuk mengurangi terjadinya reaksi pencoklatan. Pengupasan bertujuan antara lain untuk menghilangkan kulit yang merupakan bagian yang terkontaminasi mikroba serta bagian-bagian dari bahan yang tidak dikehendaki dan sekaligus dapat memberikan kenampakan yang lebih baik. Pengupasan dilakukan seefisien mungkin dan jangan sampai banyak bagian yang terbuang (Mishkin, 1983).

2.3.1.2 Pengirisan

Pisang yang telah dikupas diiris-iris melintang atau menyerong dengan pisau atau dengan mesin pengiris. Pengirisan sebaiknya dilakukan secara memanjang sesuai dengan bentuk pisang. Tebal pengirisan kira-kira 0,5-1 cm. Semakin kecil ukuran potongan semakin baik, karena akan semakin cepat kering. Pengirisan bertujuan untuk mempercepat pengeringan dan menyeragamkan ukuran *chip* basah, sehingga diharapkan keringnya bisa sama (Mishkin, 1983).

2.3.1.3 Sulfitasi

Agar hasil pengeringan tidak berwarna coklat atau kuning coklat, maka setelah pisang diiris dan sebelum dikeringkan perlu direndam dalam larutan natrium metabisulfit. Menurut Winarno (1991), natrium metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) adalah senyawa yang sering digunakan dalam proses *sulfuring*. Dalam *sulfuring* natrium metabisulfit biasanya digunakan sebagai bahan perendam.

Penggunaan natrium metabisulfit pada pembuatan tepung pada umumnya bertujuan untuk menekan terjadinya reaksi pencoklatan baik enzimatis maupun non enzimatis. Kemampuan sulfit untuk mencegah pencoklatan enzimatis diduga

disebabkan kemampuan sulfit dalam mendenaturasi sistem protein pada enzim fenolase. Selain itu sulfit mampu mereduksi ikatan disulfida (-S-S) pada protein enzim ini. Sehingga dengan terjadinya reduksi pada ikatan disulfida ini, maka enzim tidak akan aktif lagi (Winarno, 1991).

Batas pemakaian sulfit berkisar antara 350 – 600 ppm, kadar yang lebih tinggi masih diizinkan sampai 2000 ppm. Batas maksimal penggunaan natrium metabisulfit pada bahan makanan sesuai dengan SNI 01-0222-1987 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penggunaan Natrium Metabisulfit dalam Bahan Makanan

Pengawet	Makanan	Batas Maksimal Penggunaan
Natrium - Metabisulfit	1. Acar, asinan, manisan, dan jelli buah-buahan	100 mg/Kg
	2. Anggur minuman	200 mg/Kg
	3. Anggur buah	300 mg/Kg
	4. Bir	70 mg/Kg
	5. Minuman ringan vinegar	70 mg/Kg
	6. Buah kering	2000 mg/Kg
	7. Sirup, sari buah, pasta tomat	300 mg/Kg
	8. Gelatin	1000 mg/Kg
	9. Ekstrak kopi kering	150 mg/Kg
	10. Sirup buah (gula 55 %)	50 mg/Kg
	11. Sosis	450 mg/Kg
	12. Gula bubuk	20 mg/Kg

Sumber: SNI (1987)

Jumlah penyerapan dan penahanan (residu) sulfit dalam bahan yang dikeringkan dipengaruhi oleh varietas, kemasakan, ukuran bahan, suhu dan waktu *sulfuring*, kecepatan aliran udara, kelembaban udara selama pengeringan, serta keadaan penyimpanan (Susanto dan Saneto, 1994). Residu sulfit dalam bahan pangan masih dapat diterima tidak lebih 500 ppm, sebab akan berpengaruh terhadap aroma. Residu sulfit dalam bahan pangan dapat berkurang akibat penguapan selama penyimpanan ataupun selama pengolahan (Chichester and Tanner, 1968). Penentuan penggunaan sulfit terhadap bahan pangan ditentukan oleh tujuan pemakaian, ukuran dan jenis bahan, dan tingkat konsumsi terhadap bahan pangan.

Penambahan sulfit mempunyai tujuan sebagai penghambat reaksi pencoklatan (browning) enzimatis maupun non enzimatis. Hazdiyev (1988) menyebutkan bahwa fungsi utama dari sulfit dalam makanan adalah:

1. pengendalian atau penghambatan tumbuhnya mikroba,
2. penghambatan reaksi-reaksi pencoklatan enzimatis dan non enzimatis, dan
3. antioksidan dan senyawa pemutus ikatan disulfida pada protein, serta senyawa pemucat pada produk pati.

Joslyn dan Braverman (1954) menyatakan bahwa sulfitasi tidak hanya memperbaiki retensi warna, cita rasa, karoten, dan kandungan asam askorbat tetapi juga memungkinkan penggunaan suhu pengeringan lebih tinggi dan sebagai akibatnya waktu pengeringan lebih pendek.

Sulfit dapat digunakan dalam bentuk gas SO_2 , garam natrium atau kalium sulfit dan metabisulfit. Apabila SO_2 dan garam sulfit dimasukkan dalam air, maka akan terbentuk asam sulfit yang tidak terdisosiasi (H_2SO_3), ion bisulfit (HSO_3^-), dan ion sulfit (SO_3^{2-}). Perbandingan relatif dari masing-masing bentuk tersebut tergantung pada pH larutan. Di atas 9,5 maka hanya didapatkan SO_3^{2-} dan diantara pH 9,5 sampai 4,5 didapatkan SO_3^{2-} dan HSO_3^- , sedangkan jika pH 4,5 ke bawah akan didapatkan HSO_3^- (Fennema, 1979; Susanto dan Saneto, 1994).

Sulfur dioksida (SO_2) dan garam-garam sulfit seperti natrium sulfit, kalium sulfit, KHSO_3 , NaHSO_3 , dan $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ selain digunakan untuk mencegah reaksi pencoklatan juga berfungsi untuk mencegah pertumbuhan mikroba. Pengaruh SO_2 terhadap pertumbuhan mikroba antara lain disebabkan terjadinya reaksi antara SO_2 dengan gugus karbonil dari karbohidrat. Hal ini mengakibatkan karbonil tidak dapat digunakan sebagai energi untuk mikroba. Teori lain menyatakan bahwa SO_2 dapat mereduksi ikatan disulfida (S-S) dari protein enzim menjadi sulfhidril (-SH) yang akan menghambat kerja enzim untuk metabolisme sel mikroba. Interaksi SO_2 dan grup keton menghasilkan hidroksisulfonat sehingga menghambat mekanisme respirasi yang melibatkan nicotinamide dinukleotida (Bennion, 1980). Sedangkan menurut Eskin *et al* (1971), sulfitasi dengan menggunakan gas SO_2 dapat masuk lebih cepat ke dalam jaringan buah-buahan

dan sayuran, tetapi larutan sulfit lebih mudah pengerjaannya, misalkan dengan pencelupan atau perendaman atau dengan penyemprotan. Sulfur dioksida dan sulfit di dalam tubuh dapat teroksidasi menjadi asam sulfat yang tidak berbahaya dan dapat keluar melalui urine (Chichester dan Tanner, 1968).

Menurut Brannen dan Davidson (1983), natrium metabisulfit akan membentuk natrium bisulfit apabila dalam larutan dengan reaksi sebagai berikut:



Apabila dalam bentuk sulfit ditambahkan pada bahan pangan, maka asam hidroksi sulfonat dengan cepat akan bereaksi dengan aldehid (Eskin, *et al*, 1971).



Reaksi dengan semua aldehid akan membentuk Hidroksi sulfonat tetapi tidak semua keton bereaksi. Dietil keton bereaksi dengan lambat dan terbatas. Di samping itu hanya keton dengan grup metil yang mendekati karbonil-karbonil dimana empat sampai tujuh anggota sistem cincin karbon akan bereaksi. Sedangkan galaktosa, mannosa, dan arabinosa bereaksi sangat cepat dengan bisulfit. Tetapi maltosa, laktosa, dan glukosa bereaksi kurang cepat. Raffinosa bereaksi sangat cepat, fruktosa dan sukrosa tidak bereaksi semua. Natrium metabisulfit dapat mencegah proses pencoklatan dengan menghambat pembentukan D-glukosa menjadi 5-hidroksi metil furfural dengan membentuk kompleks dengan gula reduksi dari glukosa menghasilkan hidroksi sulfonat. Sulfit juga dapat menghambat grup karbonil dari gula-gula pereduksi yang terlibat dalam reaksi karbonil amino (Eskin *et al*, 1971).

2.3.1.4 Pengeringan

Dari hasil pengirisan dan perendaman dalam larutan natrium metabisulfit, dilakukan pengeringan secepat mungkin untuk mencegah terjadinya reaksi pencoklatan (*browning reaction*).

Pengeringan adalah perpindahan cairan dari padatan oleh alat pemanas. Pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air bahan sehingga memperpanjang masa simpan produk (Desrosier, 1988).

Pada pembuatan tepung, pengeringan dapat dilakukan dengan mempergunakan 2 cara, yaitu pengeringan alami dengan sinar matahari dan dengan mempergunakan alat pengering (*cabinet dryer*) (Desrosier, 1988). Pengering buatan baik yang modern maupun yang sederhana mempunyai keuntungan lebih dibanding cara pengeringan alami, yaitu temperatur dan aliran udara dapat diatur, sehingga waktu pengeringan dapat diatur dengan lebih cepat, lebih bersih dan menghasilkan kualitas tepung yang lebih seragam.

Proses pengeringan dilakukan sampai bahan benar-benar kering dengan tanda mengerasnya bahan tapi mudah dipatahkan (rapuh), dan kadar air mencapai kira-kira 10%, yakni kadar air ideal untuk berbagai jenis tepung (Munadjim, 1988). Hasil pengeringan ini disebut dengan potongan pisang kering (gaplek pisang). Jika proses pengeringan telah selesai segera dilakukan proses penepungan.

2.3.1.5 Penggilingan dan Pengayakan

Pisang yang telah kering dengan kadar air kira-kira 10%, digiling atau dihancurkan dengan menggunakan alat penepung (*grinder*) atau sejenis penepung kopi hingga benar-benar homogen. Hasil gilingan kemudian diayak dengan ayakan 70-80 mesh.

