

Take delight in the LORD, and he will give you the desires of your heart.

Commit your way to the LORD; trust in him, and he will act.

Psalm 37: 4 - 5

Kupersembahkan untuk:
Bapak, Mammie, Kakak-kakakku,
Bang Apul, Adik-adikku ter-
utama si kelbar Oom dan Eem.



BALAYANA ELIZABETH SILALAH (F. 140784). Mempelajari pengaruh serangan serangga pada sagu lempeng, tepung sagu, jagung dan beras selama penyimpanan pada suhu ruang. Di bawah bimbingan Ir. SOESARSONO WIJANDI M.Sc. dan Ir. MACHFUD.

RINGKASAN

Dipelajari pengaruh serangan serangga pada sagu lempeng, tepung sagu, butir jagung dan beras selama penyimpanan pada suhu ruang. Serangga yang digunakan adalah Sitophilus zeamais, Rhizopertha dominica dan Tribolium castaneum.

Bahan disimpan selama 3 bulan dan setiap selang waktu 1 bulan dilakukan pengamatan. Pengamatan meliputi jumlah larva, jumlah pupa dan laju populasi serangga serta analisa total asam, kandungan asam urat dan kadar air.

Hasil penelitian menunjukkan, bahwa selama penyimpanan 3 bulan tidak ada pertambahan populasi dari ketiga jenis serangga pada sagu lempeng dan tepung sagu. Sedangkan pada butir jagung dan beras, populasi serangga meningkat sebanding dengan lama penyimpanan. Berdasarkan uji statistik, kenaikan populasi S. zeamais pada butir jagung dan beras berbeda sangat nyata dibandingkan dengan populasi serangga R. dominica dan T. castaneum. Populasi S. zeamais pada butir beras lebih banyak daripada butir jagung.

Serangan ketiga jenis serangga tersebut selama pe-

nyimpanan 3 bulan menyebabkan kenaikan total asam dan kandungan asam urat pada semua bahan. Berdasarkan uji statistik, kenaikan ini pada sagu lempeng dan tepung sagu tidak berbeda nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan. Kandungan asam urat dan total asam yang tertinggi adalah akibat serangan S. zeamais pada butir jagung dan beras.

Kadar air tidak dipengaruhi oleh perlakuan lama penyimpanan secara tunggal, tetapi dipengaruhi oleh perlakuan jenis serangga, jenis bahan, interaksi jenis serangga dan lama penyimpanan serta interaksi jenis bahan dan lama penyimpanan.

MEMPELAJARI PENGARUH SERANGAN SERANGGA PADA
SAGU LEMPENG, TEPUNG SAGU, JAGUNG DAN BERAS SELAMA
PENYIMPANAN PADA SUHU RUMAH

Oleh

BALAYANA ELIZABETH SILALAH

F. 140784

S K R I P S I

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
pada Fakultas Mekanisasi dan Teknologi Hasil Pertanian
Institut Pertanian Bogor

1981

INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS MEKANISASI DAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
BOGOR



INSTITUT PERTANIAN BOGOR

FAKULTAS MEKANISASI DAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

MEMPELJARI PENGARUH SERANGAN SERANGGA PADA
SAGU LEMPENG, TEPUNG SAGU, JAGUNG DAN BERAS SELAMA
PENYIMPANAN PADA SUHU RUMAH

S K R I P S I

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
pada Fakultas Mekanisasi dan Teknologi Hasil Pertanian
Institut Pertanian Bogor

BALAYANA ELIZABETH SILALHI

F. 140784

dilahirkan di Medan, Sumatera Utara
pada tanggal 30 Agustus 1958

Disetujui,


Bogor, 4 Agustus 1981


Ir. MACHFUD
DOSEN PEMBIMBING II



Disetujui,

Bogor, ... Agustus 1981


Ir. SOESARSONO W, M.Sc.
DOSEN PEMBIMBING I

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadiratNYA atas selesainya penulisan skripsi ini.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Hasil Pertanian pada Fakultas Mekanisasi dan Teknologi Hasil Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dari bulan September 1980 hingga bulan Maret 1981 dan hasil tinjauan pustaka.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ir. Soesarsono Wijandi M.Sc., sebagai Dosen Pembimbing I
2. Ir. Machfud, sebagai Dosen Pembimbing II
3. Dr. Ir. Dedi Fardiaz, sebagai Panitia Pendidikan Tingkat Sarjana Fakultas Mekanisasi dan Teknologi Hasil Pertanian
4. Suhadi Hardjo M.Sc., sebagai ketua Departemen Teknologi Hasil Pertanian
5. Ir. Rafael I. Pranata M.S., "Project Leader on Biology and Control of Pest Stored Product" BIOTROP, Bogor
6. Bapak, Mammie, Kakek-kakek, Abang dan Adik-adik yang selalu memberikan doTongan dan doa
7. Teman-teman yang telah membantu penulis hingga tersusunnya skripsi ini.

Akhirnya, penulis mengharapkan senoga skripsi ini ada manfaatnya bagi semua pihak yang memerlukannya.

Bogor, Juli 1981

Penulis

Hita Genta (Hindong, Unzuang, Jundang)
 1. Diutamakan sebagai dosen atau peneliti yang bertugas untuk mengkoordinasi dan mempedulikan proses:
 a. Pengabdian ilmu yang berkaitan dengan pendidikan, penelitian, pengabdian masyarakat, penelitian dasar yang bertujuan untuk masalah
 b. Penelitian dasar yang berkaitan dengan penelitian yang wajar (IPB, IPB, IPB)
 2. Diutamakan sebagai dosen atau peneliti yang bertugas untuk melakukan atau melakukan hal yang sama yang dilakukan oleh dosen dengan tujuan yang sama (IPB University)

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. PANGAN BERKARBOHIDRAT TINGGI	5
B. PENYIMPANAN	17
C. SERENGGI	25
III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN	44
A. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN	44
B. BAHAN PENELITIAN	44
C. PERSIAPAN BAHAN	45
D. PELAKSANAAN PENELITIAN	46
E. PENGAMATAN	48
F. RANCANGAN PERCOBAAN	54
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	56
A. LAJU POPULASI SERENGGI	56
B. JUMLAH LARVA	66
C. JUMLAH PUPA	74
D. TOTAL ASAM	79
E. KANDUNGAN ASAM URAT	87
F. KADAR AIR	92
V. KESIMPULAN	98



Halaman

DAFTAR PUSTAKA	99
LAMPIRAN	104

Hita Ciska, Pendidikan, Unswagati Jember
1. Dilakukan menggunakan berbagai cara sebagai alat untuk meningkatkan dan memperdalam konsep
2. Berwujudnya literasi adalah kemampuan membaca, memahami, penilaian kritis, penemuan kembali, dan kemampuan untuk masalah
3. Berwujudnya tidak sekedar sekedar kemampuan yang wajar (IPB University)
4. Dilakukan menggunakan cara pembelajaran yang menggunakan cara sebagai alat untuk meningkatkan kemampuan belajar (IPB University)

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi kimia beras setengah giling ..	8
Tabel 2. Komposisi kimia butir jagung dalam persen berat basah	10
Tabel 3. Komposisi kimia tepung sagu per 100 gram beras basah	16
Tabel 4. Komposisi kimia sagu lempeng	17

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur butir gabah	7
Gambar 2. Struktur butir jagung	9
Gambar 3. Larva, pupa dan imago <u>S. zeamais</u>	28
Gambar 4. Larva dan imago <u>R. dominica</u>	31
Gambar 5. Larva dan imago <u>T. castaneum</u>	34
Gambar 6. Skema pembentukan asam urat	43
Gambar 7. Bahan serta wadah penyimpanan	47
Gambar 8. Penampakan kandungan asam urat pada masing-masing bahan yang diserang oleh serangga setelah 3 bulan disimpan	53
Gambar 9. Histogram laju populasi serangga <u>S. zeamais</u> pada keempat jenis bahan selama penyimpanan	58
Gambar10. Histogram laju populasi serangga <u>R. dominica</u> pada keempat jenis bahan selama penyimpanan	59
Gambar11. Histogram laju populasi serangga <u>T. castaneum</u> pada keempat jenis bahan selama penyimpanan	61
Gambar12. Lubang pada sagu lempeng akibat serangan <u>R. dominica</u>	66
Gambar13. Histogram jumlah populasi ketiga jenis serangga pada sagu lempeng, tepung sagu, butir beras dan jagung selama penyimpanan 3 bulan	67
Gambar14. Histogram jumlah larva <u>S. zeamais</u> pada bahan selama penyimpanan	69



Gambar 15. Histogram jumlah larva <u>R. dominica</u> pada bahan selama penyimpanan	71
Gambar 16. Histogram jumlah larva <u>T. castaneum</u> pada bahan selama penyimpanan	73
Gambar 17. Histogram jumlah pupa <u>S. zeamais</u> pada bahan selama penyimpanan	75
Gambar 18. Histogram jumlah pupa <u>R. dominica</u> pada bahan selama penyimpanan	77
Gambar 19. Histogram jumlah pupa <u>T. castaneum</u> pada bahan selama penyimpanan	78
Gambar 20. Histogram hubungan antara total asam dengan serangan serangga <u>S. zeamais</u> pada bahan selama penyimpanan	81
Gambar 21. Histogram hubungan antara total asam dengan serangan serangga <u>R. dominica</u> pada bahan selama penyimpanan	85
Gambar 22. Histogram hubungan antara total asam dengan serangan serangga <u>T. castaneum</u> pada bahan selama penyimpanan	86
Gambar 23. Histogram pengaruh interaksi jenis bahan dan lama penyimpanan terhadap kandungan asam urat	89
Gambar 24. Histogram pengaruh interaksi jenis serangga dan jenis bahan terhadap kandungan asam urat	90
Gambar 25. Histogram pengaruh jenis serangga terhadap kadar air	93
Gambar 26. Histogram pengaruh jenis bahan terhadap kadar air	94

Hal. 100
 1. Di dalam penyusunan skripsi, saya selaku penyusun ini telah menandatangani dan menyepakati syarat-
 a. pengabdian ilmu yang berkaitan dengan pendidikan, penelitian, pengabdian masyarakat, dan lain-lain yang berkaitan dengan IPB University.
 2. Apabila terdapat perubahan dan/atau pemeliharaan skripsi, saya selaku penyusun ini akan menyetujui hal-hal tersebut dengan syarat-syarat yang ditetapkan oleh IPB University.
 Teguh Pratomo, IPB University



Gambar 27. Histogram pengaruh interaksi jenis serangga dan lama penyimpanan terhadap kadar air 96

Gambar 28. Histogram pengaruh interaksi jenis bahan dan lama penyimpanan terhadap kadar air 97

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Rekapitulasi suhu dan RH ruang penyimpanan	105
Lampiran 2. Rekapitulasi hasil penelitian	106
Lampiran 3. Analisa sidik ragam laju populasi serangga	107
Lampiran 4. Uji BNU interaksi perlakuan jenis serangga, jenis bahan dan lama penyimpanan terhadap jumlah populasi serangga	108
Lampiran 5. Analisa sidik ragam jumlah larva	109
Lampiran 6. Uji BNU interaksi perlakuan jenis serangga, jenis bahan dan lama penyimpanan terhadap jumlah larva	110
Lampiran 7. Analisis sidik ragam jumlah pupa	111
Lampiran 8. Uji BNU interaksi perlakuan jenis serangga, jenis bahan dan lama penyimpanan terhadap jumlah pupa	112
Lampiran 9. Rekapitulasi pola pertumbuhan populasi <i>S. zealandis</i> , <i>R. dominica</i> dan <i>T. castaneus</i> pada keempat jenis bahan	113
Lampiran10. Analisis sidik ragam total asam	115
Lampiran11. Uji BNU interaksi perlakuan jenis serangga, jenis bahan dan lama penyimpanan terhadap total asam	116
Lampiran12. Analisis sidik ragam kandungan asam urat	117
Lampiran13. Uji BNU interaksi perlakuan jenis bahan dan lama penyimpanan terhadap kandungan asam urat	118

Lampiran 14. Uji BNJ interaksi perlakuan jenis serangga dan jenis bahan terhadap kandungan asam urat	119
Lampiran 15. Analisis sidik ragam kadar air	120
Lampiran 16. Uji BNJ pengaruh perlakuan jenis serangga terhadap kadar air	121
Lampiran 17. Uji BNJ pengaruh perlakuan jenis bahan terhadap kadar air	121
Lampiran 18. Uji BNJ interaksi perlakuan jenis serangga dan lama penyimpanan terhadap kadar air	122
Lampiran 19. Uji BNJ interaksi perlakuan jenis bahan dan lama penyimpanan terhadap kadar air	123

Hal-Cara-Hindung, Unzuji, Lindang
 1. Olinging mengoyok sebagai rasa pahit yang bisa juga merangsang dan meredakan sakit
 2. Mengurangi rasa sakit akibat peradangan sendi, otot, dan tulang
 3. Mengurangi rasa sakit akibat peradangan sendi, otot, dan tulang
 4. Mengurangi rasa sakit akibat peradangan sendi, otot, dan tulang
 5. Mengurangi rasa sakit akibat peradangan sendi, otot, dan tulang
 6. Mengurangi rasa sakit akibat peradangan sendi, otot, dan tulang
 7. Mengurangi rasa sakit akibat peradangan sendi, otot, dan tulang
 8. Mengurangi rasa sakit akibat peradangan sendi, otot, dan tulang
 9. Mengurangi rasa sakit akibat peradangan sendi, otot, dan tulang
 10. Mengurangi rasa sakit akibat peradangan sendi, otot, dan tulang

I. PENDAHULUAN

Pangan merupakan salah satu masalah utama di dunia dewasa ini terutama bagi negara-negara berkembang termasuk Indonesia. Pangan merupakan komoditi strategis bagi semua negara. Peranan pangan bukan hanya terbatas pada segi ekonomi, namun meluas juga pada segi sosial lain, politik dan keamanan.

Indonesia menyadari bahwa masalah pangan merupakan salah satu masalah nasional yang penting dalam rangka keseluruhan pembangunan dan ketahanan nasional. Sampai saat ini pola konsumsi pangan masih mengutamakan beras. Kenyataan ini menunjukkan bahwa pola konsumsi pangan rakyat atau keadaan perekonomian secara keseluruhan sangat tergantung pada satu jenis pangan. Akibatnya, keadaan pangan akan selalu rawan.

Dalam PELITA III penganekaragaman (diversifikasi) sumber pangan mendapat perhatian yang lebih besar, agar kerawanan pangan secara nasional secara bertahap dapat diatasi. Yang dimaksud dengan penganekaragaman makanan rakyat adalah usaha untuk menggunakan banyak macam bahan pangan dalam berbagai bentuk makanan sehari-hari dalam proporsi yang dapat mengurangi konsumsi beras (SOEKARTO dan WINARNO, 1979).

Sagu adalah salah satu sumber pangan. Tanaman sagu (*Metroxylon* sp.) tersebar di seluruh kepulauan Indonesia.

Luas tanaman sagu secara pasti belum diketahui, tetapi diduga cukup luas. Dari luas tanaman sagu yang diduga seluas 78.000 Ha di Maluku, maka dapat diperoleh surplus tepung sagu kering per tahun sebesar 139.000 - 207.000 ton (WIJANDI dan GUMBIRA, 1981). Jika potensi dan dasar perhitungan juga dilakukan di daerah lain, maka diduga surplus tepung sagu per tahun di Indonesia cukup besar.