Tujuan penggilingan atau penepungan adalah membuat bahan menjadi ukuran tertentu baik untuk keperluan konsumen ataupun untuk proses berikutnya. Adanya tepung maka dapat menghemat tempat penyimpanan bahan dan tahan lama serta lebih praktis dalam penggunaannya (Syarief, 1988). Sedangkan Manullang dan Yohani (1995) menyatakan bahwa pengayakan tepung bertujuan untuk memisahkan kotoran dan menghasilkan tepung yang mempunyai ukuran partikel yang seragam.

Penampakan tepung pisang dengan warna gapleknnya adalah berbeda. Berdasarkan pengamatan visual, gaplek pisang setelah ditepungkan akan diperoleh warna yang lebih baik dan lebih cerah.

Tabel 3. Sifat Fisik Tepung Pisang dari Beberapa Varietas

Varietas	Warna
Kepok	Putih
Masak hijau	Putih keabuan
Nangka	Putih coklat
Ambon	Putih keabuan
Raja Bulu	Putih coklat
Ketan	Putih keabuan
Lampung	Putih
Siem	Kuning coklat

Sumber: Murtiningsih, dkk (1990)

Menurut Pitojo (1992), rendemen hasil tepung kering dari buah segar adalah sebagai berikut:

1. Rendemen buah segar menjadi gaplek kering 25-26 %
2. Rendemen gaplek menjadi tepung 76-81 %
3. Rendemen buah menjadi tepung 20-22 %

Tabel 4. Perbandingan Komposisi Kimia Pisang Segar dan Tepung Pisang

Komposisi Kimia	Pisang Segar	Tepung Pisang
Air (%)	71	3
Karbohidrat (%)	27	88,6
Serat kasar (%)	0,5	2
Protein (%)	1,2	4,4
Lemak (%)	0,3	0,8
Abu (%)	0,9	3,2
Kalsium (ppm)	80	32
Fosforus (ppm)	290	104
Sodium (ppm)		4
B-karoten (ppm)	2,4	760
Thiamine (ppm)	0,5	0,18
Riboflavin (ppm)	0,5	0,24
Asam askorbat (ppm)	120	7
Kalori (kal/100 gram)	104	340

Catatan: kadar kalsium, fosforus, dan sodium dihitung dalam mg/100 gram.

Sumber: Satuhu dan Supriyadi (2002)

Tepung pisang terbuat dari pisang yang mentah tetapi telah tua, kulitnya masih hijau dan daging buahnya masih keras. Pisang ini akan matang konsumsi

jika diperam. Pada dasarnya semua jenis pisang dapat diolah menjadi tepung. Hanya saja untuk memperoleh tepung yang baik diperlukan buah pisang yang cukup tua. Dari hasil penelitian Hardiman (1982), disebutkan bahwa pisang yang tingkat kematangannya lebih lanjut memberikan hasil tepung kurang baik karena pada tingkat kematangan tersebut kandungan gula reduksinya tinggi sehingga kemungkinan terjadinya reaksi pencoklatan sangat besar.

2.3.2 Syarat Mutu Tepung

Tepung pisang yang dihasilkan harus memenuhi syarat mutu tepung. Syarat mutu tepung menurut SII (Standar Industri Indonesia) disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Syarat Mutu Tepung Menurut SII

Syarat Mutu	Jumlah
Kadar air	Maksimum 10 %
Kadar abu	Maksimum 1,0 %
Pasir (silika)	Maksimum 0,1 %
Derajat asam (ml NaOH 1 N/100 g)	Maksimum 4,0 %
Serat kasar	1,0 %
Logam-logam berbahaya	Tidak nyata
Serangga	Tidak ada
Jamur (secara visual)	Tidak nyata
Bau dan rasa	Normal

Sumber: SII (1980)

2.4 Reaksi Pencoklatan

Reaksi pencoklatan adalah reaksi yang menimbulkan perubahan warna pada bahan makanan. Pencoklatan (browning) pada bahan hasil pertanian merupakan masalah dalam pengolahan, khususnya pada pengolahan tepung. Pencoklatan tidak hanya disebabkan oleh reaksi kimia (non-enzimatis), tetapi dapat pula terjadi secara enzimatis. Pencoklatan enzimatis sering terjadi pada hasil pertanian yang mengandung senyawa fenolat. Di samping itu diperlukan pula adanya enzim, oksigen, dan dalam suasana pH sedikit asam. Sedangkan pencoklatan non enzimatis tidak memerlukan enzim maupun oksigen. Namun sangat memerlukan gugus amino yang diperlukan pada reaksi awal dan dalam suasana alkalis atau asam (Susanto dan Saneto, 1994).

2.4.1 Pencoklatan Enzimatis

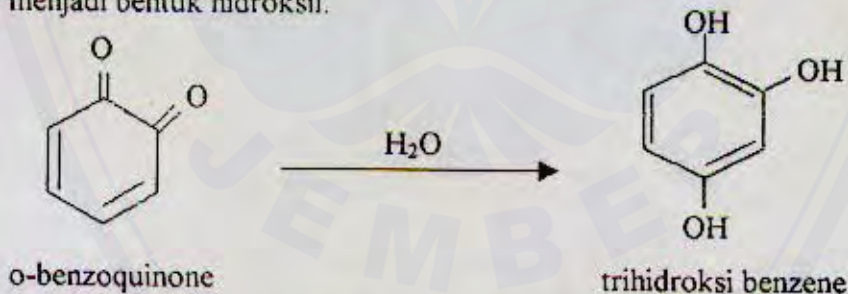
Pencoklatan enzimatis terjadi* apabila enzim fenol oksidase dan oksigen berhubungan dengan senyawa fenolik (substrat), dimana terjadinya proses pencoklatan diduga disebabkan adanya bentuk kuinol menjadi kuinon (Winarno, 1991).

Menurut Susanto dan Saneto (1994), mekanisme pencoklatan enzimatis dapat terjadi melalui beberapa tahap:

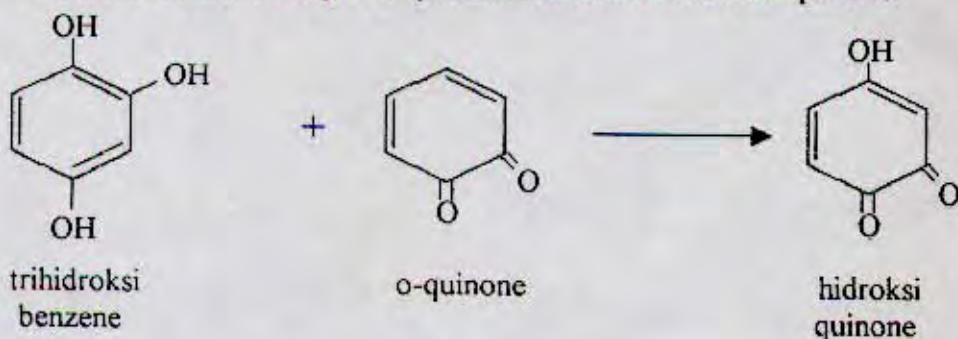
- Pecahnya sel bahan hasil pertanian akibat kerusakan mekanis menyebabkan senyawa fenol yang ada dalam vakuola keluar dan bertemu enzim yang ada dalam sitoplasma. Dengan adanya oksigen dan katalis logam akan terbentuk senyawa quinone.



- Setelah terbentuk senyawa quinone, reaksi akan berjalan spontan dan tidak tergantung enzim atau oksigen. Bentuk quinone akan mengalami hidrolisa menjadi bentuk hidroksil.



- Trihidroksi benzene dengan O-quinone membentuk hidroksi quinone.



- d. Hidrolisa quinone mengalami polimerisasi dan menjadi polimer berwarna merah coklat yang akhirnya menjadi melanin berwarna coklat.

Beberapa cara pencegahan proses pencoklatan enzimatis menurut Susanto dan Saneto (1994) antara lain :

- a. Pemanasan

Penggunaan suhu tinggi selama waktu tertentu mampu menginaktifkan fenolase dan semua enzim yang ada pada bahan hasil pertanian. Pemanasan yang biasa dipergunakan dalam proses pengolahan tepung adalah *blanching* dengan uap panas.

- b. Pencegahan kontak dengan oksigen

Cara yang biasa digunakan adalah merendam hasil pertanian yang telah mengalami perlakuan mekanis ke dalam air sebelum bahan itu dimasak. Dengan demikian bahan itu tidak akan berhubungan dengan udara.

- c. Penggunaan asam

Asam-asam yang umum digunakan dalam pencegahan pencoklatan enzimatis adalah asam sitrat, asam malat, dan asam askorbat. Asam-asam ini mampu menurunkan pH media dimana enzim penyebab pencoklatan berada.

- d. Pemberian inhibitor

Inhibitor enzim fenolase yang kuat adalah sulfit. Pemakaian sulfit ini memiliki keuntungan karena selain sebagai inhibitor juga bersifat antiseptik dan dapat mempertahankan vitamin C dalam bahan.

2.4.2 Pencoklatan non-enzimatis

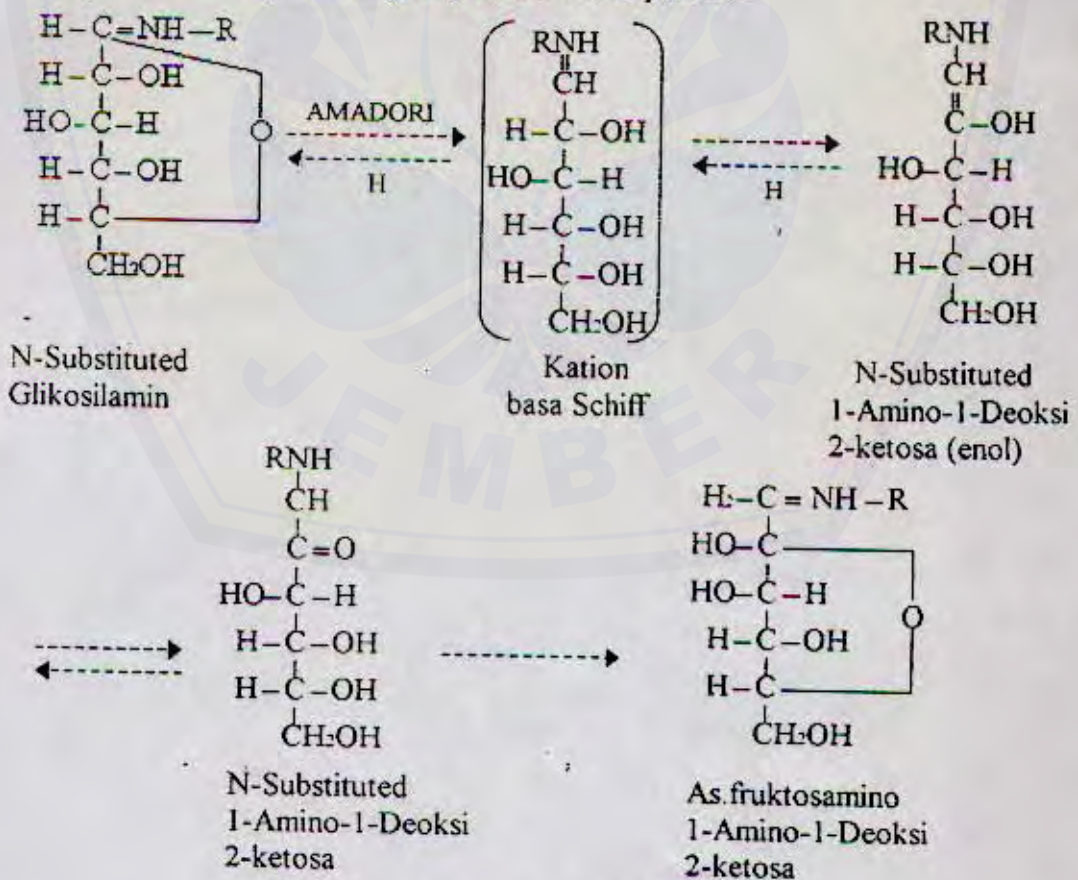
Menurut Winarno (1991), pada umumnya terdapat 3 macam pencoklatan non enzimatis, yaitu karamelisasi, reaksi maillard, dan oksidasi vitamin C.

Susanto dan Saneto (1994) menyatakan bahwa karamelisasi merupakan browning non enzimatis dari gula-gula tanpa adanya asam amino atau protein. Proses ini terjadi jika gula dipanaskan di atas titik leburnya sehingga berubah warna menjadi coklat disertai perubahan cita rasa. Jika karamelisasi berlangsung secara terkendali akan dihasilkan cita rasa yang dikehendaki. Namun jika proses ini berlebihan akan menghasilkan rasa pahit. Tahap-tahap terjadinya karamelisasi

sebagai berikut: mula-mula setiap molekul sukrosa dipecah menjadi sebuah molekul glukosa dan sebuah molekul fruktosa. Pemanasan dengan suhu tinggi ($\pm 165^\circ\text{C}$) mampu mengeluarkan sebuah molekul air sehingga terbentuk glukosan, fruktosan, beberapa jenis asam, dan gelembung karbon dioksida (CO_2). Proses pemecahan dan dehidrasi diikuti dengan polimerisasi yang menyebabkan timbulnya warna coklat.

Sedangkan reaksi maillard terjadi melalui beberapa tahap antara lain:

- Terjadinya reaksi kondensasi antara gugus α -amino dari asam amino (R-NH_2) atau protein dengan gugus karbonil ($-\text{C}=\text{O}$) dari gula reduksi menghasilkan basa *schiff*. Kemudian basa ini mengalami siklisasi menjadi N - substitute glikosilamine. Reaksi ini akan berlangsung lebih cepat dengan adanya kenaikan pH.
- Reaksi selanjutnya terjadi suatu seri perubahan di dalam molekul menurut reaksi Amadori dan melibatkan perubahan gula dari bentuk aldosa menjadi ketosa.
- Setelah terbentuk 1-amino-1-deoksi-2-ketosa terjadi reaksi-reaksi yang diperkirakan dapat berlangsung dalam beberapa cara.



Gambar 2. Mekanisme Reaksi Maillard

Pencoklatan non enzimatis yang ketiga adalah oksidasi vitamin C. Vitamin C merupakan prekursor untuk pembentukan warna coklat non enzimatis. Degradasi asam askorbat dihasilkan senyawa asam dehidroaskorbat 2,3 diketoglukonat dan asam oksalat yang disertai pembebasan CO_2 . Mekanismenya sangat kompleks, ada kemungkinan lintasan yang berasal dari dekomposisi asam askorbat menuju pembentukan furfural yang disertai dengan pembebasan CO_2 (Susanto dan Saneto, 1994).

Adapun pencegahan reaksi pencoklatan non enzimatis dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain :

1. Pengolahan tidak menggunakan suhu yang terlalu tinggi, karena pemanasan yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya pencoklatan non enzimatis.
2. Penurunan pH dapat mencegah reaksi pencoklatan Maillard karena reaksi ini berlangsung sangat baik pada kondisi alkalis.
3. Inhibitor, inhibitor kimiawi yang dapat mencegah pencoklatan non enzimatis yang paling umum adalah garam sulfit. Sulfit dapat memblokir gugus karbonil gula reduksi dari reaksi karbonil asam amino.

2.5 Hipotesis

Adapun Hipotesa dari penelitian ini adalah :

1. Ada pengaruh konsentrasi natrium metabisulfit terhadap sifat fisiko-kimia tepung pisang rayap.
2. Ada pengaruh lama perendaman dalam larutan natrium metabisulfit terhadap sifat fisiko-kimia tepung pisang rayap.
3. Ada interaksi antara konsentrasi natrium metabisulfit dan lama perendaman pada sifat fisiko-kimia tepung pisang rayap.
4. Ada kombinasi tertentu antara konsentrasi natrium metabisulfit dan lama perendaman yang menghasilkan tepung pisang rayap yang memiliki sifat fisiko-kimia yang baik.

BAB III
METODE PENELITIAN



3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Laboratorium Pengendalian Mutu yang dilaksanakan mulai bulan November 2003 sampai bulan Januari 2004.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pisang rayap, natrium metabisulfit, dan bahan kimia lain yang akan digunakan untuk melakukan analisa kimia kandungan tepung pisang rayap.

3.2.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi kompor, panci, pisau stainless steel, ember plastik, loyang, penggiling tepung, ayakan 80 mesh, neraca analitis (Ohaus GT 410, USA), oven, botol timbang, penjepit, eksikator, tanur pengabuan, soxhlet, pendingin balik, kertas saring, kertas lakmus, termometer, viskosimeter, stopwatch, *Color Reader*, foto mikroskop elektronik, pipet, spatula, cawan, tabung sentrifuge, gelas obyek, gelas penutup, gelas ukur, dan peralatan gelas kimia lainnya.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial, terdiri atas dua faktor dengan ulangan sebanyak 3 (tiga) kali.

Faktor A merupakan konsentrasi natrium metabisulfit

A1 : 500 ppm

A2 : 1000 ppm

A3 : 2000 ppm

Faktor B merupakan lama perendaman

B1 : 10 menit

B2 : 15 menit

B3 : 20 menit

Dari 2 faktor (A dan B) tersebut, maka diperoleh kombinasi perlakuan sebagai berikut :

A1B1	A2B1	A3B1
A1B2	A2B2	A3B2
A1B3	A2B3	A3B3

Adapun model rancangan percobaan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

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

Dengan ketentuan :

Y_{ijk} = nilai pengamatan karena pengaruh taraf ke-i faktor A dan taraf ke-j faktor B yang terdapat pada observasi B.

μ = nilai tengah umum

R_k = efek dari blok ke-k

A_i = pengaruh dari taraf ke-i faktor A

B_j = pengaruh dari taraf ke-j faktor B

AB_{ij} = interaksi antara taraf ke-i faktor A dengan taraf ke-j faktor B

E_{ijk} = efek sebenarnya dari galat percobaan untuk taraf ke-i faktor A, taraf ke-j faktor B, ulangan ke-k

3.4 Analisa Data

Data dari hasil percobaan ini diolah dengan menggunakan analisa sidik ragam (Uji Anava) untuk menguji pengaruh variasi konsentrasi natrium metabisulfit dan lama perendaman. Apabila dalam analisa tersebut menunjukkan hasil berpengaruh nyata yaitu nilai F hitung > nilai F tabel, maka dilanjutkan dengan pengujian lanjutan DNMR (Duncan New Multiple Range Test).

3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Adapun urutan pengerjaan dalam proses pengolahan pisang rayap menjadi tepung adalah sebagai berikut :

a. Pemanasan

Pembuatan tepung pisang dimulai dengan pemanasan awal (90 °C) selama 10-15 menit untuk menghilangkan getah pada pisang, memudahkan pengupasan, memperbaiki warna tepung yang dihasilkan (tetap putih bersih), serta membunuh bakteri-bakteri pembusuk.

b. Pengupasan

Pengupasan segera dilakukan menggunakan pisau stainless steel untuk mengurangi terjadinya reaksi pencoklatan. Pengupasan dilakukan seefisien mungkin dan jangan sampai banyak bagian yang terbuang.

c. Pengirisan

Pisang yang telah dikupas diiris-iris melintang atau menyerong. Tebal pengirisan kira-kira 0,5-1 cm. Semakin kecil ukuran potongan semakin baik, karena akan semakin cepat kering.

d. Sulfitasi

Agar hasil pengeringan tidak berwarna coklat atau kuning coklat, dilakukan perendaman dalam larutan natrium metabisulfit dengan variasi konsentrasi 500 ppm, 1000 ppm, dan 2000 ppm dengan variasi lama perendaman 10 menit, 15 menit, dan 20 menit.