Untuk penggunaan dalam waktu lama, tepung sagu dibakar di dalam cetakan yang terbuat dari tanah liat. Produk yang dihasilkan disebut sagu lempeng. Di daerah Bogor dan sekitarnya disebut sagu kirai. Di Maluku, sagu lempeng dikonsumsi sebagai makanan pokok atau selingan pagi dan sore. Sagu lempeng banyak digunakan sebagai bahan makanan di laut (perahu-perahu angkutan dan nelayan) terutama untuk perjalanan jarak jauh dan dalam waktu lama.

Hasil panen yang disimpan selalu terancam oleh kerusakan akibat serangan hama gudang. Menurut FAO (1948) kehilangan biji-bijian dan beras di seluruh dunia pada tahun 1947 diperkirakan sebesar 33 juta ton atau sejumlah konsumsi 150 juta orang penduduk selama 1 tahun. Dari jumlah di atas diduga paling sedikit 50 persen kehilangan tersebut disebabkan oleh serangga (CHRISTENSEN dan KAUFMANN, 1969).

Bagi Indonesia masalah penyimpanan harus mendapat perhatian yang serius, mengingat iklimnya yang tropis dan lembab serta rata-rata bersuhu tinggi sepanjang ta-

hun. Iklim seperti ini merupakan faktor pendorong bagi berkembangbiakan serangga selama penyimpanan.

Secara garis besar hama digolongkan menjadi dua, yaitu hama primer dan hama sekunder. Hama primer yaitu hama yang dapat atau mampu menyerang biji-bijian yang masih utuh (sound kernel) seperti Sitophilus zeamais (maize weevil) pada jagung. Sedangkan hama sekunder adalah hama yang hanya dapat menyerang biji-bijian yang telah rusak baik karena diserang oleh hama primer maupun disebabkan oleh faktor-faktor lain seperti Tribolium castaneum yang menyerang beras pecah (broken rice) dan tepung beras (PRANATA, 1979).

Ditinjau dari cara penyerangannya hama gudang dapat dibagi atas dua bagian yaitu "internal feeder" dan "external feeder". "Internal feeder" yaitu hama yang cara penyerangannya dari dalam biji-bijian. Larva atau imago berada di dalam biji. Contoh: Rhizopertha dominica dan Sitophilus zeamais. "External feeder" adalah hama yang menyerang dari permukaan biji-bijian. Contoh: Tribolium castaneum (PRANATA, 1979).

Berdasarkan komposisi bahan yang diserangnya, hama dikelompokkan atas beberapa bagian. Serangga yang banyak menyerang sereal dan sumber karbohidrat adalah Rhizopertha sp., Sitophilus sp., Trogoderma sp., Tribolium sp., Cryptolestes sp., Oryzaephilus sp. (WIJANDI, 1977). Dari antara serangga di atas yang menimbulkan kerugian

yang cukup besar (economic pest) di Indonesia adalah Rhizopertha dominica, Sitophilus zeamais dan Tribolium castaneum.

Sampai saat ini belum diketahui daya tahan tepung sagu dan sagu lempeng selama penyimpanan. Mengingat prospek sagu sebagai bahan pangan, perlu diteliti aspek penyimpanan komoditi ini, khususnya pengaruh serangan serangga apabila dibandingkan dengan komoditi seperti beras dan jagung.



II. TINJAUAN PUSTAKA

A. PANGAN BERKARBOHIDRAT TINGGI

Karbohidrat merupakan suatu senyawa yang terdiri dari unsur-unsur C, H dan O. Dalam tumbuh-tumbuhan karbohidrat dihasilkan melalui proses fotosintesa. Pati merupakan zat anggota kelompok karbohidrat dan memegang peranan penting dalam sistem biologi. Apabila dioksidasi akan menghasilkan enersi yang digunakan untuk aktifitas tubuh. Oleh karena itu, pangan yang mengandung karbohidrat tinggi digunakan sebagai makanan pokok. Dari analisa data konsumsi nyata, bahwa 79 persen kebutuhan kalori berasal dari bahan makanan pokok terutama beras. Di Indonesia, sago merupakan salah satu makanan pokok disamping beras, jagung dan ubi-ubian. Sagu merupakan makanan pokok yang banyak dikonsumsi rakyat Indonesia bagian Timur.

1. Beras

Beras merupakan butir padi yang telah dipisahkan dari kulit gabah (sekam). Tanaman ini termasuk famili Gramineae. Terdiri dari 2 spesies yaitu Oryza sativa Linn dan Oryza glaberrima Steud (GRIST, 1959 ; MORI-SHIMA dkk., 1962 di dalam ANONIMOUS, 1975).

Butir padi atau gabah terdiri dari kulit gabah (sekam), kulit bagian dalam, endosperm atau bagian pati, dan germ atau lembaga. Struktur butir gabah da-

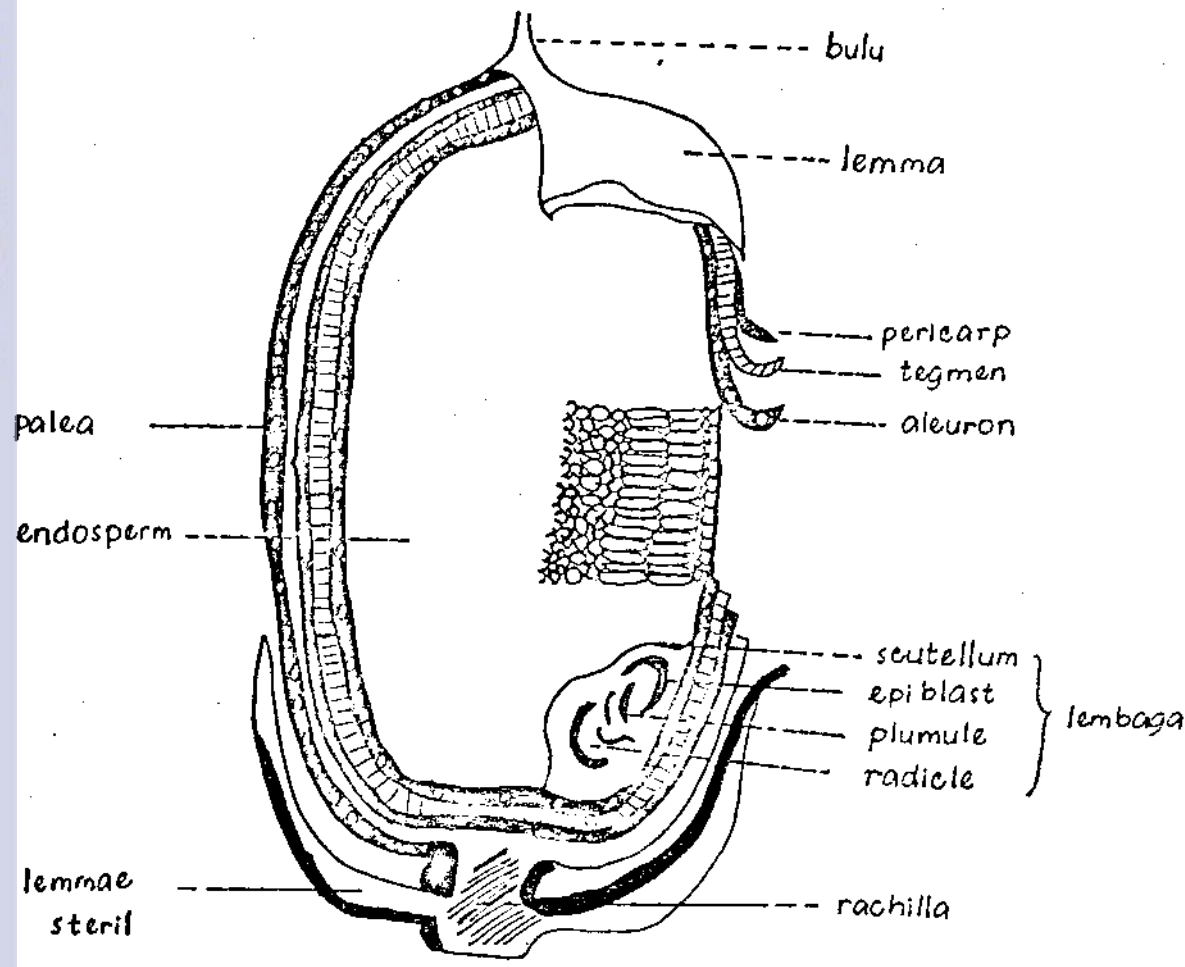
pat dilihat pada Gambar 1. Komposisi butir gabah terdiri dari sekam sebesar 20 persen, dedak kasar 8 persen, dedak halus 2 persen dan beras sosoh 70 persen (MATZ, 1959).

Lapisan kulit pada butir biji terdiri dari 3 bagian yaitu pericarp, testa atau tegmen dan lapisan aleuron. Pericarp mengandung butir-butir protein dan lemak, sedangkan testa mengandung lemak. Lapisan aleuron yang membungkus endosperm dan germ atau lembaga banyak mengandung protein, lemak dan vitamin (GRIST, 1959; JULIANO, 1972; dan MATZ, 1959).

Bagian endosperm terdiri dari sel-sel parenchym yang berdinding tipis, memanjang ke arah radial (GRIST, 1959). Endosperm banyak mengandung butir pati yaitu sejumlah 90 persen dari bobot beras. Butir pati ini merupakan polimer dari molekul glukosa yang terdiri dari komponen amilosa dan amilopektin (MATZ, 1959).

Germ atau lembaga yang merupakan benih, besarnya sepertiga dari panjang beras. Germ ini mengandung gliserida tidak jenuh yang dapat menimbulkan ketengikan (GRIST, 1959). Pada Tabel 1 dapat dilihat komposisi kimia beras setengah giling.

Dari Tabel 1 terlihat bahwa kandungan protein beras cukup tinggi, akan tetapi kekurangan asam amino essensial lysin (GRIST, 1959). Beras kaya akan kandungan vitamin B1. Vitamin ini memegang peranan dalam metabolisme karbohidrat karbohidrat.



Gambar 1. Struktur butir gabah (JULIANO, 1972).

Tabel 1. Komposisi kimia beras setengah giling per 100 gram *)

Komponen kimia	Kandungan
Kalori (Kal)	363
Protein (g)	7.6
Lemak (g)	1.1
Hidrat arang (g)	78.3
Kalsium (mg)	11
Posfor (mg)	221
Besi (mg)	1.2
Vitamin A (S.I.)	0
Vitamin B1 (mg)	0.19
Vitamin C (mg)	0
Air (g)	12.0

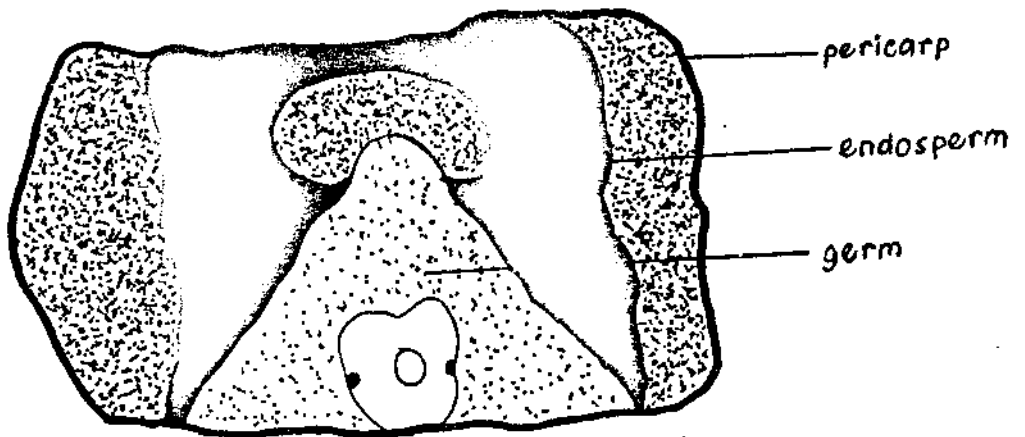
*) Sumber: ANONIMOUS (1979).

2. Jagung

Tanaman jagung (Zea mays Linn) merupakan salah satu anggota dari famili Gramineae. Berdasarkan sifat fisik dan kimianya terdapat 5 varietas utama yaitu Zea mays L. indentata ("dent"), Zea mays L. indurata ("flint"), Zea mays L. erytrolepsis ("flour"), Zea mays L. rugosa ("sweet") dan Zea mays L. praecox ("pop corn"), FAO (1954). Varietas penting sebagai bahan makanan pokok adalah "dent" dan "flint". Butir biji kedua varietas ini berwarna kuning atau putih.

Butir jagung terdiri dari pericarp, germ atau lembaga, endosperm dan "tip cap". Struktur butir jagung da-

dapat dilihat pada Gambar 2. Sedangkan komposisi kimia dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 2. Struktur butir jagung (INGLETT, 1970).

Tabel 2. Komposisi kimia butir jagung dalam persen berat basah *)

Komponen	Butir biji	Bagian dari butir biji			
		Endosperm	Germ	Bran	Tip cap
Kernel	-	82.3	11.5	5.3	0.8
Pati	71.5	86.4	8.2	7.3	5.3
Protein	10.3	9.4	18.8	3.7	9.1
Lemak	4.8	0.8	84.5	1.0	3.8
Gula	2.0	0.6	10.8	0.3	1.6
Abu	1.4	0.3	10.1	0.8	1.6

*) Sumber: INGLETT (1970).

Tip cap merupakan bagian yang terkecil dari butir biji. Tip cap menghubungkan butir biji dengan tongkol jagung.

Pericarp disusun oleh sebuah lapisan tipis di sebelah luar, yang terdiri dari sel mati yang kompak memanjang dan mempunyai dinding sel tebal. Di bawah lapisan ini terdapat jaringan parenchima, kemudian lapisan testa. Di bawah testa terdapat selapis jaringan yaitu aleuron. Lapisan ini sekitar 3 persen dari berat butir dan secara morfologi merupakan bagian dari endosperm.

Germ atau lembaga besarnya sekitar 11.5 persen dari berat butir biji. Dua komponen utama dari lembaga adalah scutellum dan embryonic axis. Scutellum menyusun 90 persen dari lembaga. Selama pertunasan, embryonic axis tumbuh menjadi benih.

Endosperm disusun oleh dua bagian yaitu bagian yang keras (horny region) dan bagian yang berisi tepung (floury region). Perbandingan kedua bagian ini sangat bervariasi, tetapi umumnya perbandingan horny dan floury region sekitar 2 berbanding 1 (INGLETT, 1970).

Jagung mengandung karbohidrat dalam jumlah yang cukup besar. Berbeda dengan tanaman biji-bijian lainnya, jagung mengandung protein dan lemak dalam jumlah besar sehingga perbandingan antara karbohidrat, protein dan lemak sangat baik. Selain itu jagung mengandung serat kasar, mineral dan vitamin. Akan tetapi jika ditinjau dari kandungan asam amino esensial maka protein jagung kekurangan asam amino tryptophan.

Hampir 85 persen kandungan lemak dari butir jagung berada pada lembaga. Lemak ini merupakan sumber pembuatan minyak jagung secara komersil.

Hampir 80 persen kandungan vitamin biji jagung berada pada lembaga. Selain itu 70 persen kandungan mineral Zincum berada pada lembaga.

Jagung mengandung Nitrogen non protein yang terdiri dari asam-asam amino, gabungan dari empat atom Nitrogen (betain, trigonellin dan choline), nucleosida, purin dan pirimidin CHRISTIANSON dkk., 1965:(INGLETT, 1970).



3. Sagu

Tanaman sagu termasuk ordo Spadiliflirae dan famili Palmae. Jenis terpenting yang menghasilkan tepung sagu adalah Metroxylon sp. Metroxylon berasal dari bahasa Yunani yaitu "metra" berarti isi batang dan "xylon" berarti kayu.

Tanaman ini tersebar dari kepulauan Santa Cruz di sebelah Timur menuju ke Barat yaitu sebelah Selatan Thailand; dari kepulauan Kai Aru di sebelah Selatan menyebar ke Utara yaitu pulau Mindanao. Penyebaran yang paling rapat terdapat di kepulauan Maluku yaitu di pulau Seram dan Irian. Dari kepulauan Maluku pohon sagu tersebar ke seluruh pulau di Indonesia. Di pulau Jawa, pohon sagu ditemukan di sekitar Bogor dan Banten.

Istilah sagu berbeda-beda pada setiap daerah sehingga memberi kesan seolah-olah jenis sagu itu berlainan, padahal sebenarnya sama. Di Sumatera Timur (Melayu), Makassar, Bugis disebut rumbia atau rembia, di Maluku disebut lapia dan di Jawa Barat disebut kirai (AVE, 1976).

Sebatang pohon sagu dianggap cukup waktunya untuk ditebang bila berumur 8 - 15 tahun. Tinggi batang pohon pada saat ini kira-kira 10 - 15 meter, dengan garis tengah berkisar antara 70 - 100 centimeter. Pengenalan menurut umur sulit dijadikan pegangan mengingat kondisi masyarakat desa maupun hutan. Kebiasaan yang selama ini dipakai dalam menilai batas umur produktif dari pohon

sagu adalah sebagai berikut: waktu putih masa, waktu jantung, waktu sirih buah dan waktu wala tua.

Sebaiknya pohon sagu ditebang sebelum bunga keluar. Apabila bunga keluar, kadar tepung pada empulur akan berkurang sebab zat cadangan makanan tersebut diambil untuk dipakai dalam proses penyempurnaan bunga sampai ke pemasakan buah. Menurut pengalaman yang telah dilakukan, maka waktu terbaik untuk menebang pohon adalah pada waktu putih masa (ANONIMOUS, 1980). Pada waktu ini pucuk-pucuk daun mulai memendek dan jantung bunga mulai muncul, batang tidak berduri karena pelepah-pelepah yang membungkus batang menjadi kering dan terkelupas. Pada saat ini konsentrasi atau kandungan tepung patinya tersebar merata di seluruh bagian batang dan mencapai kadar optimum, warna tepung pati yang dihasilkan putih sekali.

Tepung pati diperoleh dari isi batang (empulur) melalui pengolahan yang sederhana. Setelah pohon ditebang, batang dipotong menjadi potongan-potongan sekitar 2 sampai 3 meter tergantung besar kecilnya garis tengah batang tersebut. Kemudian batang dibelah dua dengan alat yang disebut baji. Alat ini dipukulkan pada kulit batang dengan menggunakan parang atau kapak. Kemudian empulur ditokok atau dipukul dengan alat yang terbuat dari bambu yaitu nani. Hasil penokokan dengan nani adalah tepung yang masih bercampur dengan serat empulur kasar dan disebut ela. Pekerjaan ini biasanya dilakukan di rumah kecil yang di-

sebut paparisa agar ela tidak mengalami kekeringan. Lalu ela dimasukkan ke dalam keranjang yang terbuat dari daun atau pelepah sagu dan dibawa ke tempat penyaringan dekat anak sungai atau telaga untuk memisahkan seratnya.

Tahapan penyaringan ela adalah sebagai berikut: mula-mula ela dimasukkan ke dalam saringan yang terbuat dari pelepah sagu dan selubung pelepah (ijuk) pada ujungnya yaitu sahani, kemudian ditambahkan air dan ela tersebut diremas-remas. Air perasan ditampung pada suatu tempat yang disebut tawaer atau goti. Tawaer atau goti merupakan batang sagu yang telah diambil empulurnya. Di dalam goti, tepung sagu mengendap sehingga terpisah dari air yang biasanya dialirkan melalui salah satu ujung saringan. Tepung sagu yang dihasilkan diambil dan dimasukkan ke dalam keranjang yang terbuat dari daun sagu yang diperkuat dengan tali pelepah sagu dan disebut tumang. Jika hendak ditranspor, diperkuat lagi dengan pelepah batang pisang dari luar. Besar tumang pada setiap daerah penghasil sagu berbeda-beda, tetapi berat rata-rata berkisar antara 25 - 50 kg.

Kandungan karbohidrat dari tepung sagu sangat tinggi, oleh karena itu sagu merupakan salah satu sumber karbohidrat, akan tetapi sagu mengandung protein, vitamin dan mineral dalam jumlah yang sangat rendah. Perbandingan nilai kalori protein dari tepung sagu sangat rendah di bawah beras, ubi kayu, jagung dan ubi jalar. ANDER-

SON (1976) mempelajari penyakit khronis akibat kekurangan kalori protein pada anak-anak suku Melanau, Iban dan Dayak yang mengkonsumsi sagu. Penyakit ini juga dipengaruhi oleh kandungan vitamin A, B, mineral besi (Fe) dan mungkin beberapa mineral lain yang sangat sedikit pada sagu. Sagu mengandung lemak dalam jumlah yang sangat sedikit pada sagu. Sagu mengandung lemak dalam jumlah yang sangat rendah, sehingga bila tidak diimbangi dengan bahan makanan lain maka kebutuhan gizi tubuh tidak akan terpenuhi. Komposisi kimia dari tepung sagu dapat dilihat pada Tabel 3.

Sebagai makanan pokok rakyat Indonesia bagian Timur, sagu dikonsumsi dalam beberapa bentuk makanan antara lain papeda dan sagu lempeng.

Sagu lempeng diperoleh dari tepung sagu setengah kering yang telah diayak. Kemudian dimasukkan ke dalam cetakan yang terbuat dari tanah liat (forna) yang sebelumnya dipanaskan. Lalu dibuat alur di tengah-tengah dan ditutup dengan daun pisang kering dan ditindih selama 15 - 20 menit. Lempeng sagu yang terbentuk dikeluarkan dari cetakan. Jika diinginkan sagu lempeng kering, produk tersebut dijemur di sinar matahari atau dimasukkan ke dalam oven kira-kira 60°C selama 12 jam. Dibandingkan dengan tepung sagu, sagu lempeng kering ini dapat disimpan lama (awet). Karena itu sagu lempeng banyak digunakan sebagai bahan makanan di laut (perahu-perahu angkutan dan

nelayan) terutama untuk perjalanan jarak jauh dan dalam waktu yang lama. Disamping itu sagu lempeng dapat langsung dikonsumsi yaitu cukup dengan mencelupkannya ke dalam air teh atau kopi hangat dan dimakan bersama-sama atau tidak dengan kelapa parut. Cara lain sagu lempeng dapat dibuat semacam "puding" bersama-sama dengan santan kelapa dan gula. Komposisi kimia sagu lempeng dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Komposisi kimia tepung sagu per 100 gram berat bahan *)

Komposisi kimia	Kandungan
Kalori (Kal)	353
Protein (g)	0.7
Lemak (g)	0.2
Hidrat arang (g)	84.7
Kalsium (mg)	11
Phosfor (mg)	13
Besi (mg)	1.5
Vitamin A (S.I.)	0
Vitamin B1 (mg)	0.01
Vitamin C (mg)	0
Air (g)	14.0

*) Sumber: ANONIMOUS (1979).



1. Mengembangkan kemampuan dan keterampilan dalam menyelesaikan masalah...
 2. Mengembangkan kemampuan komunikasi...
 3. Mengembangkan kemampuan...
 4. Mengembangkan kemampuan...
 5. Mengembangkan kemampuan...

Tabel 4. Komposisi kimia sagu lempeng per 100 gram *)

Komponen kimia	Kandungan
Air (g)	11.75
Abu (g)	0.70
Lemak (g)	0.20
Serat kasar (g)	0.33
Protein (g)	0.37
Karbohidrat (g)	86.65
Kalori (Kal)	349.88

*) Sumber: ANONIMOUS (1980).

B. PENYIMPANAN

Tidak semua hasil pertanian habis digunakan dalam jangka waktu pendek. Oleh karena itu penyimpanan dan penggudangan penting dalam rangkaian pengolahan dan distribusi hasil pertanian, dalam hal ini menyangkut keadaan ekonomi dan kebijaksanaan pemilik untuk dapat menguasai harga.

Peranan penyimpanan makin mendesak terutama dalam situasi-situasi krisis misalnya dalam keadaan perang, dalam kondisi politik ekonomi, sosial budaya yang rawan atau adanya pertentangan-pertentangan nasional atau internasional. Pada saat ini mungkin tidak ada satu negara yang tidak mempunyai cadangan bahan pangan atau stok nasional. Stabilitas politik ekonomi suatu negara kadang-kadang diukur berdasarkan stabilitas dan besar cadangan pangan yang ada. Suatu negara yang kuat dan cukup cadangan pangannya bahkan dapat menggunakan cadangan tersebut untuk tujuan-tujuan politik

dan ekonomi terhadap negara lain yang kuat tapi lemah dalam cadangan pangannya.

Tujuan utama penyimpanan adalah mengurangi kehilangan bahan dan mempertahankan mutu asal bahan. Penyimpanan bahan makanan dapat mempengaruhi perkembangan ekonomi suatu negara, khususnya bagi negara yang kekurangan bahan makanan (ESMAY dan SOEMLINGAT, 1973).

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pertanian selama penyimpanan adalah faktor fisik: kelembaban, suhu; faktor kimia: kadar air bahan, enzim; faktor fisiologis: respirasi, panas; faktor biologi: jamur, serangga, tikus, burung (CHIKUBU, 1974).

1. Faktor fisik

Kelembaban dan suhu ruangan merupakan faktor lingkungan penting dalam penyimpanan (CHIKUBU, 1974). Dari kedua faktor tersebut, faktor kelembaban lebih berperan dalam menentukan mutu bahan dan proses kerusakannya selama penyimpanan (DELOUCHE dkk., 1972). Kelembaban menurunkan mutu bahan yang disimpan dengan dua jalan yaitu mempengaruhi kadar air bahan dan membantu pertumbuhan jamur.

Antara kadar air bahan dengan uap air di udara terdapat keseimbangan. Bahan yang disimpan akan menyerap uap air dari udara atau melepaskannya sampai tekanan uap air di dalam bahan sama dengan tekanan uap

air udara dalam ruang penyimpanan. Kadar air yang dicapai pada saat kesetimbangan disebut kadar air kesetimbangan. Setiap bahan mempunyai kadar air kesetimbangan tertentu yang dipengaruhi oleh komposisi kimia bahan tersebut.

Menurut HALL (1970) kondisi yang dapat diterima untuk penyimpanan dan dalam perdagangan untuk mencegah kerusakan adalah pada RH 70 persen. Kadar air kesetimbangan jagung pada RH 70 persen, suhu 27°C adalah 13.5 persen, sedangkan kadar air beras pada saat ini sama dengan 13.0 persen.

Suhu yang tinggi ($21^{\circ} - 43^{\circ}\text{C}$) akan mempercepat proses kehidupan semua organisme, karena reaksi kimia akan meningkat dengan naiknya suhu (HALL, 1970).

Kenaikan suhu di atas suhu penyimpanan biji-bijian yang biasanya dilakukan, akan mengakibatkan kerusakan. Hal ini disebabkan konduksi panas biji-bijian rendah, sehingga terjadi kenaikan suhu didalam tumpukan yang diakibatkan oleh kegiatan respirasi biji-bijian tersebut atau kegiatan respirasi oleh serangga, kapang dan bakteri (HALL, 1970).

2. Faktor kimia

Kadar air bahan berpengaruh terhadap aktifitas fisiologis dan mikrobiologis. Bila kadar air penyimpanan optimum, maka bahan akan terhindar dari keru-

sakan dalam waktu yang cukup lama sampai tiba saatnya untuk didistribusi dan dikonsumsi (HALL, 1970).

Kadar air bahan selama penyimpanan akan berubah sesuai dengan kelembaban dan suhu udara ruang penyimpanan, hingga mencapai suatu tingkat kadar air yang disebut kadar air kesetimbangan.

ESMAY dan SOEMANGAT (1973) mengatakan, bahwa pada umumnya biji-bijian lebih aman disimpan pada kadar air lebih rendah dari 13 atau 14 persen. Penyimpanan biji-bijian dengan kadar air lebih besar dari 14 persen akan menyebabkan proses respirasi biji-bijian, metabolisme mikroba dan serangan serangga meningkat.

ZELENY, 1954 (POMERANZ, 1974) mengatakan, adanya enzim didalam bahan yang disimpan ataupun yang dihasilkan oleh mikroorganisma akan mengakibatkan kerusakan kimia dari bahan tersebut. Selanjutnya dikatakan, alpha dan beta amilase memecahkan pati menjadi dekstrin dan maltosa. Adanya air akan mempercepat hidrolisa menghasilkan gula reduksi. Kemudian gula reduksi yang dihasilkan akan dipecah menjadi karbon dioksida dan air akibat kegiatan respirasi. Pada kadar air bahan yang tinggi, fermentasi karbohidrat akan terjadi menghasilkan alkohol atau asam asetat dan menyebabkan bau asam yang khas (POMERANZ, 1974).

Enzim proteolitik yang terdapat di dalam bahan ataupun yang dihasilkan oleh mikroorganisma selama pe-

nyimpanan akan menghidrolisa protein menjadi polipeptida sampai asam amino, akan tetapi reaksi ini berjalan lambat (POMERANZ, 1974).

Lemak di dalam bahan akan dipecah menjadi asam lemak bebas dan gliserol oleh aktifitas lipase selama penyimpanan. Kerusakan akan lebih lanjut jika suhu dan kadar air bahan meningkat. Jika ada pertumbuhan mikroorganisma, reaksi pemecahan akan berlangsung semakin cepat karena aktifitas lipolitik dari mikroorganisma tersebut.

Hidrolisa lemak berlangsung jauh lebih cepat dibandingkan dengan hidrolisa protein dan karbohidrat pada penyimpanan biji-bijian. Oleh karena itu, maka kandungan asam lemak bebas dalam bahan dapat dipakai sebagai indeks kerusakan (POMERANZ, 1974).

Selanjutnya MORRISON, 1963 (POMERANZ, 1974) menerangkan perubahan asam lemak bebas dari tepung terigu yang disimpan pada kadar air 13 - 14 persen. Selanjutnya dikatakan bahwa asam lemak palmitat, oleat, linoleat dan linolenat akan terpisah dari molekul lemak. Pada beras sosoh, asam lemak akan memisah dari molekul lemak setelah disimpan selama 6 bulan.

3. Faktor fisiologis

Semua organisma hidup membutuhkan enersi untuk mempertahankan hidupnya. Suatu proses yang menghasil-

kan enersi yang dapat digunakan oleh sel-sel tanaman atau khewan disebut respirasi.

Respirasi adalah proses pemindahan enersi dari ikatan kimia di dalam bahan bakar kepada ikatan kimia Adenosin Tri Phosphat (ATP) yang berenersi tinggi dan segera dapat digunakan dalam proses kehidupan (SUSENO, 1974). Respirasi berlangsung di dalam sel yaitu dalam mitochondria, dan bahan bakar yang biasa digunakan terutama adalah gula.