e. Pengeringan

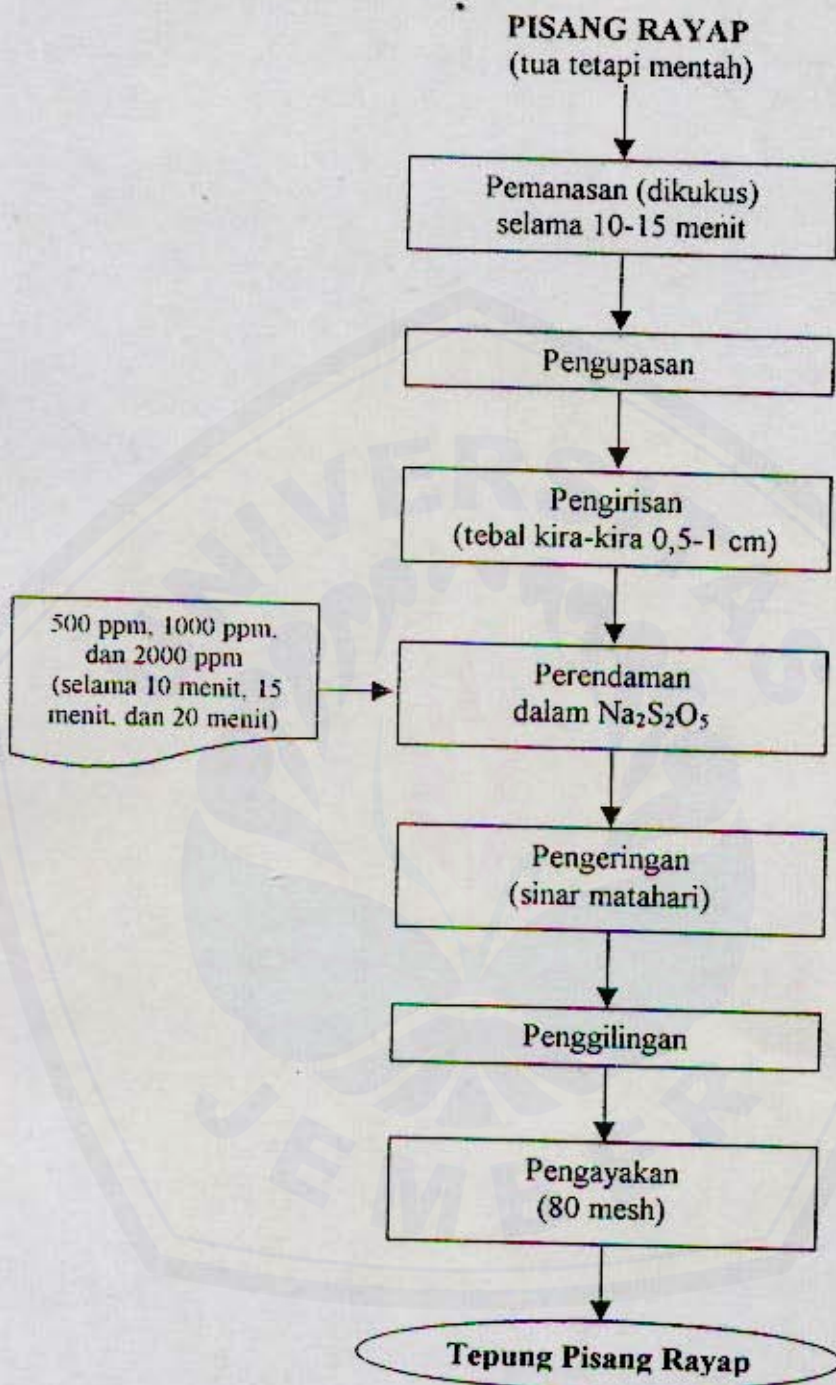
Pengeringan dilakukan secepat mungkin setelah ditiriskan terlebih dahulu. Proses pengeringan dilakukan sampai kadar air mencapai kira-kira 10%.

f. Penggilingan

Pisang yang telah kering digiling atau dihancurkan dengan menggunakan alat penepung (*grinder*) atau sejenis penepung kopi hingga benar-benar homogen.

g. Pengayakan

Hasil gilingan kemudian diayak dengan ayakan 80 mesh. Pengayakan tepung bertujuan untuk memisahkan kotoran dan menghasilkan tepung dengan ukuran partikel yang seragam.



Gambar 3. Diagram Alir Pembuatan Tepung Pisang Rayap

3.6 Parameter Pengamatan

Setelah dihasilkan produk tepung pisang rayap maka akan dilakukan berbagai macam pengujian terhadap sifat fisik, kimia, dan fisiko-kimia tepung pisang rayap sebagai berikut :

1. Kadar air dengan Metode Pemanasan Oven (Sudarmadji dkk, 1997)
2. Kadar abu dengan Metode Langsung (Sudarmadji dkk, 1997)
3. Serat kasar (Sudarmadji dkk, 1997)
4. Residu sulfit (SII 1422-85/SSNI 06-2138-1990)
5. Viskositas pasta (Swinkels, 1985)
6. Nilai Penyerapan Air (NPA) dan Nilai Kelarutan Air (NKA) (Anderson *et al.*, 1969)
7. Derajat putih dengan Color Reader (Fardiaz, 1992)
8. Bentuk dan ukuran granula (Mulyohardjo, 1988)

3.7 Prosedur Analisa

3.7.1 Kadar Air dengan Metode Pemanasan Oven (Sudarmadji dkk, 1997)

Botol timbang dan tutup yang telah dikeringkan selama 15 menit dan didinginkan dalam eksikator, ditimbang (A). Ditimbang sampel 1-3 gram dalam botol, ditimbang (B). Kemudian dimasukkan botol timbang beserta isi tersebut ke dalam oven selama 4-6 jam. Dipindahkan botol timbang ke dalam eksikator dan ditimbang lagi (C).

Penimbangan dilakukan berulang kali sampai beratnya konstan. Kadar air dari bahan dapat ditentukan dengan rumus :

$$\text{Kadar air} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\%$$

3.7.2 Kadar Abu dengan Metode Langsung (Sudarmadji dkk, 1997)

Analisa kadar abu dilakukan dengan menimbang krus porselin yang telah dikeringkan dan ditimbang (a gram). Bahan sebanyak 2-3 gram dimasukkan ke dalam krus porselin (b gram). Krus porselin beserta isinya dimasukkan ke dalam

tanur pengabuan selama ± 3 jam. Berat akhir setelah pengabuan ditimbang sebagai c gram. Kadar abu dapat dihitung dengan rumus :

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

3.7.3 Serat Kasar (Sudarmadji dkk, 1997)

Ditimbang bahan kering 2 gram sebagai berat contoh dan diekstraksi lemaknya dengan soxhlet, kemudian dipindahkannya dalam erlenmeyer 600 mL. Ditambahkan 200 mL larutan H_2SO_4 mendidih dan ditutup dengan menggunakan pendingin balik serta dididihkan selama 30 menit. Kemudian suspensi disaring dengan kertas saring dan residu yang tertinggal pada erlenmeyer dicuci dengan aquades mendidih. Pencucian dilakukan sampai air cucian tidak bersifat asam lagi (diuji dengan menggunakan kertas lakmus).

Residu dipindahkan secara kuantitatif dari kertas saring ke dalam erlenmeyer kembali dengan spatula dan sisanya dicuci dengan NaOH mendidih sebanyak 200 mL sampai semua residu masuk ke dalam erlenmeyer. Kemudian dididihkan dengan pendingin balik selama 30 menit, sambil kadang digoyang-goyang. Selanjutnya dilakukan penyaringan dengan kertas saring yang telah diketahui beratnya sambil dicuci dengan larutan K_2SO_4 10 %. Residu dicuci lagi dengan aquades mendidih dan kemudian ditambahkan 15 mL alkohol 95 %. Kertas saring dengan isinya dikeringkan pada suhu 110°C sampai diperoleh berat yang konstan, lalu didinginkan dalam eksikator dan kemudian ditimbang.

$$\text{Kadar serat kasar} = \frac{\text{Berat residu}}{\text{Berat contoh}} \times 100\%$$

3.7.4 Residu Sulfit (SII 1422-85/SSNI 06-2138-1990)

Sebanyak 2 gram sampel ditimbang, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml, ditambah aquadest sampai tanda batas dan dihomogenkan. Larutan sampel

disaring dengan menggunakan kertas saring dan selanjutnya dimasukkan ke dalam erlenmeyer.

25 ml larutan iod 0,01 N dipipet ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan indikator amilum sebanyak 3 tetes. Kemudian dititrasi dengan Na-thiosulfat 0,01N sampai terjadi perubahan warna. Tetapkan titrasi larutan blanko.

Perhitungan :

$$\text{Sulfit (mg / kg)} = \frac{(V - V_1) \times N \times 32,02 \times 1000}{W}$$

Keterangan :

V = Volume Na-Thiosulfat yang dipakai untuk titrasi larutan blanko (ml)

V₁ = Volume Na-Thiosulfat yang dipakai untuk titrasi sampel (ml)

W = Sampel (gram)

3.7.5 Viskositas Pasta (Swinkels, 1985)

Pengukuran viskositas pasta dilakukan dengan menimbang tepung sebanyak 12,5 gram kemudian melarutkannya dalam 500 mL air. Larutan tepung tersebut dipanaskan sampai suhu 85 °C dan kemudian diukur viskositasnya menggunakan viskosimeter.

3.7.6 Nilai Penyerapan Air (NPA) dan Nilai Kelarutan Air (NKA) (Anderson *et al.*, 1969)

Ditimbang 3 gram sampel sebagai berat contoh dan dimasukkan dalam tabung sentrifuge 50 mL yang diketahui beratnya. Kemudian ditambahkan 30 mL aquades, divortex selama 30 menit dan disentrifuge pada 3000 rpm selama 5 menit.