Faktor-faktor yang mempengaruhi laju respirasi biji-bijian selama penyimpanan adalah kadar air, suhu, komposisi udara dan kondisi biji-bijian (POMERANZ, 1974). Selanjutnya dikatakan, bahwa pada keadaan suhu yang tetap, respirasi biji-bijian meningkat dengan meningkatnya kadar air.

Proses respirasi yang terjadi pada penyimpanan biji-bijian merupakan gabungan dari proses respirasi yang dilakukan oleh biji-bijian, kapang dan serangga (CHIKUBU, 1974).

HALL (1970) mengatakan bahwa air dan panas yang dihasilkan oleh proses respirasi biji-bijian akan meningkatkan kadar air dan suhu biji-bijian, dengan demikian laju respirasi pun meningkat. Selanjutnya dikatakan, bahwa kadar air dan panas dari hasil respirasi tersebut akan menciptakan kondisi yang baik bagi pertumbuhan kapang dan kerusakan bahan mulai ter-

jadi.

Pemanasan atau "heating" sangat erat hubungannya dengan proses respirasi. Proses pemanasan yang terjadi pada biji-bijian yang disimpan terdiri dari 2 jenis yaitu "dry heating" dan "wet heating". "Dry grain heating" disebut juga "insect caused heating" adalah pemanasan yang terjadi pada biji yang disimpan dengan kadar air kurang dari atau sama dengan 15 persen, akibat serangan serangga. Suhu yang dicapai sekitar 42°C . "Wet grain heating" adalah pemanasan yang terjadi pada biji yang disimpan pada kadar air lebih atau sama dengan 15 persen, akibat serangan mikroorganisma (COTTON dan WILBUR, 1974).

Dari proses pemanasan yang terjadi, 60 - 70 persen disebabkan karena adanya serangan serangga. Pemanasan yang disebabkan oleh serangga terjadi dengan cepat dan dalam waktu singkat serta suhu yang dicapai sekitar $30^{\circ} - 35^{\circ}\text{C}$ (CHIKUBU, 1974).

Menurut COTTON dan WILBUR (1974) spesies serangga, jumlah populasi serangga, suhu dan kadar air biji-bijian merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah panas yang dihasilkan oleh metabolisme serangga.

Pemanasan akan mengakibatkan permukaan biji-bijian yang disimpan menjadi lembab dan menggumpal (COTTON dan WILBUR, 1974).



4. Faktor biologi

Pertumbuhan jamur secara tidak langsung dipengaruhi oleh serangga selama penyimpanan. Interaksi antara jamur dan serangga selama penyimpanan merupakan masalah yang kompleks. Kemungkinan jamur mensuplai zat gizi esensial bagi serangga sehingga tidak kekurangan makanan, sedangkan serangga memberikan lingkungan yang dibutuhkan oleh jamur untuk tumbuh. Kemungkinan pula pertumbuhan sejumlah jamur merugikan bagi serangga, hal ini belum diketahui lebih lanjut (HALL, 1970).

Pertumbuhan jamur gudang dipengaruhi oleh kadar air awal bahan, suhu penyimpanan, lama penyimpanan, banyaknya biji yang sudah terserang oleh jamur sebelum disimpan, adanya benda-benda asing serta kegiatan hama (CHRISTENSEN dan KAUFMANN, 1969).

Jamur yang menyerang biji-bijian di dalam gudang dapat berkembang dengan cepat pada suhu ruang 25° - 30°C dan kelembaban udara di atas 65 sampai 95 persen (ESMAY dan SOEMANGAT, 1973).

Golongan jamur yang umum menyerang bahan hasil pertanian selama penyimpanan terdiri dari 12 spesies Aspergillus, beberapa spesies Penicillium dan satu spesies Sporendonema (CHRISTENSEN dan KAUFMANN, 1969).

C. SERANGGA

Menurut BARRE dan SAMMET (1963) serangga adalah penyebab utama kehilangan bahan selama penyimpanan khususnya di daerah beriklim tropis. Dari total angka perkiraan kehilangan biji-bijian di seluruh dunia paling sedikit 50 persen kehilangan tersebut disebabkan oleh serangga (CHRISTENSEN dan KAUFMANN, 1969).

Secara umum siklus hidup serangga terbagi atas 4 fase yaitu telur, larva, pupa (kepompong) dan imago (dewasa). Panjang pendeknya siklus hidup dipengaruhi oleh suhu, RH dan jenis makanannya (MICHELbacher, 1953).

Ditinjau dari cara penyerangannya hama gudang dapat dibagi atas dua bagian yaitu "internal feeder" dan "external feeder". "Internal feeder" yaitu hama yang cara penyerangannya dari dalam biji-bijian. Larva atau imago berada di dalam biji. Contoh: Rhizopertha dominica (lesser grain borer), Sitophilus oryzae (rice weevil) dan Sitophilus zeamais (maize weevil). "External feeder" adalah hama yang menyerang dari permukaan biji-bijian. Contoh: Tribolium castaneum (rust red flour beetle), PRANATA (1979).

Secara garis besar hama digolongkan menjadi dua, yaitu hama primer dan hama sekunder. Hama primer yaitu hama yang mampu menyerang biji-bijian yang masih utuh (sound kernel) seperti Sitophilus zeamais (maize wee-

vil) pada jagung. Sedangkan hama sekunder adalah hama yang hanya menyerang biji-bijian yang telah rusak baik karena diserang hama primer maupun disebabkan oleh faktor lain seperti Tribolium castaneum yang menyerang beras pecah (broken rice) dan tepung beras akibat serangan serangga Sitophilus zeamais (PRANATA, 1979).

Terdapat 5 ordo serangga di dalam gudang penyimpanan, dua diantaranya yang terpenting adalah Coleoptera (beetles) dan Lepidoptera (moth), MUNRO (1966).

Jenis serangga yang menyerang hasil pertanian selama penyimpanan dipengaruhi oleh komposisi kimia bahan tersebut. Serangga yang banyak menyerang serealia dan sumber karbohidrat antara lain: Rhizopertha sp., Sitophilus sp., Trogoderma sp., Tribolium sp., Cryptolestes sp., dan Oryzaephilus sp. (WIJANDI, 1977). Diantara serangga di atas yang menimbulkan kerugian yang cukup besar (economic pest) adalah Rhizopertha sp., Sitophilus sp., dan Tribolium sp.

1. Hama pada bahan pangan berkarbohidrat tinggi

a. Sitophilus sp.

Serangga Sitophilus termasuk ordo Coleoptera, famili Curculionidae. Dahulu dikenal dengan nama Calandra (GRIST dan LEVER, 1968).

Spesies yang banyak ditemukan adalah S. granarius (L.) atau "granarius weevil" dan S. ory-

zae (L.) atau "rice weevil". Kemudian para ahli menemukan "strain" dari S. oryzae sehingga serangga ini dibagi lagi menjadi S. oryzae (rice weevil, kutu beras) dan S. zeamais (corn weevil, kutu Jepang), MUNRO (1966); FEAKIN (1970); dan HILL (1975). Kedua spesies di atas dibedakan dari struktur genitalianya. Secara umum dikatakan bahwa S. oryzae lebih kecil daripada S. zeamais.

S. oryzae dan S. zeamais sering ditemukan bersama-sama. Namun di Indonesia, S. zeamais lebih banyak ditemukan daripada S. oryzae (PRANATA, 1979).

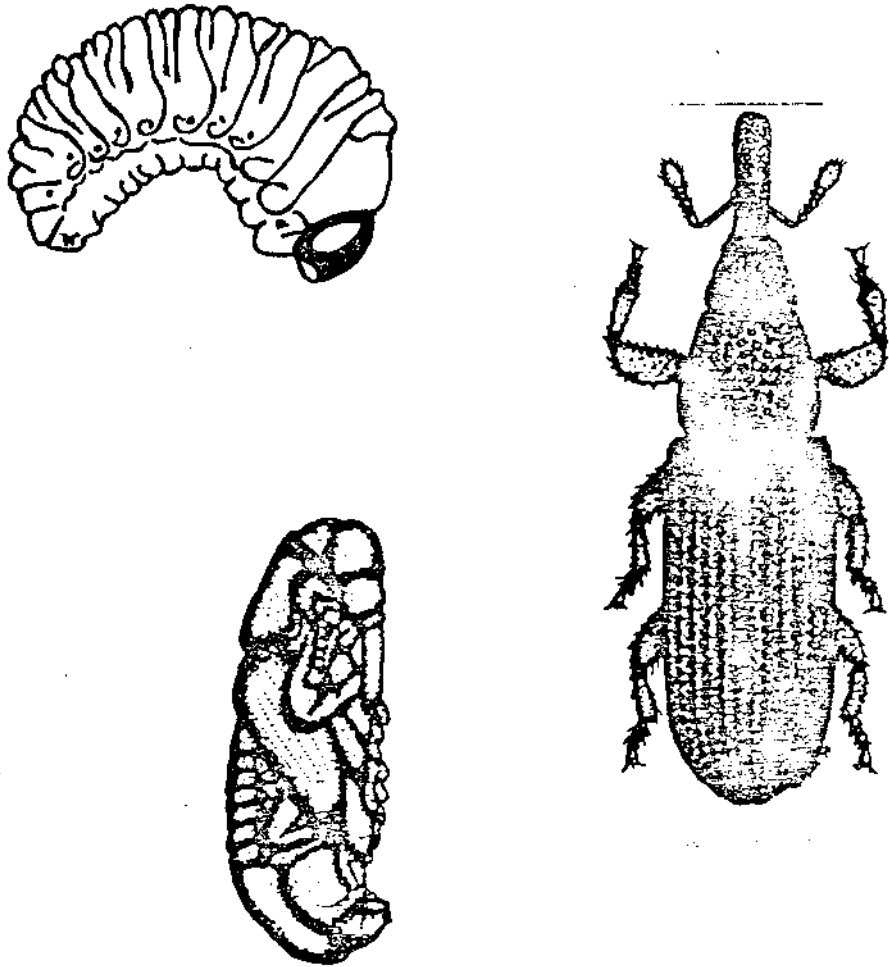
S. oryzae dan S. zeamais merupakan hama primer pada beras, jagung, gandum dan gabah. S. oryzae dapat menyerang kacang hijau. Tersebar merata di seluruh Indonesia terutama di dataran rendah. Pada gudang petani, hama ini lebih banyak ditemukan daripada gudang BULOG (PRANATA, 1979).

Serangga ini sangat mudah dikenal karena moncongnya (snout) yang khas. Hama ini aktif terbang dan banyak tertangkap dengan "sticky trap". Menyukai tempat yang gelap serta dapat menyusup ke dalam biji-bijian (PRANATA, 1979).

Serangga dewasa berwarna merah coklat jika masih muda dan berwarna hitam setelah tua. Ukuran tubuhnya antara 2.5 mm sampai 4.5 mm. Ukuran



ini tergantung pada jenis makanan yang diserang. Umumnya bila hidup pada jagung ukurannya lebih besar dari pada bila hidup pada beras giling atau sorghum (PRANATA, 1979).



Gambar 3. Larva, pupa dan imago Sitophilus zeamais (MUNRO, 1966).

Bila akan bertelur, serangga betina membuat lubang pada bahan dengan moncongnya sedalam kira-kira 1 mm. Setelah itu telur dimasukkan ke dalam lubang dan ditutup dengan sisa gerakan yang direkat dengan cairan ludah. Telur diletakkan satu persatu. Produksi telur setiap serangga betina selama 3 - 4 bulan berkisar antara 300 sampai 400 butir. Masa peneluran terjadi selama beberapa minggu. Setelah satu minggu telur menetas. Larva berwarna putih dengan kepala berwarna kuning kecoklatan, panjang 3 - 4 mm, bundar dan tidak berkaki (legless or apodous scarabaeiform). Larva bergerak masuk ke dalam bahan sambil melakukan gerakan (makan). Bila akan memasuki stadium pupa, larva membuat rongga. Setelah imago muncul, untuk sementara tetap tinggal di dalam rongga (kira-kira 5 hari). Setelah perkembangan sempurna, imago keluar dari biji dan tetap makan dari biji yang sama sampai kira-kira berumur 5 bulan.

Siklus hidup berlangsung kira-kira 5 minggu pada suhu 30°C dan RH 70 persen (HILL, 1975). Menurut PRANATA (1979) kondisi yang dibutuhkan untuk perkembangbiakan serangga ini berkisar antara 17° sampai 34°C dan RH 45 - 100 persen. Kondisi optimum dicapai pada suhu 28°C dan RH 70 persen. Serangga dewasa dapat hidup 4 - 5 bulan. Jumlah ge-



nerasi setahun berkisar antara 5 sampai 7 (GRIST dan LEVER, 1968; HALL, 1970).

Gejala yang spesifik dari serangan hama ini menyebabkan material beras atau biji-bijian lainnya menjadi berlubang-lubang dan biasanya meninggalkan sisa-sisa gerkakan berbentuk tepung atau bubuk.

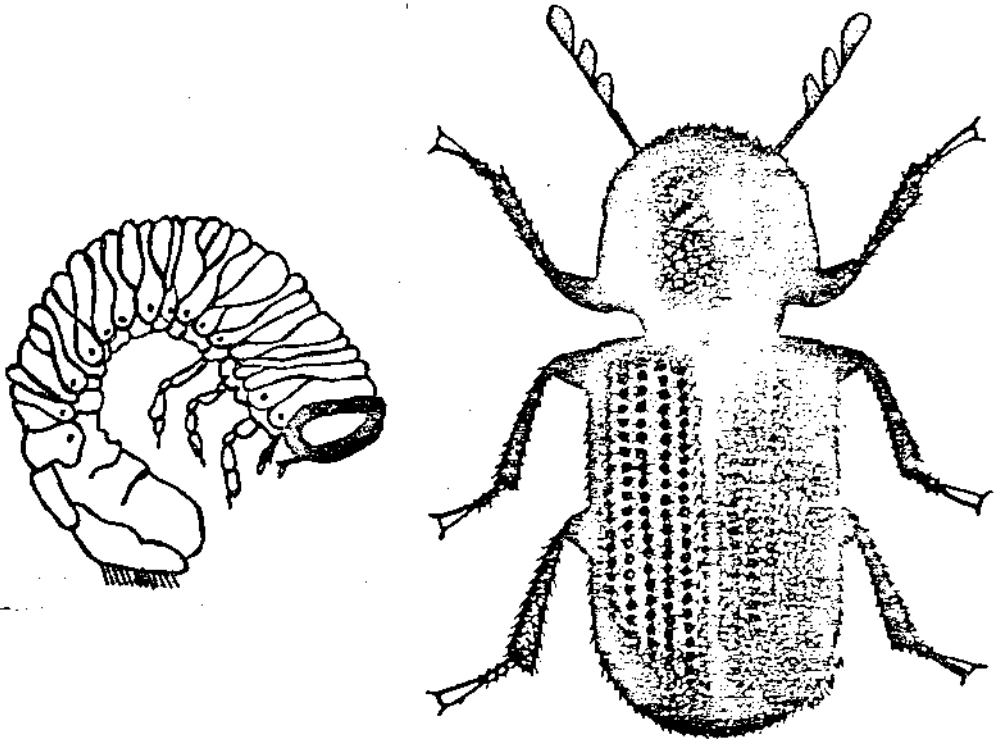
b. Rhizopertha dominica

R. dominica termasuk ordo Coleoptera, famili Bostrichidae. Disebut bubuk gabah atau "lesser grain borer" karena kerusakan yang ditimbulkannya tidak sebanding dengan tubuhnya yang kecil.