Supernatan ditampung dalam cawan yang diketahui berat tetapnya. Cawan dan isinya (padatan larut air) diuapkan pada suhu 105 °C sampai dengan air menguap, kemudian didinginkan dan ditimbang berat konstannya. Nilai ini untuk menghitung Nilai Kelarutan Air (NKA). Endapan dalam tabung sentrifuge ditimbang untuk menghitung Nilai Penyerapan Air (NPA).

$$\text{NKA} = \frac{A}{B} \times 100 \% \quad \bullet \quad \text{NPA} = \frac{C}{B - A} \times 100 \%$$

Keterangan :

A = berat padatan larut air

B = berat contoh

C = berat air yang diserap

3.7.7 Derajat Putih

Pengukuran derajat putih (W) dilakukan dengan menggunakan color reader. Tepung dalam jumlah tertentu dihamparkan di atas permukaan kertas. Permukaan hamparan dibuat merata dan sedikit padat. Selanjutnya derajat putih tepung dapat diukur langsung pada tiga titik yang berbeda. Dari color reader akan diperoleh nilai L, a dan b. Nilai derajat putih dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$W = 100 - \left[(100 - L)^2 + (a^2 + b^2) \right]^{0.5}$$

Keterangan :

W = Derajat putih (W = 100 % diasumsikan putih sempurna)

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

a = Nilai berkisar (-80) - 100 yang menunjukkan warna hijau sampai merah

b = Nilai berkisar (-80) - 70 yang menunjukkan warna biru sampai kuning

3.7.8 Bentuk dan Ukuran Granula (Mulyohardjo, 1988)

Diambil 1 gram sampel dan dilarutkan dalam 10 mL aquades. Kemudian diambil 1 tetes dan ditempatkan pada gelas obyek. Ditambahkan 1 tetes iod dan ditutup dengan gelas penutup. Bentuk dan ukuran granula dapat diamati pada mikroskop.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN



5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian mengenai pengaruh konsentrasi natrium metabisulfit dan lama perendaman terhadap sifat fisiko-kimia tepung pisang rayap dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Konsentrasi natrium metabisulfit berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, kadar abu, serat kasar, residu sulfit, viskositas pasta, nilai penyerapan air (NPA), nilai kelarutan air (NKA) dan derajat putih tepung pisang rayap.
2. Lama perendaman dalam larutan natrium metabisulfit berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu, residu sulfit, viskositas pasta, nilai kelarutan air (NKA), dan derajat putih, tetapi tidak berpengaruh terhadap kadar air, serat kasar, dan nilai penyerapan air (NPA) tepung pisang rayap.
3. Tidak terdapat interaksi antara konsentrasi natrium metabisulfit dengan lama perendaman pada semua parameter, kecuali parameter residu sulfit tepung pisang rayap.
4. Konsentrasi natrium metabisulfit 1000 ppm dan perendaman selama 20 menit (perlakuan A2B3) menghasilkan tepung pisang rayap dengan sifat-sifat yang relatif baik dan aman bagi kesehatan konsumen, dengan nilai rata-rata kadar air (9,0414%), kadar abu (0,8474%), serat kasar (0,8713%), residu sulfit (395,60 mg/kg), viskositas pasta (6,8333 M.Pa.s), NPA (44,1773%), NKA (3,8132%), dan derajat putih (59,0114%).

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan analisa kadar protein, pati, amilosa dan amilopektin tepung pisang rayap secara kuantitatif, karena kadar protein, pati, amilosa dan amilopektin juga akan berpengaruh terhadap sifat-sifat tepung.
2. Perlu dibuat produk makanan olahan seperti roti, kue, makanan bayi, bubur, atau kerupuk sebagai aplikasi dari tepung pisang rayap.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, R. A., H. F. Conway, P. F. Eifer dan Griffin Jr. 1969. *Gelatinisation of Corn Grits by Rolland Extrusion Cooking*. Cereal Science : Today 14. p. 4-7.
- Anonymous. 1992. *Uji Coba Penerapan Teknologi Pembuatan Krupuk Ikan dan Kue Kering dari Tepung Sukun di Pulau Bawean*. Surabaya: Balai Penelitian Industri.
- Bennion, M. 1980. *The Science of Food*. New York: John Willey and Sons Inc.
- Brannen, A.L dan D.M Davidson. 1983. *Antimicrobial in Foods*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Buckle, K.A., R.A Edwards, G.H Fleet, M. Wootton. 1987. *Ilmu Pangan*. (Diterjemahkan oleh Hari Purnomo dan Adiono). Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Chichester, D.F dan F.W Tanner. 1968. *Antimicrobial Food Additives*. In Handbook of Food Additives. Ohio: Furia T.E The Chemical Rubber Co. 18901 Cranwood Parliway. Cleveland.
- Desrosier, N.W. 1988. *Technology Food Preservation*. Diterjemahkan oleh Muchji Muljohardjo. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Eskin, N.A.M., H.M Henderson dan R.J Townsend. 1971. *Biochemistry of Food*. London: Academic Press.
- Fardiaz, D. 1992. *Teknik Analisa Sifat Fisik dan Fungsional Komponen Pangan*. Bandung : PAU IPB.
- Fennema, O.R. 1979. *Principle of Food Science*. New York: Marcell Dekker Inc.
- Hardiman. 1982. *Tepung Pisang*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Haryadi. 1995. *Sifat-sifat Fungsional Pati dalam Bahan Pangan*. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gajah Mada.
- Hazdiyev, D. 1988. *Sulfites in Food*. A Review of Past and Present Status, Page 701-711. In Food Science and Technology in Industrial Development. Vol.2. Bangkok: Manchepon.
- Hui, Y. H. 1991. *Encyclopedia of Food Science and Technology*. New York: John Willey and Sons Inc.

- Joslyn, M.A. dan J.B.S Braverman, 1954. *The Chemistry and Technology of Pretreatment and Product with SO₂ and Sulfites*. In *Advances in Food Research*. Vol. V. New York: Mark E.M dan G.F. Stewart Academic Press.
- Manullang, M dan V. Yohani. 1995. *Ekstraksi dan Analisis Polisakarida Buah Sukun*. Bogor: Balai Teknologi dan Industri Pangan Fateta IPB.
- Mausberger, H. P. 1954. *Matthew Textile Fiber Their Physical Microscopic and Chemical Properties*. New York: John Willey and Sons Inc.
- Mishkin. 1983. *Food Chemistry*. New York: Reinhold Publishing Company Inc.
- Muljohardjo, M. 1988. *Manual Analisis Pati dan Produk Pati*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada.
- Munadjim. 1988. *Teknologi Pengolahan Pisang*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Murtiningsih dan I. Muhajir. 1990. *Pengaruh Cara Pengeringan Terhadap Mutu Tepung Beberapa Varietas Pisang*. Penelitian Hortikultura no. 1, Vol. 5, Hal. 92-97.
- Pitojo, S. 1992. *Budidaya Sukun*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Priyanto, G. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada.
- Rismunandar. 1990. *Bertanam Pisang*. Bandung: CV. Sinar Baru.
- Rubatzky, V.E. dan M. Yamaguchi. 1998. *Sayuran Dunia Jilid I*. Bandung: Penerbit Institut Teknologi Bandung.
- Satuhu, S. dan A. Supriyadi. 2002. *Pisang: Budidaya, Pengolahan, dan Prospek Pasar*. Jakarta: Penerbit Swadaya.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi. 1989. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Penerbit Liberty.
- , 1997. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Penerbit Liberty.
- Suhardiman, P. 1997. *Budi Daya Pisang Cavendish*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Susanto, T. dan B. Saneto. 1994. *Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian*. Surabaya: PT. Bina Ilmu.

Swinkels, J.J.M. 1985. *Principles of Cereal Science and Technology*. St. Paul
Miwessota: American Association of Cereal Chemist.

Syarief, R. dan A. Irawati. 1988. *Pengetahuan Bahan untuk Industri Pertanian*.
Jakarta: PT. Mediyatama Sarana Perkasa.

Winarno, F.G. 1991. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia.

Web: <http://www.ristek.go.id>



LAMPIRAN-LAMPIRAN



Lampiran 1

KADAR AIR

Kadar Air Tepung Pisang Rayap pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit dan Lama Perendaman

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
A1B1	9,6152	9,1638	9,4606	28,2396	9,4132
A1B2	9,5450	9,3236	9,2150	28,0836	9,3612
A1B3	9,4177	9,0204	9,5268	27,9649	9,3216
A2B1	9,4076	8,9434	9,4586	27,8096	9,2699
A2B2	9,1278	8,9471	9,1587	27,2336	9,0779
A2B3	8,9136	8,9512	9,2594	27,1242	9,0414
A3B1	8,9121	8,9164	9,1510	26,9795	8,9932
A3B2	8,7881	8,9530	9,0159	26,7570	8,9190
A3B3	8,7510	8,7530	8,8981	26,4021	8,8007
Jumlah	82,4781	80,9719	83,1441	246,5941	82,1980
Rerata	9,1642	8,9969	9,2382	27,3993	9,1331

Tabel 2 Faktor

Perlakuan A	Perlakuan B			Jumlah	Rerata
	B1	B2	B3		
A1	28,2396	28,0836	27,9649	84,2881	9,3653
A2	27,8096	27,2336	27,1242	82,1674	9,1297
A3	26,9795	26,7570	26,4021	80,1386	8,9043
Jumlah	83,0287	82,0742	81,4912	246,5941	27,3993
Rerata	9,2254	9,1194	9,0546	27,3993	9,1331

Lampiran 2

KADAR ABU

Kadar Abu Tepung Pisang Rayap pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit dan Lama Perendaman.

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
A1B1	0,7003	0,6598	0,6885	2,0486	0,6829
A1B2	0,7166	0,6818	0,7266	2,1250	0,7083
A1B3	0,7512	0,7736	0,7401	2,2649	0,7550
A2B1	0,7968	0,8209	0,8123	2,4300	0,8100
A2B2	0,8154	0,8254	0,8202	2,4610	0,8203
A2B3	0,8565	0,8621	0,8237	2,5423	0,8474
A3B1	0,9126	0,8634	0,8843	2,6603	0,8868
A3B2	0,9113	0,9090	0,8974	2,7177	0,9059
A3B3	0,9426	0,9114	0,9615	2,8155	0,9385
Jumlah	7,4033	7,3074	7,3546	22,0653	7,3551
Rerata	0,8226	0,8119	0,8172	2,4517	0,8172

Tabel 2 Faktor

Perlakuan A	Perlakuan B			Jumlah	Rerata
	B1	B2	B3		
A1	2,0486	2,1250	2,2649	6,4385	0,7154
A2	2,4300	2,4610	2,5423	7,4333	0,8259
A3	2,6603	2,7177	2,8155	8,1935	0,9104
Jumlah	7,1389	7,3037	7,6227	22,0653	2,4517
Rerata	0,7932	0,8115	0,8470	2,4517	0,8172

Lampiran 3

SERAT KASAR

Serat Kasar Tepung Pisang Rayap pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit dan Lama Perendaman

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
A1B1	0,7912	0,8027	0,7143	2,3082	0,7694
A1B2	0,7812	0,7776	0,7938	2,3526	0,7842
A1B3	0,7737	0,7710	0,8159	2,3606	0,7869
A2B1	0,8054	0,7442	0,9312	2,4808	0,8269
A2B2	0,9001	0,8296	0,8189	2,5486	0,8495
A2B3	0,8642	0,7673	0,9825	2,6140	0,8713
A3B1	1,2094	0,8609	0,8568	2,9271	0,9757
A3B2	1,0071	0,9249	1,0090	2,9410	0,9803
A3B3	1,2148	0,9568	1,0841	3,2557	1,0852
Jumlah	8,3471	7,4350	8,0065	23,7886	7,9295
Rerata	0,9275	0,8261	0,8896	2,6432	0,8811

Tabel 2 Faktor

Perlakuan A	Perlakuan B			Jumlah	Rerata
	B1	B2	B3		
A1	2,3082	2,3526	2,3606	7,0214	0,7802
A2	2,4808	2,5486	2,6140	7,6434	0,8493
A3	2,9271	2,9410	3,2557	9,1238	1,0138
Jumlah	7,7161	7,8422	8,2303	23,7886	2,6432
Rerata	0,8573	0,8714	0,9145	2,6432	0,8811

Lampiran 4

RESIDU SULFIT

Residu Sulfit Tepung Pisang Rayap pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit dan Lama Perendaman

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
A1B1	216,77	211,15	209,68	637,60	212,53
A1B2	228,10	221,75	225,60	675,45	225,15
A1B3	242,91	235,44	255,65	734,00	244,67
A2B1	323,77	316,15	320,78	960,70	320,23
A2B2	377,13	369,12	372,61	1118,86	372,95
A2B3	398,13	398,55	390,13	1186,81	395,60
A3B1	455,66	450,73	447,63	1354,02	451,34
A3B2	487,63	487,38	479,38	1454,39	484,80
A3B3	500,11	508,15	496,11	1504,37	501,46
Jumlah	3230,21	3198,42	3197,57	9626,20	3208,73
Rerata	358,91	355,38	355,29	1069,58	356,53

Tabel 2 Faktor

Perlakuan A	Perlakuan B			Jumlah	Rerata
	B1	B2	B3		
A1	637,60	675,45	734,00	2047,05	227,45
A2	960,70	1118,86	1186,81	3266,37	362,93
A3	1354,02	1454,39	1504,37	4312,78	479,20
Jumlah	2952,32	3248,70	3425,18	9626,20	1069,58
Rerata	328,04	360,97	380,58	1069,58	356,53

Lampiran 5

VISKOSITAS PASTA

Viskositas Pasta Tepung Pisang Rayap pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfid dan Lama Perendaman

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
A1B1	5,0000	5,0000	5,5000	15,5000	5,1667
A1B2	5,0000	6,0000	5,5000	16,5000	5,5000
A1B3	5,0000	6,0000	6,0000	17,0000	5,6667
A2B1	6,5000	6,0000	5,0000	17,5000	5,8333
A2B2	6,5000	7,0000	6,0000	19,5000	6,5000
A2B3	6,5000	7,0000	7,0000	20,5000	6,8333
A3B1	7,0000	7,5000	7,0000	21,5000	7,1667
A3B2	8,0000	7,5000	8,0000	23,5000	7,8333
A3B3	8,0000	8,0000	8,5000	24,5000	8,1667
Jumlah	57,5000	60,0000	58,5000	176,0000	58,6667
Rerata	6,3889	6,6667	6,5000	19,5556	6,5185

Tabel 2 Faktor

Perlakuan A	Perlakuan B			Jumlah	Rerata
	B1	B2	B3		
A1	15,5000	16,5000	17,0000	49,0000	5,4444
A2	17,5000	19,5000	20,5000	57,5000	6,3889
A3	21,5000	23,5000	24,5000	69,5000	7,7222
Jumlah	54,5000	59,5000	62,0000	176,0000	19,5556
Rerata	6,0556	6,6111	6,8889	19,5556	6,5185

Lampiran 6

NILAI PENYERAPAN AIR (NPA)

Nilai Penyerapan Air (NPA) Tepung Pisang Rayap pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit dan Lama Perendaman

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
A1B1	43,2213	41,5486	40,5216	125,2915	41,7638
A1B2	40,9516	42,7391	41,9613	125,6520	41,8840
A1B3	41,6890	45,3297	42,5543	129,5730	43,1910
A2B1	43,2191	45,5607	41,7104	130,4902	43,4967
A2B2	42,3480	43,8895	45,6387	131,8762	43,9587
A2B3	45,9617	44,9212	41,6491	132,5320	44,1773
A3B1	42,2403	45,6891	46,2097	134,1391	44,7130
A3B2	44,3507	47,2184	43,9291	135,4982	45,1661
A3B3	49,9578	46,9614	45,9615	142,8807	47,6269
Jumlah	393,9395	403,8577	390,1357	1187,9329	395,9776
Rerata	43,7711	44,8731	43,3484	131,9925	43,9975

Tabel 2 Faktor

Perlakuan A	Perlakuan B			Jumlah	Rerata
	B1	B2	B3		
A1	125,2915	125,6520	129,5730	380,5165	42,2796
A2	130,4902	131,8762	132,5320	394,8984	43,8776
A3	134,1391	135,4982	142,8807	412,5180	45,8353
Jumlah	389,9208	393,0264	404,9857	1187,9329	131,9925
Rerata	43,3245	43,6696	44,9984	131,9925	43,9975

Lampiran 7

NILAI KELARUTAN AIR (NKA)

Nilai Kelarutan Air (NKA) Tepung Pisang Rayap pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfit dan Lama Perendaman

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
A1B1	4,4603	4,4501	4,6006	13,5110	4,5037
A1B2	4,3291	4,1309	4,3310	12,7910	4,2637
A1B3	4,0085	4,1583	4,0885	12,2553	4,0851
A2B1	3,9094	3,9195	4,0503	11,8792	3,9597
A2B2	3,9118	3,8003	3,8784	11,5905	3,8635
A2B3	3,8801	3,7686	3,7909	11,4396	3,8132
A3B1	3,7713	3,7498	3,6910	11,2121	3,7374
A3B2	3,6496	3,6588	3,7604	11,0688	3,6896
A3B3	3,6195	3,6312	3,6907	10,9414	3,6471
Jumlah	35,5396	35,2675	35,8818	106,6889	35,5630
Rerata	3,9488	3,9186	3,9869	11,8543	3,9514

Tabel 2 Faktor

Perlakuan A	Perlakuan B			Jumlah	Rerata
	B1	B2	B3		
A1	13,5110	12,7910	12,2553	38,5573	4,2841
A2	11,8792	11,5905	11,4396	34,9093	3,8788
A3	11,2121	11,0688	10,9414	33,2223	3,6914
Jumlah	36,6023	35,4503	34,6363	106,6889	11,8543
Rerata	4,0669	3,9389	3,8485	11,8543	3,9514

Lampiran 8

DERAJAT PUTIH

Derajat Putih Tepung Pisang Rayap pada Variasi Konsentrasi Natrium Metabisulfid dan Lama Perendaman

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata
	1	2	3		
A1B1	57,6260	56,9254	57,8828	172,4342	57,4781
A1B2	58,8488	57,9206	57,9307	174,7001	58,2334
A1B3	58,1634	58,2934	58,7389	175,1957	58,3986
A2B1	59,0511	58,6107	58,3223	175,9841	58,6614
A2B2	58,8355	58,7395	58,5974	176,1724	58,7241
A2B3	59,2893	58,9176	58,8273	177,0342	59,0114
A3B1	59,3343	58,8753	59,0008	177,2104	59,0701
A3B2	59,3065	58,4473	59,4874	177,2412	59,0804
A3B3	60,3766	59,3470	60,5601	180,2837	60,0946
Jumlah	530,8315	526,0768	529,3477	1586,2560	528,7520
Rerata	58,9813	58,4530	58,8164	176,2507	58,7502

Tabel 2 Faktor

Perlakuan A	Perlakuan B			Jumlah	Rerata
	B1	B2	B3		
A1	172,4342	174,7001	175,1957	522,3300	58,0367
A2	175,9841	176,1724	177,0342	529,1907	58,7990
A3	177,2104	177,2412	180,2837	534,7353	59,4150
Jumlah	525,6287	528,1137	532,5136	1586,2560	176,2507
Rerata	58,4032	58,6793	59,1682	176,2507	58,7502

Lampiran 9

UJI EFEKTIVITAS

Perhitungan Penentuan Perlakuan Terbaik dengan Metode Indeks Efektivitas

1) Hasil Penentuan Bobot Variabel (BV), Kelompok dan Bobot Total (BT) pada masing-masing parameter :

No	Variabel	Bobot Variabel	Kelompok
1	Kadar Air	0,9	B
2	Kadar Abu	0,8	B
3	Serat Kasar	0,8	B
4	Residu Sulfit	1,0	B
5	Viskositas Pasta	0,6	A
6	Nilai Penyerapan Air (NPA)	0,6	A
7	Nilai Kelarutan Air (NKA)	0,6	B
8	Derajat Putih	0,7	A
Bobot Total		6,0	

Keterangan : Kelompok A = terdiri dari variabel yang semakin tinggi reratanya, semakin baik.
Kelompok B = terdiri dari variabel yang semakin rendah reratanya, semakin baik.

2) Mencari Bobot Normal (BN) :

Bobot Normal (BN) = Bobot Variabel (BV) / Bobot Total (BT)

1. Kadar Air
 $BN = 0,9/6,0 = 0,15$
2. Kadar Abu
 $BN = 0,8/6,0 = 0,13$
3. Serat Kasar
 $BN = 0,8/6,0 = 0,13$
4. Residu Sulfit
 $BN = 1/6,0 = 0,17$
5. Viskositas Pasta
 $BN = 0,6/6,0 = 0,10$
6. Nilai Penyerapan Air (NPA)
 $BN = 0,6/6,0 = 0,10$
7. Nilai Kelarutan Air (NKA)
 $BN = 0,6/6,0 = 0,10$
8. Derajat Putih
 $BN = 0,7/6,0 = 0,12$

3) Menghitung Nilai Efektivitas (NE) dan Nilai Hasil (NH) semua variabel:

Nilai Efektivitas (NE) = (nilai perlakuan-nilai terjelek) / (nilai terbaik-nilai terjelek).

Untuk :

- Variabel dengan rerata semakin tinggi semakin baik (A), maka nilai terendah sebagai nilai terjelek.
- Variabel dengan rerata semakin rendah semakin baik (B), maka nilai tertinggi sebagai nilai terjelek.