R. dominica merupakan hama primer pada biji-bijian, karena baik imago maupun larvanya memakan endosperm secara berlebih-lebihan hingga bahan berubah menjadi tepung atau patahan-patahan kecil (COTTON, 1963).

Disebut juga dengan Dinoderus dominica (GRIST dan LEVER, 1968). Berasal dari Amerika Selatan (MUNRO, 1966). Tubuh berbentuk silinder, ukurannya berkisar antara 2.5 - 3.0 mm (PRANATA, 1979). Berwarna merah kehitam-hitaman. Kepalanya tersembunyi di bawah thoraxnya, sehingga bila dilihat dari atas, seolah-olah tubuh terdiri dari 2 bagian. Ciri khas lainnya, thorax bergerigi. Elytra memili-

ki barisan bintik-bintik (punctures). Pada Gambar 4 dapat dilihat larva dan imago R. dominica.



Gambar 4. Larva dan imago Rhizopertha dominica (MUNRO, 1966).

Telur diletakkan satu persatu atau berkelompok (clusters) rata-rata 8 - 9 butir pada atau diantara biji-bijian yang diserang. Seekor serangga betina dapat bertelur 300 sampai 500 butir (PRANATA, 1979).

Larva berwarna putih dan berukuran 2.8 sampai 3.0 mm. Berbeda dengan Sitophilus sp., larva mempunyai kaki (scarabaeiform). Larva merupakan "primary feeder", sedangkan imago dapat sebagai "surface feeder". Larva hasil penetasan langsung membuat lubang untuk jalan masuk ke dalam biji hingga menjadi pupa.

BREESE, 1959 (SYAH, 1977) mengatakan bahwa lubang-lubang yang dibuat oleh larva tersebut biasanya berdekatan dengan tepi lemmae dan palea. Alur lubangnya ditutupi dengan "frass" yang merupakan bahan padatan terdiri dari campuran endosperm yang tidak tercerna dengan sejumlah bagian dari tepung. Total siklus hidup berlangsung selama 44 hari pada suhu 26°C (GRIST dan LEVER, 1968). Menurut PRANATA (1979) kondisi yang dibutuhkan untuk perkembangan serangga ini adalah pada suhu 34°C dan RH 50 - 60 persen.

Selanjutnya PRANATA (1979) mengatakan perkembangan serangga ini di Bogor relatif lebih lambat daripada di Krawang. Siklus hidup R. dominica pada gabah di Bogor dari telur sampai imago antara 40 sampai 69 hari lamanya (TJOA TJIEN MO, 1952).



c. Tribolium sp.

Tribolium sp. termasuk ordo Coleoptera, famili Tenebroidae. Lebih dikenal dengan "flour beetles". Dua spesies yaitu T. castaneum Herbst (rust red flour beetle) dan T. confusum J. du V. (confused flour beetle). T. confusum lebih tahan terhadap suhu rendah sehingga spesies yang terpenting di daerah tropis adalah T. castaneum.

Berdasarkan survai pada tahun 1978 - 1979 diketahui bahwa T. castaneum ini adalah hama yang terbanyak ditemukan pada beras yang disimpan di gudang BULOG (PRANATA, 1979).

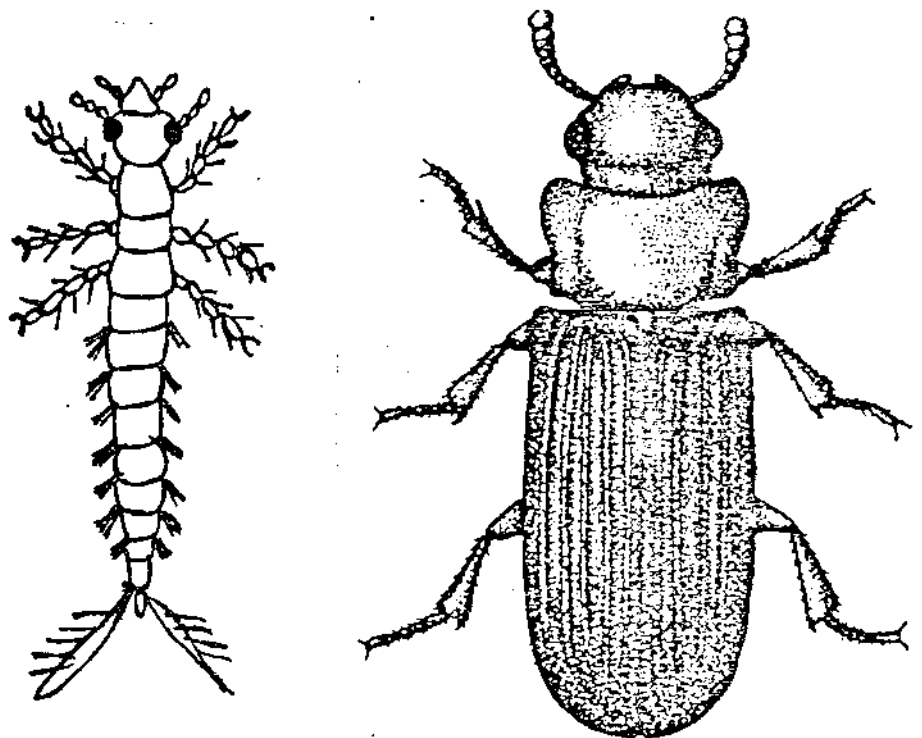
T. castaneum merupakan hama sekunder pada beras dan biji-bijian (external feeder), tetapi merupakan hama primer pada produk biji-bijian. Jika serangga ini terdapat dalam jumlah besar, tepung dapat berubah warnanya menjadi keabu-abuan dan cepat ditumbuhi kapang, rasa tepung menjadi tidak enak dan bau, serta gagal untuk dibuat adonan roti (MUNRO, 1966).

Serangga ini bertubuh gepeng (flat), panjangnya kira-kira 3 - 4 mm, persegi panjang. Telur diletakkan diantara butir-butir beras yang diserangnya. Masa peneluran kira-kira 1 bulan. Larva berwarna kuning keputih-putihan, panjang sekitar 6 mm, mempunyai kaki (campodeiform). Pada bahan yang

masih utuh, larva memakan lembaga (germ) yang kaya akan vitamin B (GRIST dan LEVER, 1968; HALL, 1970).

Pembentukan pupa terjadi pada permukaan bahan yang diserang. Pada kondisi optimum, waktu perkembangan telur hingga dewasa kurang lebih 20 hari, sedangkan umur serangga dewasa dapat mencapai 18 bulan (PRANATA, 1979).

Waktu perkembangan sangat tergantung dari makanan dan lingkungan. Bila hidup pada kacang tanah pada suhu 25°C dan RH 70 persen, siklus hidupnya kira-kira 141 hari, sedangkan pada gandum dengan kondisi yang sama hanya diperlukan waktu 35 hari.



Gambar 5. Larva dan imago T. castaneum (MUNRO, 1966).



2. Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan populasi

Menurut SOEMARTONO dan TURNGADI (1968) perkembangan populasi serangga gudang ditentukan oleh faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam adalah kemampuan hama untuk berkembang biak; sedangkan faktor luar terdiri dari: faktor fisik dan makanan.

SWAMINATHAN (1977) mengatakan, populasi serangga selama penyimpanan ditentukan oleh faktor-faktor antara lain: suhu penyimpanan, kelembaban atmosfer serta kandungan air bahan yang diserang, ukuran serta nilai gizi dari bahan yang diserang.

a. Suhu

Suhu merupakan faktor yang paling mempengaruhi aktifitas serangga selama penyimpanan. Menurut HALL (1970) aktifitas serangga gudang akan meningkat sampai suhu mencapai 42°C . Pada suhu dibawah 15°C aktifitas dan reproduksi akan terhambat dan dibawah suhu 10°C serangga akan mati.

Suhu optimum untuk setiap serangga gudang bervariasi seperti yang telah dijelaskan pada bagian terdahulu. Pada umumnya suhu yang relatif tinggi merupakan kondisi optimum untuk perkembangan populasi (MICHELLECHER, 1953).



Bila dibandingkan dengan serangga gudang lainnya, *R. dominica* lebih tahan terhadap suhu tinggi (COTTON dan WILBUR, 1974). Menurut MICHELbacher (1953) hal ini disebabkan telur serangga ini tahan terhadap suhu tinggi atau kondisi yang kering.

b. Kelembaban dan kadar air bahan

DELOUCHE dkk. (1972) mengatakan bahwa aktifitas serangga gudang akan menurun dengan cepat dengan menurunnya kelembaban nisbi (RH) di bawah 50 persen dan akan berhenti berkembang biak pada RH di bawah 35 persen. Selanjutnya HALL (1970) mengatakan bahwa serangga tidak akan berkembang biak pada RH di bawah 70 persen dan suhu 18°C.

Untuk melakukan aktifitas, serangga memerlukan sejumlah air. Air diperoleh dari bahan yang diserangnya. Kebanyakan serangga gudang dapat berkembang biak pada bahan yang mengandung air paling sedikit 8 persen. Di bawah kadar air ini, perkembangan terjadi sangat lambat dan persentase kematian tinggi (MICHELbacher, 1953). Selanjutnya dikatakan pada kadar air 17 persen, perkembangan terjadi sangat cepat. Pada kadar air bahan sekitar 14 persen, serangga berkembang biak secara optimum.



c. Makanan

Nutrisi merupakan faktor terpenting yang mempengaruhi populasi serangga gudang. Kebutuhan setiap jenis serangga berbeda terhadap zat makanan, akan tetapi ada zat tertentu yang harus ada agar serangga berkembang biak dengan baik. Jika bahan yang diserang mengandung zat esensial dalam jumlah yang terbatas maka siklus hidup berlangsung lebih lama dan persentase kematian meningkat (MICHELbacher, 1953).

GRAN, 1948 (SOKOLOFF, 1974) mengatakan bahwa ukuran partikel bahan yang mempengaruhi laju perkembangan serangga gudang. Laju perkembangan lambat pada dedak yang ukuran partikelnya sangat halus. Selanjutnya KHALIFA dan BADAWEY, 1955 (SOKOLOFF, 1974) mengatakan bahwa Tribolium yang dibiakkan didalam media jagung yang ukuran partikelnya tidak beraturan menunjukkan persentase laju kematian yang tinggi. Selanjutnya menurut MUNRO (1966) dan MICHELbacher (1953) laju perkembangan serangga gudang lambat pada media yang berpartikel halus, kemungkinan karena media tersebut kekurangan vitamin B yang banyak hilang selama pengolahan. FRAENKEL dan BLEWETT, 1941 (SOKOLOFF, 1974) mengatakan bahwa "white flour" kekurangan riboflavin yang esensial bagi



Tribolium sp.

Beberapa makanan dapat menjadi penghambat perkembangan populasi serangga. SOKOLOFF (1974) mengatakan media kacang kedele menghambat perkembangan dan aktifitas proteolitik dari Tribolium karena adanya trypsin inhibitor.

MAGIS, 1963 (SOKOLOFF, 1974) mengatakan media yang terbaik untuk perkembangan Tribolium adalah media yang mengandung karbohidrat dalam jumlah yang sebanding dengan protein.

Pengaruh makanan untuk tiap jenis serangga berbeda. Penambahan asam amino methionin walaupun sedikit merupakan racun bagi T. castaneum, sementara penambahan lysin dalam jumlah besar tidak mempengaruhi perkembangan serangga ini (SOKOLOFF, 1974).

PAINT dan GABRANI, 1963 (SOKOLOFF, 1974) mengatakan larva T. castaneum tidak dapat menggunakan monosaccharida pentosa seperti arabinosa, xylosa dan rhamnosa; atau heksosa seperti galaktosa dan sorbosa. Sedangkan pada glukosa pertumbuhan berlangsung baik.

APPLEBUM dan KONIJN, 1965 (SOKOLOFF, 1974) mengatakan, bahwa media yang kekurangan riboflavin merupakan faktor pembatas bagi perkembangan T. castaneum.



GABRANI, 1963 (SOKOLOFF, 1974) mengatakan bahwa T. castaneum berkembang dengan baik pada media yang mengandung asam nikotinat, asam pantotenat dan riboflavin. Jika salah satu zat di atas tidak ada pada media, maka larva tidak dapat berkembang dan mati premature. Larva masih dapat bertahan selama 50 hari tanpa makan, terutama jika makanan kekurangan riboflavin dan asam pantotenat. Selain itu T. castaneum membutuhkan asam folat, pyridoxin, inositol dan biotin didalam makanannya. Kekurangan zat tersebut mengakibatkan peningkatan kematian dan stadium larva semakin lama. Selanjutnya dikatakan bahwa choline chlorida dan thiamin dapat mempercepat pertumbuhan larva.

Selanjutnya dikatakan bahwa mineral mempengaruhi perkembangan serangga gudang. Tanpa Magnesium (Mg) dan Kalium (K), larva tidak dapat hidup lama (SOKOLOFF, 1974). Dikatakan juga, untuk metamorfosa pupa menjadi imago dibutuhkan Calcium (Ca). Jika Ca kurang, maka kehilangan air dari pupa akan berlangsung dengan cepat sehingga perubahan pupa menjadi imago tertahan.

3. Akibat serangan serangga

Serangan serangga menyebabkan kerusakan pada bahan. Menurut PRANATA (1979) gejala kerusakan antara lain: lobang gerak (internal feeder), lubang keluar (exit holes), garukan, "webbing", "dust powder" dan adanya faeces.

Gejala yang spesifik dari serangan serangga Sitophilus sp. menyebabkan material beras, jagung atau biji-bijian lainnya menjadi berlubang-lubang dan biasanya meninggalkan sisa-sisa gerakan berbentuk tepung atau bubuk.

Sama seperti Sitophilus sp., "lesser grain borer" atau R. dominica menyebabkan bahan berubah menjadi tepung atau patahan-patahan kecil (pada jagung, beras atau biji-bijian lain), COTTON (1963).

Tribolium sp. menyebabkan tepung yang diserangnya berubah warna menjadi keabu-abuan dan cepat ditumbuhi kapang, rasa tepung menjadi tidak enak dan bau, serta gagal untuk dibuat adonan roti (MUNRO, 1966).

HALL (1970) mengatakan, bahwa hama gudang menyebabkan kerugian secara kuantitatif dan kualitatif. Secara kuantitatif adalah berkurangnya bobot bahan. Secara kualitatif antara lain: bahan menjadi berlubang-lubang, nilai gizi turun, perubah-



an warna bahan, timbulnya organisme sekunder seperti jamur, serta turunnya daya tumbuh (khusus untuk benih).

Serangan serangga mempengaruhi nilai gizi bahan yang diserang antara lain: kehilangan vitamin B, asam amino esensial, serta penurunan Protein Efisiensi Ratio (PER), SWAMINATHAN (1977).

COTTON dan WILBUR (1974) mengatakan, serangan serangga pada biji-bijian dapat dideteksi dengan beberapa teknik antara lain: visual teknik, stain teknik, berat jenis, X-ray, Ninhydrin, Cracking flotation, kadar CO₂, kandungan asam urat dan aural teknik.

PRAVATHIPPA dkk., (1972) melaporkan kenaikan kadar air, asam lemak bebas, populasi serangga Sitophilus sp., "kernel damage" dan asam urat pada Sorghum vulgare yang diserang S. zeamais selama 180 hari.