Perhitungan Nilai Efektivitas (NE) :

1. Kadar Air

$$A1B1 = (9,4132-9,4132) / (8,8007-9,4132) = 0$$

$$A1B2 = (9,3612-9,4132) / (8,8007-9,4132) = 0,08$$

$$A1B3 = (9,3216-9,4132) / (8,8007-9,4132) = 0,15$$

$$A2B1 = (9,2699-9,4132) / (8,8007-9,4132) = 0,23$$

$$A2B2 = (9,0779-9,4132) / (8,8007-9,4132) = 0,55$$

$$A2B3 = (9,0414-9,4132) / (8,8007-9,4132) = 0,60$$

$$A3B1 = (8,9932-9,4132) / (8,8007-9,4132) = 0,69$$

$$A3B2 = (8,9190-9,4132) / (8,8007-9,4132) = 0,81$$

$$A3B3 = (8,8007-9,4132) / (8,8007-9,4132) = 1$$

2. Kadar Abu

$$A1B1 = (0,6829-0,9385) / (0,6829-0,9385) = 1$$

$$A1B2 = (0,7083-0,9385) / (0,6829-0,9385) = 0,90$$

$$A1B3 = (0,7550-0,9385) / (0,6829-0,9385) = 0,72$$

$$A2B1 = (0,8100-0,9385) / (0,6829-0,9385) = 0,50$$

$$A2B2 = (0,8203-0,9385) / (0,6829-0,9385) = 0,46$$

$$A2B3 = (0,8474-0,9385) / (0,6829-0,9385) = 0,35$$

$$A3B1 = (0,8868-0,9385) / (0,6829-0,9385) = 0,20$$

$$A3B2 = (0,9059-0,9385) / (0,6829-0,9385) = 0,13$$

$$A3B3 = (0,9385-0,9385) / (0,6829-0,9385) = 0$$

3. Serat Kasar

$$A1B1 = (0,7694-1,0852) / (0,7694-1,0852) = 1$$

$$A1B2 = (0,7842-1,0852) / (0,7694-1,0852) = 0,95$$

$$A1B3 = (0,7869-1,0852) / (0,7694-1,0852) = 0,94$$

$$A2B1 = (0,8269-1,0852) / (0,7694-1,0852) = 0,82$$

$$A2B2 = (0,8495-1,0852) / (0,7694-1,0852) = 0,75$$

$$A2B3 = (0,8713-1,0852) / (0,7694-1,0852) = 0,67$$

$$A3B1 = (0,9757-1,0852) / (0,7694-1,0852) = 0,35$$

$$A3B2 = (0,9803-1,0852) / (0,7694-1,0852) = 0,33$$

$$A3B3 = (1,0852-1,0852) / (0,7694-1,0852) = 0$$

4. Residu Sulfit

$$A1B1 = (212,53-501,46) / (212,53-501,46) = 1$$

$$A1B2 = (225,15-501,46) / (212,53-501,46) = 0,95$$

$$A1B3 = (244,67-501,46) / (212,53-501,46) = 0,89$$

$$A2B1 = (320,23-501,46) / (212,53-501,46) = 0,62$$

$$A2B2 = (372,95-501,46) / (212,53-501,46) = 0,44$$

$$A2B3 = (395,60-501,46) / (212,53-501,46) = 0,37$$

$$A3B1 = (451,34-501,46) / (212,53-501,46) = 0,17$$

$$A3B2 = (484,80-501,46) / (212,53-501,46) = 0,06$$

$$A3B3 = (501,46-501,46) / (212,53-501,46) = 0$$

5. Viskositas Pasta

$$A1B1 = (5,1667-5,1667) / (8,1667-5,1667) = 0$$

$$A1B2 = (5,5000-5,1667) / (8,1667-5,1667) = 0,11$$

$$A1B3 = (5,6667-5,1667) / (8,1667-5,1667) = 0,17$$

$$A2B1 = (5,8333-5,1667) / (8,1667-5,1667) = 0,22$$

$$A2B2 = (6,5000-5,1667) / (8,1667-5,1667) = 0,44$$

$$A2B3 = (6,8333-5,1667) / (8,1667-5,1667) = 0,55$$

$$A3B1 = (7,1667-5,1667) / (8,1667-5,1667) = 0,67$$

$$A3B2 = (7,8333-5,1667) / (8,1667-5,1667) = 0,89$$

$$A3B3 = (8,1667-5,1667) / (8,1667-5,1667) = 1$$

6. Nilai Penyerapan Air (NPA)

$$A1B1 = (41,7638-41,7638) / (47,6269-41,7638) = 0$$

$$A1B2 = (41,8840-41,7638) / (47,6269-41,7638) = 0,02$$

$$A1B3 = (43,1910-41,7638) / (47,6269-41,7638) = 0,24$$

$$A2B1 = (43,4967-41,7638) / (47,6269-41,7638) = 0,29$$

$$A2B2 = (43,9587-41,7638) / (47,6269-41,7638) = 0,37$$

$$A2B3 = (44,1773-41,7638) / (47,6269-41,7638) = 0,41$$

$$A3B1 = (44,7130-41,7638) / (47,6269-41,7638) = 0,50$$

$$A3B2 = (45,1661-41,7638) / (47,6269-41,7638) = 0,58$$

$$A3B3 = (47,6269-41,7638) / (47,6269-41,7638) = 1$$

7. Nilai Kelarutan Air (NKA)

$$A1B1 = (4,5037-4,5037) / (3,6471-4,5037) = 0$$

$$A1B2 = (4,2637-4,5037) / (3,6471-4,5037) = 0,28$$

$$A1B3 = (4,0851-4,5037) / (3,6471-4,5037) = 0,49$$

$$A2B1 = (3,9597-4,5037) / (3,6471-4,5037) = 0,64$$

$$A2B2 = (3,8635-4,5037) / (3,6471-4,5037) = 0,74$$

$$A2B3 = (3,8132-4,5037) / (3,6471-4,5037) = 0,80$$

$$A3B1 = (3,7374-4,5037) / (3,6471-4,5037) = 0,89$$

$$A3B2 = (3,6896-4,5037) / (3,6471-4,5037) = 0,95$$

$$A3B3 = (3,6471-4,5037) / (3,6471-4,5037) = 1$$

8. Derajat Putih

$$A1B1 = (57,4781-57,4781) / (60,0946-57,4781) = 0$$

$$A1B2 = (58,2334-57,4781) / (60,0946-57,4781) = 0,29$$

$$A1B3 = (58,3986-57,4781) / (60,0946-57,4781) = 0,35$$

$$A2B1 = (58,6614-57,4781) / (60,0946-57,4781) = 0,45$$

$$A2B2 = (58,7241-57,4781) / (60,0946-57,4781) = 0,47$$

$$A2B3 = (59,0114-57,4781) / (60,0946-57,4781) = 0,58$$

$$A3B1 = (59,0701-57,4781) / (60,0946-57,4781) = 0,60$$

$$A3B2 = (59,0804-57,4781) / (60,0946-57,4781) = 0,61$$

$$A3B3 = (60,0946-57,4781) / (60,0946-57,4781) = 1$$

Perhitungan Nilai Hasil (NH) semua variabel :

Nilai Hasil (NH) = Nilai Efektivitas (NE) x Bobot Normal (BN)

Nilai Hasil (NH) :