Menurut SWAMINATHAN (1977) kadar asam urat didalam bahan dapat digunakan sebagai indikator derajat serangan serangga dan tingkat penerimaan konsumen.

VENKATRES dkk., 1958 (COTTON dan WILBUR, 1974) mengatakan bahwa Sorghum vulgare (kaffir corn) yang diserang oleh S. oryzae selama 3 bulan disimpan, ternyata tidak dapat diterima oleh konsumen. Asam urat



yang dihasilkan oleh serangga selama penyimpanan menyebabkan kerugian pada tingkat penerimaan konsumen.

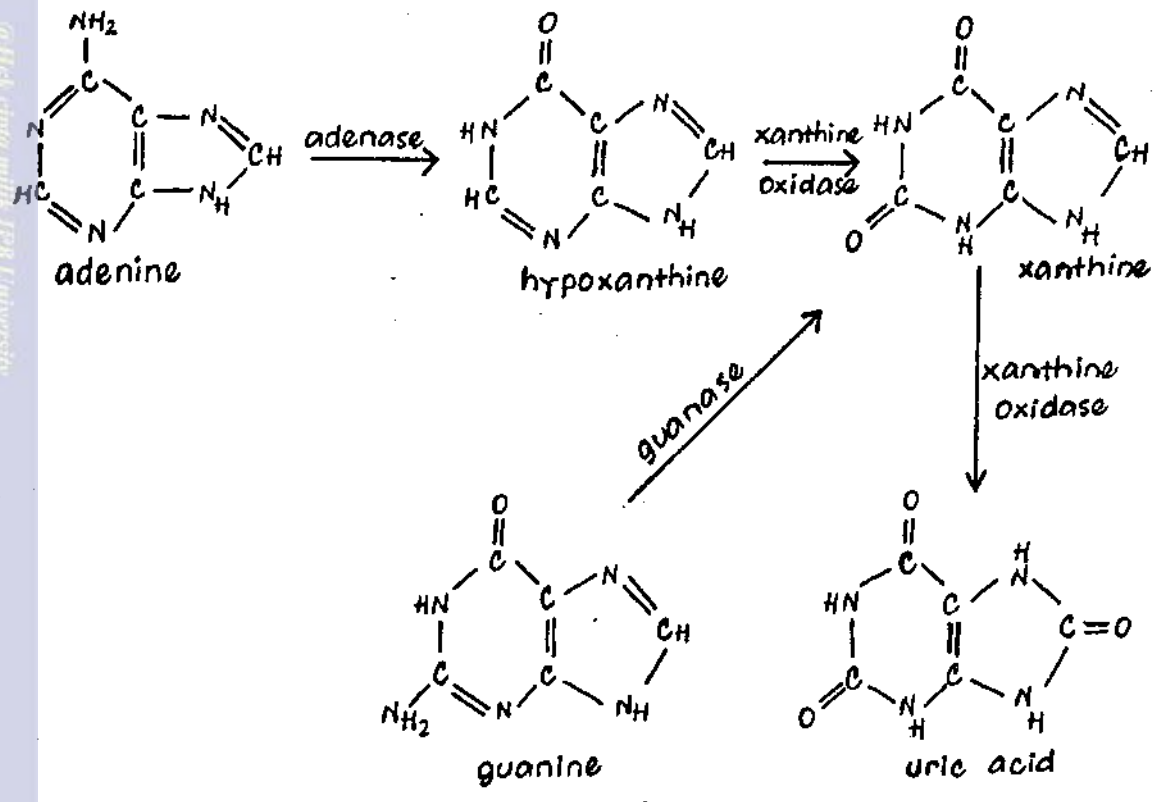
Asam urat merupakan gabungan atom Nitrogen yang menjadi komponen utama dalam ekskreta serangga (SCHEER, 1966; ROEDER, 1953). Asam ini sangat tidak larut di dalam air. Secara kuantitatif konsentrasinya dapat diukur dengan metoda Benedict dan Francke (KIRK dan OTHMER, 1970). Larutan yang mengandung asam urat akan memberikan warna biru jika ditambahkan asam arsenophosphotungstat (ganungan dari sodium tungstat, arsenat tri oksida, phosphor dan asam hydrochlorat) dan sodium cyanida. Intensitas warna biru yang dihasilkan sebanding dengan konsentrasi asam urat. Skenario pembentukan asam urat dapat dilihat pada Gambar 6.

1. Mengidentifikasi struktur kimia, sifat fisik, dan sifat kimia dari asam urat dan produk sampingannya.

2. Menjelaskan mekanisme sintesis asam urat pada manusia, hewan, dan tumbuhan.

3. Menjelaskan mekanisme ekskresi asam urat pada manusia, hewan, dan tumbuhan.

4. Menjelaskan mekanisme ekskresi asam urat pada manusia, hewan, dan tumbuhan.



Gambar 6. Skema pembentukan asam urat (GILMOUR, 1961).

III. BAHAN DAN METODA PENELITIAN

A. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi Tropika (BIOTROP), Jalan Raya Tajur, Bogor; Laboratorium Departemen Teknologi Hasil Pertanian, Institut Pertanian Bogor dan Laboratorium Kimia Organik, Institut Pertanian Bogor.

Waktu penelitian dimulai dari bulan September 1980 sampai bulan Maret 1981.

B. BAHAN PENELITIAN

1. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sagu lempeng, tepung sagu, butir beras dan butir jagung. Sagu lempeng diperoleh dari Balai Penelitian Kimia, Departemen Perindustrian Propinsi Maluku, Ambon. Bahan baku lempeng ini adalah sagu (lapia) tuni yaitu jenis sagu yang terbanyak ditemukan di Ambon dengan kadar air rata-rata 15.58 persen. Tepung sagu diperoleh dari daerah Ciluar, Bogor dengan kadar air rata-rata 15.46 persen. Beras yang digunakan adalah varietas IR 36 dengan kadar air rata-rata 13.69 persen, sedangkan jagung yang digunakan adalah varietas H 159 dengan kadar air rata-rata 13.5 persen. Beras dan jagung diperoleh dari Lembaga Pusat Penelitian Pertani-

an, kebun percobaan Muara, Bogor. Bahan lain yang digunakan adalah bahan-bahan kimia yang didapat dari Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian.

2. Serangga

Serangga gudang yang digunakan adalah Sitophilus zeamais, Rhizopertha dominica dan Tribolium castaneum yang diperoleh dari Laboratorium BIOTROP, Jalan Raya Tajur, Bogor.

3. Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah kuas, pisau, loupe, hand counter, sentrifuge, grinder, double beam spectrofotometer, hygrometer serta saringan masing-masing berukuran 200 μm , 250 μm , 1.00 mm dan 2.00 mm. Alat-alat lain adalah alat-alat untuk analisa kimia. Sebagai wadah penyimpanan digunakan stoples yang terbuat dari gelas.

C. PERSIAPAN BAHAN

1. Serangga

Untuk memperoleh serangga dalam jumlah yang dibutuhkan dilakukan pembiakan. Media biakan yang digunakan adalah campuran butir beras, jagung dan dedak yang dimasukkan ke dalam stoples. Kemudian ke dalam stoples tersebut ditambahkan 2 butir "yeast tablet". pembiakan dilakukan selama kurang lebih

2 bulan.

2. Bahan

Keempat bahan tersebut di atas masing-masing sugu lempeng, tepung sugu, butir beras dan butir jagung digumigasi dengan "phostoxin" selama kira-kira 16 jam, untuk meyakinkan bahwa bahan di atas bebas dari serangan awal serangga. Kemudian diangin-anginkan selama 3 hari untuk menghilangkan residunya.

D. PELAKSANAAN PENELITIAN

Bahan tersebut di atas ditimbang masing-masing 150 gram dan dimasukkan ke dalam stoples yang berdiameter 6.5 cm dan tinggi 17.5 cm. Kemudian kedalam setiap wadah yang telah berisi bahan tersebut di atas dimasukkan 10 ekor serangga dewasa yang diambil secara acak. Serangga dewasa adalah imago yang berumur 1 sampai 14 hari dan pada saat ini warna tubuh merah atau coklat muda. Lalu mulut stoples ditutup dengan kertas dorslag dan diberi isolasi pada ujungnya seperti yang terlihat pada Gambar 7.

Stoples tersebut kemudian disusun pada rak-rak dan disimpan di Laboratorium penyimpanan BIOTROP pada kondisi ruangan.

Perlakuan terdiri dari 3 faktor yaitu:

1. Jenis serangga, terdiri dari 3 tarap yaitu:

Sitophilus zeamais (A_1)

Rhizopertha dominica (A_2)

Tribolium castaneum (A_3)

2. Lama penyimpanan, terdiri dari 4 tarap yaitu:

Penyimpanan 0 bulan (B_0)

Penyimpanan 1 bulan (B_1)

Penyimpanan 2 bulan (B_2)

Penyimpanan 3 bulan (B_3)

3. Jenis bahan, terdiri dari 4 tarap yaitu:

sagu lempeng (T_1)

tepung sagu (T_2)

butir jagung (T_3)

butir beras (T_4)



Gambar 7. Bahan serta wadah penyimpanan.

E. PENGAMATAN

Pengamatan dilakukan pada setiap tarap penyimpanan yang meliputi laju populasi serangga, jumlah larva, jumlah pupa, total asam, kandungan asam urat dan kadar air.

a. Laju populasi

Metoda yang digunakan adalah pengukuran secara langsung dengan menghitung jumlah serangga dewasa yang hidup.

Bahan yang diserang oleh serangga disaring dengan ayakan berukuran 2.00 mm dan 200 μ m untuk jagung, 1.00 mm dan 200 μ m untuk beras, 250 μ m dan 200 μ m untuk tepung sagu. Untuk sagu lempeng digunakan pisau untuk mengerik bahan ini. Serangga dewasa akan terpisah dan dihitung jumlahnya (ekor). Dengan cara yang sama larva dan pupa juga dihitung.

b. Total Asam

Kandungan total asam ditentukan secara titrasi (JACOBS, 1958).

Sejumlah bahan dihancurkan dengan grinder. Lalu sebanyak 10 gram bahan tersebut dihancurkan dengan menambah 100 ml air destilata, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml air destilata, kemudian diencerkan sampai tepat tanda tera. Selanjutnya di-

saring dengan kapas dan 25 ml dari filtrat yang diperoleh diberi indikator fenolftalein lalu dititrasi dengan larutan NaOH 0.1 N sampai timbul warna merah jambu.

Standarisasi larutan NaOH dilakukan dengan menitrasi 25 ml larutan baku asam oksalat 0.1 N.

Total asam dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$TA = V \times N \text{ NaOH} \times P \times \text{gram contoh}$$

dimana TA = total asam (mgrek NaOH per 100 gram bahan)

V = ml NaOH

N = mgrek NaOH per liter

P = pengenceran

c. Kandungan asam urat

Sejumlah bahan dihancurkan dengan grinder, kemudian kedalam 4 gram bahan ini dimasukkan 25 ml HCl 1N didalam gelas piala. Kemudian diaduk dengan gelas pengaduk dan dibiarkan selama 16 jam. Lalu ditambahkan 25 ml NaOH sambil diaduk. pH larutan diatur sekitar 9.0 sampai 9.3 dengan HCl 1N atau NaOH 1N. Larutan kemudian diencerkan dengan menjadi 100 ml dengan Na Acetat 5 persen. Setiap 10 menit campuran ini diaduk. Satu jam kemudian disentrifusa selama 30 menit pada 3000 rpm. Tahap selanjutnya dapat dilihat pada skema di bawah ini.



50 ml filtrat dimasukkan kedalam labu ukur 100 ml

↓
ditambahkan 5 ml Na tungstate 10 %

↓
ditambahkan 5 ml H_2SO_4 0.66N

↓
ditambahkan H_2O hingga tepat tanda tera

↓
5 menit kemudian disaring dengan kertas saring

↙
endapan

↘
filtrat

↓
25 ml filtrat dimasukkan kedalam labu ukur 50 ml

↓
ditambahkan 5 ml NaCN 5 %

↓
dikocok

↓
dengan cepat ditambahkan 1 ml Benedict's and Franke's reagent

↓
dikocok

↓
diamkan selama 5 menit

↓
ditambahkan H_2O hingga tepat tanda tera

↓
siap diukur pada colorimeter

(pada penelitian ini digunakan Double Beam Spektrofotometer Coleman 124 pada panjang gelombang 690 mμ).



Membuat larutan standard

25 ml "working standard" dimasukkan kedalam labu ukur 50 ml



ditambahkan 5 ml NaCN 5 %



dikocok



dengan cepat ditambahkan 1 ml Benedict's and Franke's reagent



diamkan selama 5 menit



ditambahkan H₂O hingga tepat tanda tera



siap diukur pada colorimeter

Kandungan asam urat dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$d = \frac{A_x \times 8}{A_{st}}$$

dimana d = kandungan asam urat (mg per 100 gram bahan)

A_x = pembacaan absorbansi sampel

A_{st} = pembacaan absorbansi standard

8 = angka tetapan pengenceran yang dihitung berdasarkan berapa kali pengenceran

Larutan yang harus disediakan sebelum memulai analisa ini antara lain: Natrium tungstate (Na₂WO₄) 10 %, H₂SO₄ 0.66 N, NaCN 5 %, Benedict's and Fran-

ke's Reagent, Larutan stok standard, Larutan standard kerja, Larutan blanko, Na Asetat 5 %, HCl 1N, NaOH 1N.

Cara pembuatan

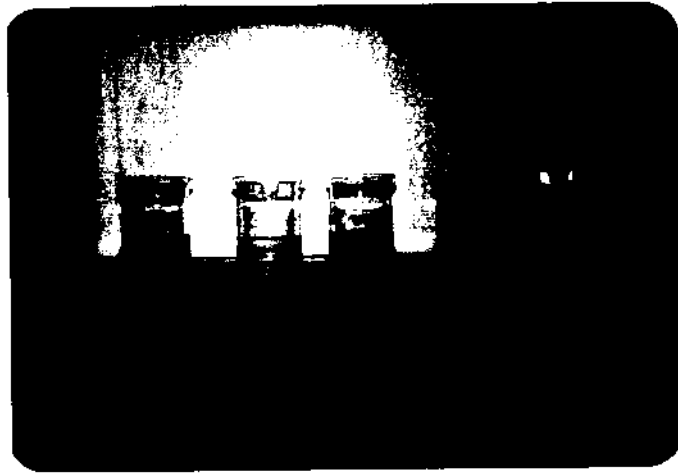
c.1. Benedict's and Franke's reagent (Arseno Phospho Tungstic Acid)

Sebanyak 25 gram $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ diencerkan dengan 150 ml air destilata, kemudian ditambahkan 12.5 gr As_2O_5 , 6.25 ml H_3PO_4 85 %, 5 ml HCl (p). Campuran ini dididihkan selama 20 menit, didinginkan dan dimasukkan kedalam labu ukur 250 ml. Kemudian ditambahkan air destilata hingga tepat tanda tera.

2. Larutan stok standard (Benedict's standard uric acid soln)

Sebanyak 4.5 gr Na_2HPO_4 dan 0.5 gr NaH_2PO_4 dilarutkan dengan 100 - 150 ml H_2O , lalu disaring. Filtrat diencerkan menjadi 250 ml dengan menambahkan air panas. Kemudian ditambahkan 100 mg asam urat (sebelumnya dibubuhi beberapa ml H_2O pada asam urat, baru dituangkan larutan tersebut). Campuran ini dimasukkan kedalam labu ukur 500 ml dan dikocok. Kemudian ditambahkan 0.7 ml tepat asam asetat glacial. Volume ditepatkan sampai tanda tera dengan menambahkan air destilata. Kemudian ditambahkan chloroform sebanyak 2.5 ml.





Gambar 8. Penampakan kandungan asam urat pada masing-masing bahan yang diserang oleh S. zeamais selama 3 bulan disimpan.

c.3. Larutan standard kerja (working standard)

Sebanyak 10 ml larutan stok dimasukkan kedalam labu ukur 500 ml. Larutan tersebut diencerkan dengan menambahkan air destilata sebanyak 400 ml. Kemudian ditambahkan 3.5 ml HCl (p). Volume ditepatkan sampai tanda tera dengan menambahkan air destilata.

Catatan: "working standard" harus dibuat menjelang akan dipakai untuk menganalisa sampel. Masa berlakunya kira-kira 1 minggu.

4. Larutan blanko

Sebanyak 5 ml NaCN 5 % dimasukkan kedalam labu ukur 50 ml. Kemudian ditambahkan 1 ml Benedict's dan Franke's reagent. Volume ditepatkan sampai tanda tera dengan menambahkan air destilata. Larutan blanko merupakan cairan bening tidak berwarna yang digunakan untuk blanko pada penggunaan colorimeter.

d. Kadar air

Kadar air ditentukan dengan cara pengeringan menggunakan oven (JACOBS, 1958).

Sebanyak 2 gram bahan dihancurkan dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C sampai mencapai berat konstan. Kadar air dihitung dengan rumus:

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

dimana: c = kadar air (persen bobot basah)

a = berat contoh mula-mula (gram)

b = berat contoh setelah dikeringkan (gram)

F. RANCANGAN PERCOBAAN

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 3 faktor. Setiap kombinasi perlakuan dilakukan 3 kali ulangan dan setiap analisa dilakukan duplo.

Model matematik rancangan tersebut adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijkl} = U + A_i + B_j + T_k + (AB)_{ij} + (AT)_{jk} + (BT)_{ik} + (ABT)_{ijk} + E_{ijkl}$$

dimana: $i = 1, 2, 3$

$j = 0, 1, 2, 3$

$k = 1, 2, 3, 4$

$l = 1, 2, 3$

Y_{ijkl} = nilai pengamatan untuk tiap perlakuan

U = nilai tengah

A_i = pengaruh utama perlakuan A (jenis serangga) pada tarap i

B_j = pengaruh utama perlakuan B (lama penyimpanan) pada tarap j

T_k = pengaruh utama perlakuan T (jenis bahan) pada tarap k

$(AB)_{ij}$ = pengaruh interaksi kombinasi perlakuan A pada tarap i dan B pada tarap j

$(AT)_{ik}$ = pengaruh interaksi kombinasi perlakuan A pada tarap i dan T pada tarap k

$(BT)_{jk}$ = pengaruh interaksi kombinasi perlakuan B pada tarap j dan T pada tarap k

$(ABT)_{ijk}$ = pengaruh interaksi kombinasi perlakuan A pada tarap i, B pada tarap j dan T pada tarap k

E_{ijkl} = galat percobaan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Laju Populasi Serangga

Analisis keragaman menunjukkan, bahwa pengaruh faktor utama jenis serangga, lama penyimpanan serta jenis bahan sangat nyata terhadap laju populasi serangga (Lampiran 3). Laju populasi serangga juga dipengaruhi interaksi antara perlakuan jenis serangga dan lama penyimpanan, interaksi jenis serangga dan jenis bahan, serta interaksi antara jenis bahan dan lama penyimpanan. Dari Lampiran 3 terlihat juga, bahwa interaksi antara ketiga faktor perlakuan yaitu jenis serangga, jenis bahan dan lama penyimpanan sangat nyata terhadap laju populasi serangga.

Berdasarkan uji beda nyata jujur (BNJ) pada Lampiran 4, ternyata selama penyimpanan 1 bulan tidak ada penambahan populasi serangga pada semua bahan.

Berdasarkan uji BNJ (Lampiran 4), ternyata selama penyimpanan 2 bulan ada penambahan populasi serangga Sitophilus zeamais (A_1) dan Tribolium castaneum (A_3) pada butir jagung. Sedangkan pada butir beras, populasi ketiga jenis serangga yaitu S. zeamais (A_1), R. dominica (A_2) dan T. castaneum (A_3) bertambah selama penyimpanan ini. Akan tetapi penambahan populasi tidak berbeda nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan dan penyimpanan selama 1 bulan. Selama penyimpanan ti-

tidak ada penambahan populasi ketiga jenis serangga pada sagu lempeng dan tepung sagu.





Uji BNP interaksi antara jenis serangga dan jenis bahan selama penyimpanan 3 bulan menunjukkan, tidak ada penambahan populasi ketiga jenis serangga pada sagu lempeng (T_1) dan tepung sagu (T_2). Akan tetapi pada butir jagung (T_3) dan butir beras (T_4) ada penambahan populasi ketiga jenis serangga. Kenaikan populasi serangga S. zeamais (A_1) berbeda sangat nyata dibandingkan dengan populasi serangga R. dominica (A_2) dan T. castaneum (A_3). Populasi serangga A_1 lebih banyak pada butir beras daripada butir jagung.

Hasil pengamatan populasi serangga S. zeamais selama penyimpanan 3 bulan pada semua bahan dapat dilihat pada Gambar 9.

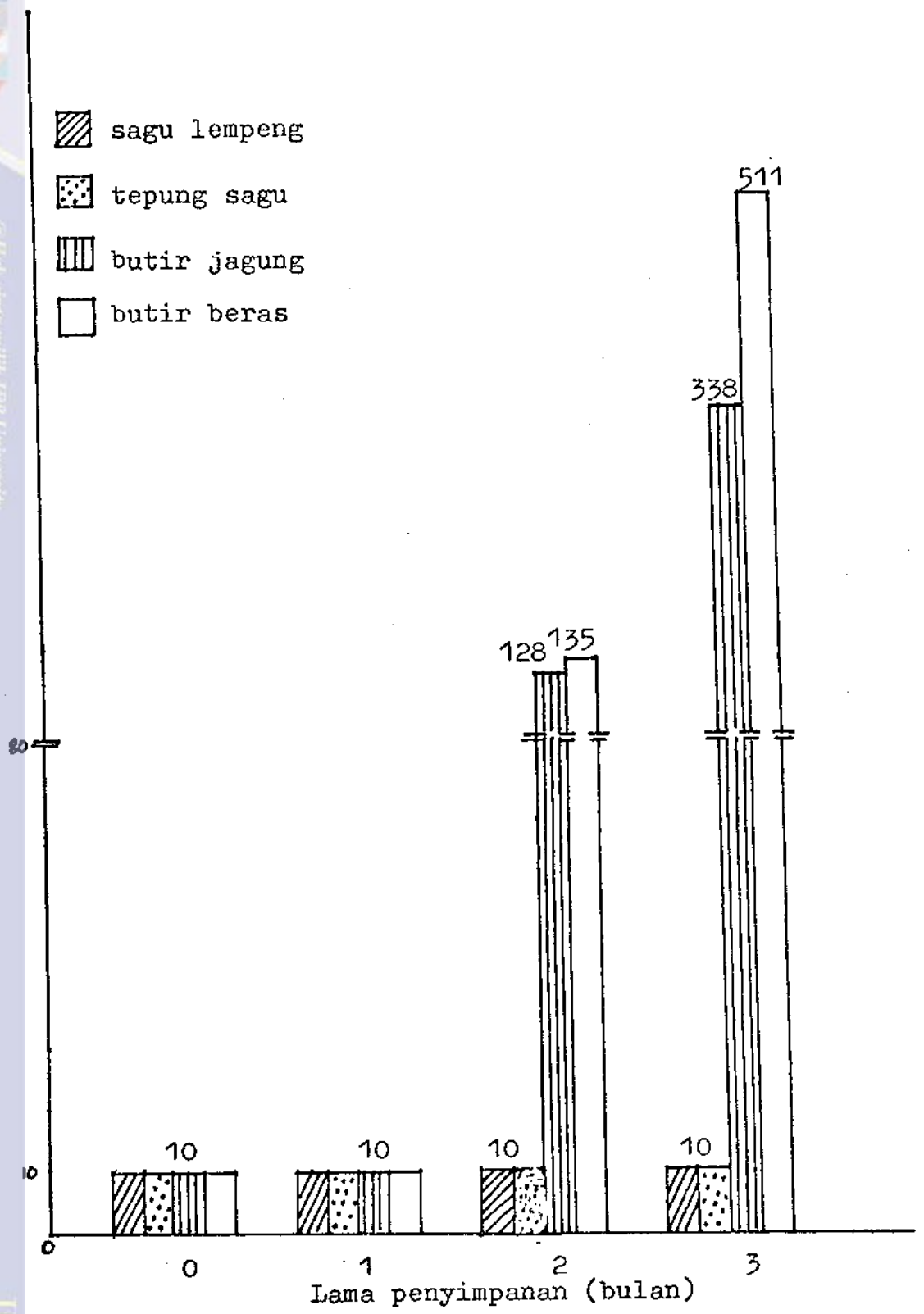
Dari Histogram terlihat, populasi serangga S. zeamais pada butir jagung pada tarap penyimpanan 2 bulan adalah sebanyak 128 ekor, kemudian meningkat menjadi 338 ekor pada tarap penyimpanan 3 bulan. Pada butir beras, populasi serangga ini selama penyimpanan 2 bulan adalah sebanyak 135 ekor, kemudian meningkat menjadi 511 ekor pada tarap penyimpanan 3 bulan. Tetapi pada sagu lempeng dan tepung sagu, tidak ada penambahan populasi serangga S. zeamais sampai dengan tarap penyimpanan 3 bulan.

Hasil pengamatan populasi serangga R. dominica se-





1. Mengidentifikasi masalah yang dihadapi
 2. Mengumpulkan data yang diperlukan
 3. Menganalisis data yang telah dikumpulkan
 4. Menyajikan data yang telah dianalisis
 5. Menyimpulkan hasil analisis data

-  sagu lempeng
-  tepung sagu
-  butir jagung
-  butir beras

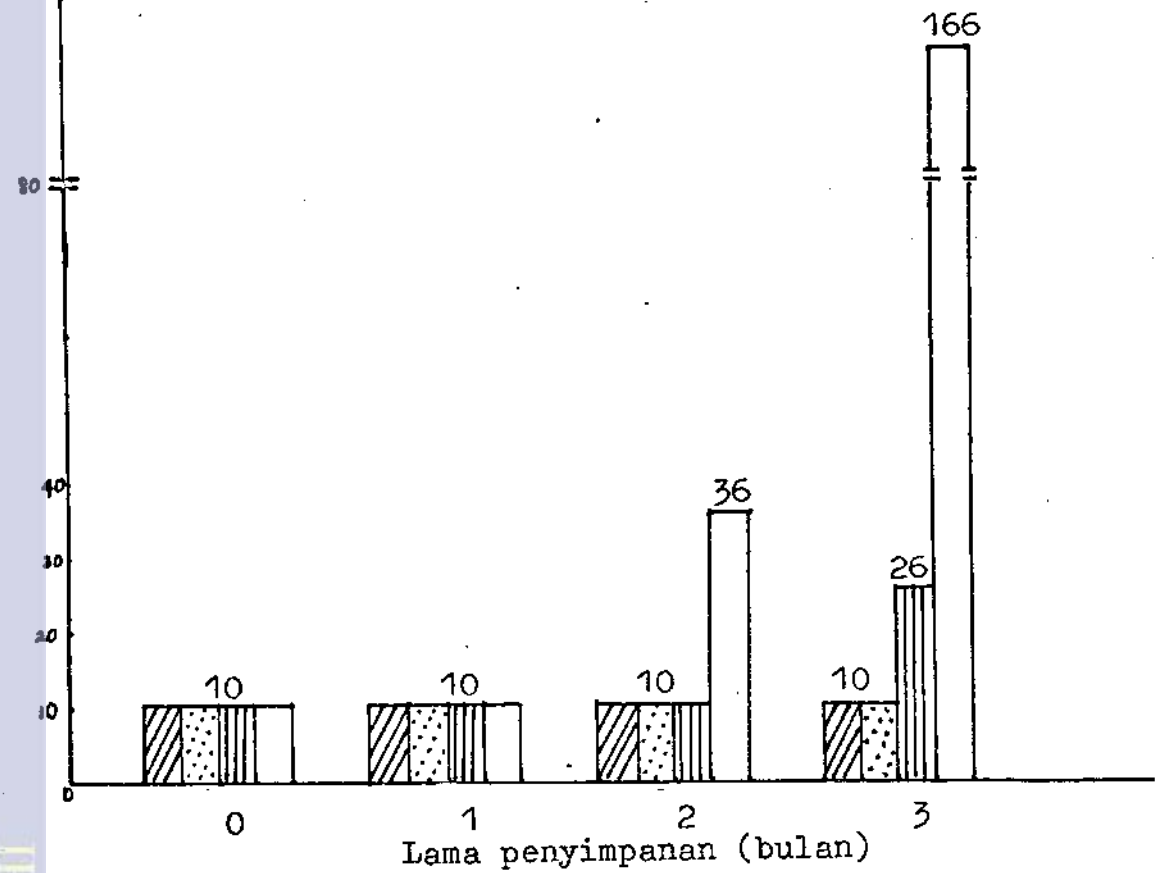
Laju populasi (ekor)



Gambar 9. Histogram laju populasi serangga S. zeamais pada keempat jenis bahan selama penyimpanan.

-  sagu lempeng
-  tepung sagu
-  butir jagung
-  butir beras

Laju populasi (ekor)



Gambar 10. Histogram laju populasi serangga R. dominica pada keempat jenis bahan selama penyimpanan.





lama penyimpanan 3 bulan pada semua bahan dapat dilihat pada Gambar 10.

Dari Histogram (Gambar 10) terlihat, populasi serangga R. dominica pada butir jagung bertambah pada tarap penyimpanan 3 bulan menjadi 26 ekor. Akan tetapi pertambahan populasi serangga ini tidak berbeda nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan, penyimpanan 1 bulan dan penyimpanan 2 bulan (Lampiran 4). Sedangkan pada butir beras, populasi serangga R. dominica bertambah pada tarap penyimpanan 2 bulan menjadi 36 ekor, kemudian meningkat menjadi 166 ekor pada tarap penyimpanan 3 bulan. Pertambahan populasi R. dominica pada butir beras pada tarap penyimpanan 3 bulan berbeda sangat nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan, penyimpanan 1 bulan serta penyimpanan 2 bulan (Lampiran 4). Pada sagu lempeng dan tepung sagu, tidak ada pertambahan populasi serangga R. dominica sampai dengan tarap penyimpanan 3 bulan.