1. Kadar Air

$$A1B1 = 0 \times 0,15 = 0$$

$$A1B2 = 0,08 \times 0,15 = 0,012$$

$$A1B3 = 0,15 \times 0,15 = 0,02$$

$$A2B1 = 0,23 \times 0,15 = 0,03$$

$$A2B2 = 0,55 \times 0,15 = 0,08$$

$$A2B3 = 0,60 \times 0,15 = 0,09$$

$$A3B1 = 0,69 \times 0,15 = 0,10$$

$$A3B2 = 0,81 \times 0,15 = 0,12$$

$$A3B3 = 1 \times 0,15 = 0,15$$

2. Kadar Abu

$$A1B1 = 1 \times 0,13 = 0,13$$

$$A1B2 = 0,90 \times 0,13 = 0,11$$

$$A1B3 = 0,72 \times 0,13 = 0,09$$

$$A2B1 = 0,50 \times 0,13 = 0,06$$

$$A2B2 = 0,46 \times 0,13 = 0,05$$

$$A2B3 = 0,35 \times 0,13 = 0,04$$

$$A3B1 = 0,20 \times 0,13 = 0,02$$

$$A3B2 = 0,13 \times 0,13 = 0,01$$

$$A3B3 = 0 \times 0,13 = 0$$

3. Serat Kasar

$$A1B1 = 1 \times 0,13 = 0,13$$

$$A1B2 = 0,95 \times 0,13 = 0,12$$

$$A1B3 = 0,94 \times 0,13 = 0,12$$

$$A2B1 = 0,82 \times 0,13 = 0,10$$

$$A2B2 = 0,75 \times 0,13 = 0,09$$

$$A2B3 = 0,67 \times 0,13 = 0,08$$

$$A3B1 = 0,35 \times 0,13 = 0,04$$

$$A3B2 = 0,33 \times 0,13 = 0,04$$

$$A3B3 = 0 \times 0,13 = 0$$

4. Residu Sulfit

$$A1B1 = 1 \times 0,17 = 0,17$$

$$A1B2 = 0,95 \times 0,17 = 0,16$$

$$A1B3 = 0,89 \times 0,17 = 0,15$$

$$A2B1 = 0,62 \times 0,17 = 0,10$$

$$A2B2 = 0,44 \times 0,17 = 0,07$$

$$A2B3 = 0,37 \times 0,17 = 0,06$$

$$A3B1 = 0,17 \times 0,17 = 0,03$$

$$A3B2 = 0,06 \times 0,17 = 0,01$$

$$A3B3 = 0 \times 0,17 = 0$$

5. Viskositas Pasta

$$A1B1 = 0 \times 0,10 = 0$$

$$A1B2 = 0,11 \times 0,10 = 0,01$$

$$A1B3 = 0,17 \times 0,10 = 0,01$$

$$A2B1 = 0,22 \times 0,10 = 0,02$$

$$A2B2 = 0,44 \times 0,10 = 0,04$$

$$A2B3 = 0,55 \times 0,10 = 0,05$$

$$A3B1 = 0,67 \times 0,10 = 0,06$$

$$A3B2 = 0,89 \times 0,10 = 0,08$$

$$A3B3 = 1 \times 0,10 = 0,10$$

$$A2B3 = 0,35 \times 0,13 = 0,04$$

$$A3B1 = 0,20 \times 0,13 = 0,02$$

$$A3B2 = 0,13 \times 0,13 = 0,01$$

$$A3B3 = 0 \times 0,13 = 0$$

3. Serat Kasar

$$A1B1 = 1 \times 0,13 = 0,13$$

$$A1B2 = 0,95 \times 0,13 = 0,12$$

$$A1B3 = 0,94 \times 0,13 = 0,12$$

$$A2B1 = 0,82 \times 0,13 = 0,10$$

$$A2B2 = 0,75 \times 0,13 = 0,09$$

$$A2B3 = 0,67 \times 0,13 = 0,08$$

$$A3B1 = 0,35 \times 0,13 = 0,04$$

$$A3B2 = 0,33 \times 0,13 = 0,04$$

$$A3B3 = 0 \times 0,13 = 0$$

4. Residu Sulfit

$$A1B1 = 1 \times 0,17 = 0,17$$

$$A1B2 = 0,95 \times 0,17 = 0,16$$

$$A1B3 = 0,89 \times 0,17 = 0,15$$

$$A2B1 = 0,62 \times 0,17 = 0,10$$

$$A2B2 = 0,44 \times 0,17 = 0,07$$

$$A2B3 = 0,37 \times 0,17 = 0,06$$

$$A3B1 = 0,17 \times 0,17 = 0,03$$

$$A3B2 = 0,06 \times 0,17 = 0,01$$

$$A3B3 = 0 \times 0,17 = 0$$

5. Viskositas Pasta

$$A1B1 = 0 \times 0,10 = 0$$

$$A1B2 = 0,11 \times 0,10 = 0,01$$

$$A1B3 = 0,17 \times 0,10 = 0,01$$

$$A2B1 = 0,22 \times 0,10 = 0,02$$

$$A2B2 = 0,44 \times 0,10 = 0,04$$

$$A2B3 = 0,55 \times 0,10 = 0,05$$

$$A3B1 = 0,67 \times 0,10 = 0,06$$

$$A3B2 = 0,89 \times 0,10 = 0,08$$

$$A3B3 = 1 \times 0,10 = 0,10$$

6. Nilai Penyerapan Air (NPA)

$$A1B1 = 0 \times 0,10 = 0$$

$$A1B2 = 0,02 \times 0,10 = 0,002$$

$$A1B3 = 0,24 \times 0,10 = 0,02$$

$$A2B1 = 0,29 \times 0,10 = 0,02$$

$$A2B2 = 0,37 \times 0,10 = 0,03$$

$$A2B3 = 0,41 \times 0,10 = 0,04$$

$$A3B1 = 0,50 \times 0,10 = 0,05$$

$$A3B2 = 0,58 \times 0,10 = 0,06$$

$$A3B3 = 1 \times 0,10 = 0,10$$

7. Nilai Kelarutan Air (NKA)

$$A1B1 = 0 \times 0,10 = 0$$

$$A1B2 = 0,28 \times 0,10 = 0,02$$

$$A1B3 = 0,49 \times 0,10 = 0,04$$

$$A2B1 = 0,64 \times 0,10 = 0,06$$

$$A2B2 = 0,74 \times 0,10 = 0,07$$

$$A2B3 = 0,80 \times 0,10 = 0,08$$

$$A3B1 = 0,89 \times 0,10 = 0,09$$

$$A3B2 = 0,95 \times 0,10 = 0,09$$

$$A3B3 = 1 \times 0,10 = 0,10$$

8. Derajat Putih

$$A1B1 = 0 \times 0,12 = 0$$

$$A1B2 = 0,29 \times 0,12 = 0,03$$

$$A1B3 = 0,35 \times 0,12 = 0,04$$

$$A2B1 = 0,45 \times 0,12 = 0,05$$

$$A2B2 = 0,47 \times 0,12 = 0,05$$

$$A2B3 = 0,58 \times 0,12 = 0,06$$

$$A3B1 = 0,60 \times 0,12 = 0,07$$

$$A3B2 = 0,61 \times 0,12 = 0,07$$

$$A3B3 = 1 \times 0,12 = 0,12$$

Data Hasil Uji Efektivitas

Variabel	Bobot Variabel	Bobot Normal	A1B1		A1B2		A1B3		A2B1		A2B2		A2B3		A3B1		A3B2		A3B3	
			NE	NH	NE	NH	NE	NH	NE	NH	NE	NH	NE	NH	NE	NH	NE	NH	NE	NH
Kadar Air	0,9	0,15	0	0	0,08	0,012	0,15	0,02	0,23	0,03	0,55	0,08	0,60	0,09	0,69	0,10	0,81	0,12	1	0,15
Kadar Abu	0,8	0,13	1	0,13	0,90	0,11	0,72	0,09	0,50	0,06	0,46	0,05	0,35	0,04	0,20	0,02	0,13	0,01	0	0
Serat Kasar	0,8	0,13	1	0,13	0,95	0,12	0,94	0,12	0,82	0,10	0,75	0,09	0,67	0,08	0,35	0,04	0,33	0,04	0	0
Residu Sulfit	1,0	0,17	1	0,17	0,95	0,16	0,89	0,15	0,62	0,10	0,44	0,07	0,37	0,06	0,17	0,03	0,06	0,01	0	0
Viskositas Pasta	0,6	0,10	0	0	0,11	0,01	0,17	0,01	0,22	0,02	0,44	0,04	0,55	0,05	0,67	0,06	0,89	0,08	1	0,10
NPA	0,6	0,10	0	0	0,02	0,002	0,24	0,02	0,29	0,02	0,37	0,03	0,41	0,04	0,50	0,05	0,58	0,06	1	0,10
NKA	0,6	0,10	0	0	0,28	0,02	0,49	0,04	0,64	0,06	0,74	0,07	0,80	0,08	0,89	0,09	0,95	0,09	1	0,10
Derajat Putih	0,7	0,12	0	0	0,29	0,03	0,35	0,04	0,45	0,05	0,47	0,05	0,58	0,06	0,60	0,07	0,61	0,07	1	0,12
Bobot Total	6,0							0,49			0,44			0,50		0,46		0,48		0,57

Keterangan:

NE = Nilai Efektivitas

NH = Nilai Hasil

Perlakuan terbaik adalah kolom yang diberi blok (perlakuan A2B3)

Lampiran 10

PERHITUNGAN EKONOMI
PENGOLAHAN TEPUNG PISANG RAYAP

Bahan Baku Utama (Buah Pisang)

1 tandan buah pisang \pm 11 kg = Rp. 4.000

Berat kulit = \pm 30%

BDD = \pm 70%

BDD = $\pm \frac{70}{100} \times 11 \text{ kg} = 7,7 \text{ kg}$ (daging buah pisang)

Rendemen pisang segar menjadi gaplek kering = \pm 26%

= $\frac{26}{100} \times 7,7 \text{ kg} = 2,002 \text{ kg} \Leftrightarrow 2 \text{ kg}$ gaplek kering

Rendemen pisang segar menjadi tepung = \pm 22,5%

= $\frac{22,5}{100} \times 7,7 \text{ kg} = 1,7325 \text{ kg}$

Tepung yang dihasilkan = 1,7325 kg

Bahan Pendukung (Natrium Metabisulfit)

1 kg Natrium metabisulfit = Rp. 10.000

Untuk 1 kg daging buah pisang \rightarrow larutan perendaman yang dibutuhkan = 5 liter

Jika 7,7 kg daging buah pisang \rightarrow larutan perendaman yang dibutuhkan

= 7,7 kg \times 5 liter = 38,5 liter.

- Natrium metabisulfit 2000 ppm :

2000 ppm \rightarrow 77 gram natrium metabisulfit dalam 38,5 liter air

77 gram = 0,077 kg

Harga natrium metabisulfit = $\frac{0,077 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times \text{Rp.}10.000$

= Rp. 770

- Natrium metabisulfit 1000 ppm :

1000 ppm → 38,5 gram natrium metabisulfit dalam 38,5 liter air

38,5 gram = 0,0385 kg

$$\begin{aligned}\text{Harga natrium metabisulfit} &= \frac{0,0385 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times \text{Rp. } 10.000 \\ &= \text{Rp. } 385\end{aligned}$$

- Natrium metabisulfit 500 ppm :

500 ppm → 19,25 gram natrium metabisulfit dalam 38,5 liter air

19,25 gram = 0,01925 kg

$$\begin{aligned}\text{Harga natrium metabisulfit} &= \frac{0,01925 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} \times \text{Rp. } 10.000 \\ &= \text{Rp. } 192,5\end{aligned}$$

Bahan Bakar (Minyak Tanah)

1 liter minyak tanah = Rp. 1.000

Untuk ± 11 kg buah pisang (+ kulit) dibutuhkan ± 1 liter minyak tanah.

$$\begin{aligned}\text{Biaya bahan bakar} &= 1 \text{ liter} \times \text{Rp. } 1.000 \\ &= \text{Rp. } 1.000\end{aligned}$$

Ongkos Selep

Ongkos selep = Rp. 500/kg

$$\begin{aligned}\text{Ongkos selep 2 kg gapek kering menjadi tepung} &= 2 \text{ kg} \times \text{Rp. } 500 \\ &= \text{Rp. } 1.000\end{aligned}$$

Perhitungan Harga Pokok Penjualan (HPP)

$$\text{HPP} = \frac{\text{Total Cost (TC)}}{\text{Jumlah Produksi}}$$

Total Cost (TC) meliputi :

- harga bahan baku utama (buah pisang)
- harga bahan pendukung (natrium metabisulfit)

- harga bahan bakar (minyak tanah)
- ongkos selep
- **Tepung pisang pada perendaman 2000 ppm**

$$\text{HPP} = \frac{\text{Rp. 4.000} + \text{Rp. 770} + \text{Rp. 1.000} + \text{Rp. 1.000}}{1,7325 \text{ kg}}$$

$$\text{HPP} = \text{Rp. 3907,65} \Leftrightarrow \text{Rp. 3950 / kg}$$

- **Tepung pisang pada perendaman 1000 ppm**

$$\text{HPP} = \frac{\text{Rp. 4.000} + \text{Rp. 385} + \text{Rp. 1.000} + \text{Rp. 1.000}}{1,7325 \text{ kg}}$$

$$\text{HPP} = \text{Rp. 3685,43} \Leftrightarrow \text{Rp. 3700 / kg}$$

- **Tepung pisang pada perendaman 500 ppm**

$$\text{HPP} = \frac{\text{Rp. 4.000} + \text{Rp. 192,5} + \text{Rp. 1.000} + \text{Rp. 1.000}}{1,7325 \text{ kg}}$$

$$\text{HPP} = \text{Rp. 3574,31} \Leftrightarrow \text{Rp. 3600 / kg}$$