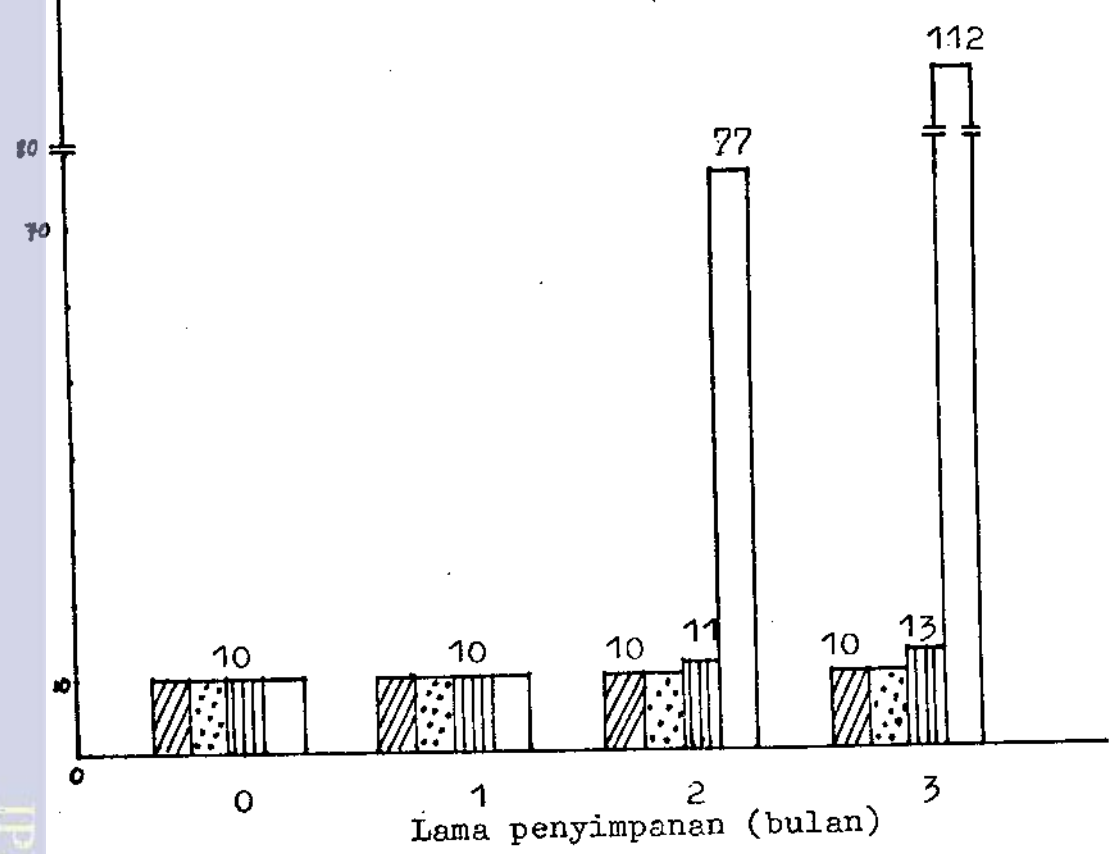
Hasil pengamatan populasi serangga T. castaneum selama penyimpanan 3 bulan pada semua bahan dapat dilihat pada Gambar 11.

Dari Histogram (Gambar 11) terlihat, populasi serangga T. castaneum pada butir jagung pada tarap penyimpanan 2 bulan adalah sebanyak 11 ekor, kemudian meningkat menjadi 13 ekor pada tarap penyimpanan 3 bulan. Pada butir beras, populasi serangga ini pada

1. Mengukur populasi serangga pada setiap waktu penyimpanan. 2. Mengukur populasi serangga pada setiap waktu penyimpanan. 3. Mengukur populasi serangga pada setiap waktu penyimpanan. 4. Mengukur populasi serangga pada setiap waktu penyimpanan. 5. Mengukur populasi serangga pada setiap waktu penyimpanan.

-  sagu lempeng
-  tepung sagu
-  butir jagung
-  butir beras

Laju populasi (ekor)



Gambar 11. Histogram laju populasi serangga T. castaneum terhadap keempat jenis bahan selama penyimpanan.

tarap penyimpanan 2 bulan adalah sebanyak 77 ekor, kemudian meningkat menjadi 112 ekor pada tarap penyimpanan 3 bulan. Akan tetapi pertambahan populasi serangga T. castaneum pada butir beras dan jagung tidak berbeda nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan (Lampiran 4). Sedangkan pada sagu lempeng dan tepung sagu, tidak ada pertambahan populasi serangga T. castaneum sampai dengan tarap penyimpanan 3 bulan.

Perkembangan populasi serangga gudang ditentukan oleh faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam adalah kemampuan serangga untuk berkembang biak, sedangkan faktor luar terdiri dari faktor fisik (suhu penyimpanan, kelembaban udara) dan keadaan makanan (kadar air, ukuran serta nilai gizi bahan), SOEMARTONO dan TURNGADI (1968); SWAMINATHAN (1977).

Jika dilihat dari bentuk fisik bahan yang diserang, hama gudang digolongkan menjadi dua bagian yaitu hama primer dan hama sekunder. Hama primer yaitu hama yang mampu menyerang biji-bijian yang masih utuh (sound kernel) seperti Sitophilus sp. dan R. dominica. Hama sekunder adalah hama yang mampu menyerang biji-bijian yang telah rusak ataupun produk biji-bijian tersebut, seperti Tribolium castaneum (PRANATI, 1979).

Dilihat dari bentuk fisik bahan yang diserang, maka S. zeamais dan R. dominica termasuk hama primer pada bahan yang masih utuh. Akan tetapi dari Lampiran 4 atau

Gambar 9 dan 10 terlihat, bahwa penambahan populasi serangga R. dominica terhadap beras dan jagung sangat rendah dibandingkan dengan penambahan populasi serangga S. zeamais. HALL (1970) mengatakan, suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi aktifitas serangga selama penyimpanan. Kondisi yang dibutuhkan untuk perkembangbiakan S. zeamais menurut PRANATA (1979) berkisar antara $17^{\circ} - 34^{\circ}\text{C}$ dan RH 45 - 100 persen. Sedangkan untuk R. dominica adalah pada suhu 34°C dan RH 50 sampai 60 persen. Dari Lampiran 1 terlihat kondisi ruang penyimpanan selama penelitian berlangsung yaitu pada suhu $25^{\circ} - 31^{\circ}\text{C}$ dan RH 61 - 90 persen. Kondisi ruang penyimpanan tersebut menyebabkan perkembangan populasi R. dominica lebih lambat dibandingkan dengan S. zeamais.

Pada umumnya T. castaneum dapat hidup lebih baik pada media yang ukuran partikelnya halus, karena hal tersebut sesuai dengan organ mulut dan alat pencernaannya sehingga serangga ini merupakan hama primer pada produk biji-bijian atau tepung. Akan tetapi hasil uji BNJ (Lampiran 4) dan Gambar 11 menunjukkan, tidak adanya penambahan populasi serangga ini pada tepung sagu ataupun pada sagu lempeng.

Nutrisi (zat gizi) merupakan faktor terpenting yang mempengaruhi populasi serangga gudang. Kebutuhan setiap jenis serangga berbeda terhadap zat makanan, akan tetapi ada zat tertentu yang harus ada agar serangga ber-

kembang biak dengan baik. Selanjutnya dikatakan, jika bahan yang diserang mengandung zat esensial dalam jumlah yang terbatas, maka siklus hidup berlangsung lebih lama dan persentase kematian meningkat (MICHELbacher, 1953).

Menurut GILMOUR (1961) karbohidrat yang merupakan komponen terbesar didalam makanan serangga sebenarnya tidak esensial, walaupun beberapa serangga tidak dapat berkembang biak tanpa zat ini seperti Tenebrio, Ephestia kuhniella dan Oryzaephilus. Sedangkan karbohidrat tidak terlalu esensial bagi serangga Tribolium, Lasioderma dan Ptinus, walaupun dalam jumlah kecil dibutuhkan untuk metabolisme dan berkembang biak (GILMOUR, 1961 dan SOKOLOFF, 1974).

MAGIS, 1963 (SOKOLOFF, 1974) mengatakan, media yang terbaik untuk perkembangan Tribolium adalah media yang mengandung karbohidrat dalam jumlah yang sebanding dengan protein.

MUNRO (1966) mengatakan bahwa laju perkembangan serangga gudang pada media yang berpartikel halus sangat lambat. Dikatakan, kemungkinan karena media tersebut kekurangan vitamin B yang banyak hilang selama pengolahan. Menurut FRAENKEL dan BLEWETT, 1941 (MICHELbacher, 1953) kelompok vitamin B merupakan zat esensial dalam makanan serangga gudang. Selanjutnya APPLEBAUM dan KONIJN, 1965

(SOKOLOFF, 1974) mengatakan bahwa perkembangan Tribolium sangat lambat pada "white flour" disebabkan media tersebut kekurangan riboflavin yang esensial bagi perkembangan T. castaneum.

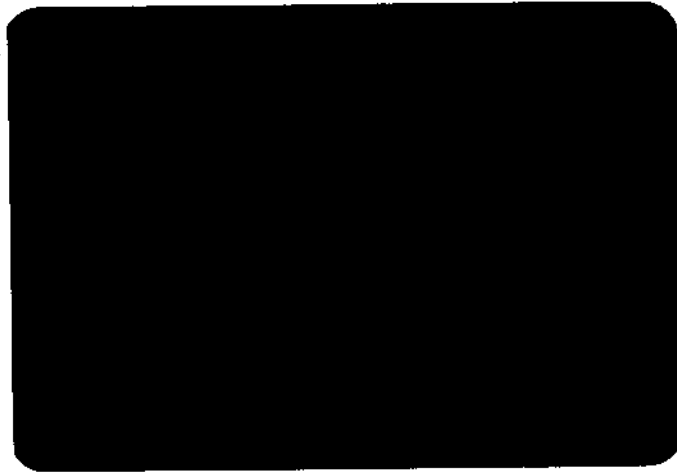
Jika dilihat dari nilai gizi, tepung sagu memang sangat kurang akan zat gizi yang dibutuhkan oleh serangga tersebut di atas. Menurut ANONIMOUS (1979) setiap 100 gram tepung sagu mengandung 0.7 gram Protein dan 0.01 mg vitamin B₁ dibandingkan dengan tepung terigu yang merupakan media pertumbuhan T. castaneum mengandung 8.9 gram Protein dan (0.12) mg vitamin B₁ dalam tiap 100 gram.

Hasil uji BNJ (Lampiran 4) menunjukkan tidak ada penambahan populasi serangga pada sagu lempeng. Hal ini selain disebabkan nilai gizi bahan yang rendah juga oleh sifat fisik bahan ini. Kerasnya bahan ini dan lapisan luar yang tergelatinisasi menyebabkan tidak diserang oleh T. castaneum dan S. zeamais, tetapi R. dominica mempengaruhi penampakan bahan ini secara organoleptik karena menyebabkan bahan berlubang (diameter 1mm) seperti yang terlihat pada Gambar 12.

Hasil pengamatan menunjukkan, tidak ada penambahan populasi serangga S. zeamais, R. dominica dan T. castaneum pada sagu lempeng dan tepung sagu sampai dengan tarap penyimpanan 3 bulan. Sedangkan pada butir beras



dan jagung jumlah populasi serangga S. zeamais, R. dominica dan T. castaneum meningkat sebanding dengan lama penyimpanan seperti terlihat pada Gambar 13.



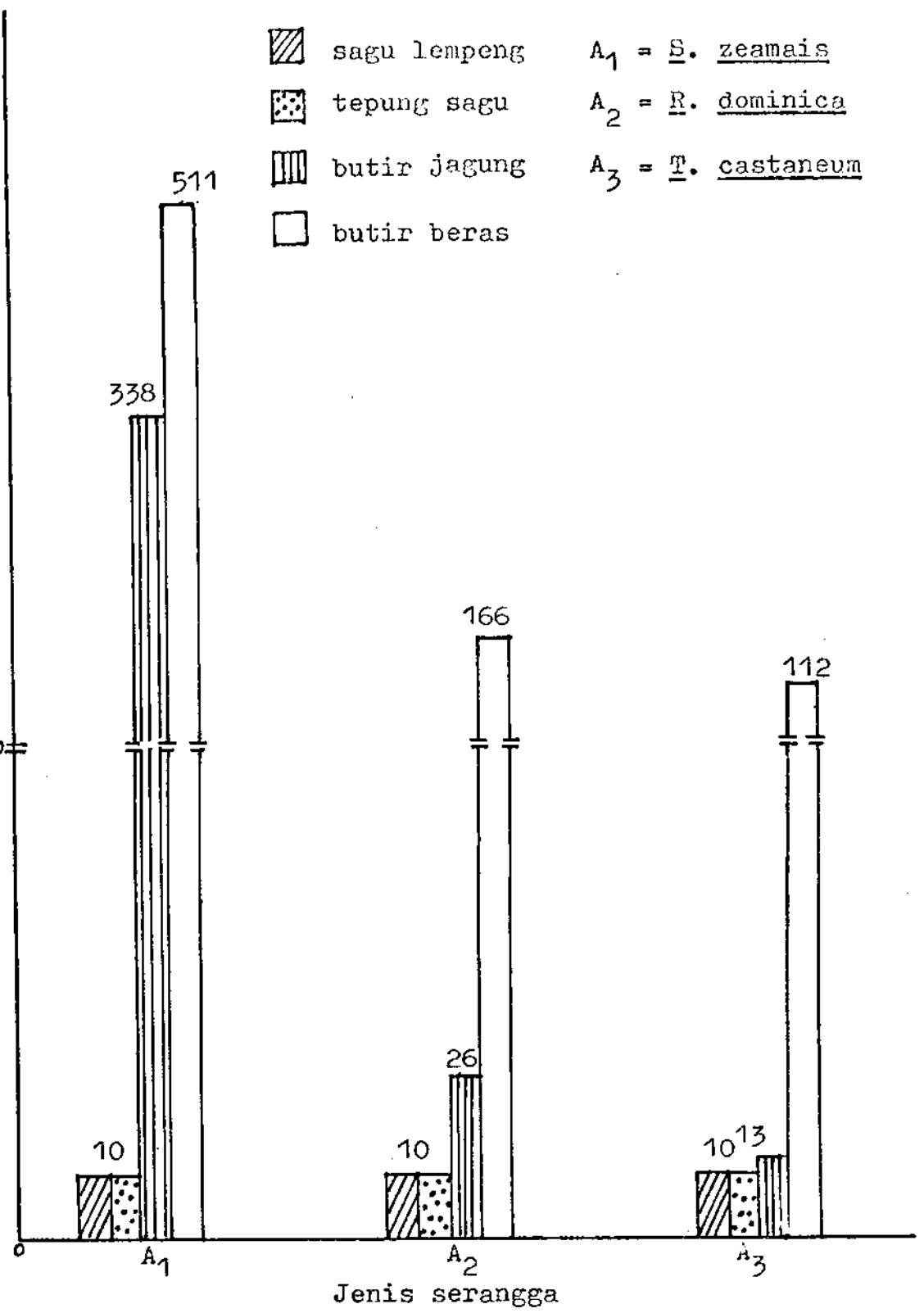
Gambar 12. Lubang pada sagu lempang akibat serangan Rhizopertha dominica.

B. Jumlah larva

Analisis keragaman menunjukkan, bahwa pengaruh faktor utama jenis serangga, lama penyimpanan serta jenis bahan sangat nyata terhadap jumlah larva (Lampiran 5). Jumlah larva juga dipengaruhi interaksi antara perlakuan jenis serangga dan lama penyimpanan, interaksi jenis serangga dan jenis bahan, serta interaksi jenis bahan dan lama penyimpanan. Dari Lampiran 5 terlihat juga, bahwa interaksi antara ketiga faktor perlakuan yaitu jenis serangga, jenis bahan dan lama penyimpanan

Hasil Kerja Praktikum: Unsur-unsur
 1. Dilihatnya serangga sebagai musuh alami yang dapat menghancurkan dan memusnahkan sumber
 a. Berupa hama yang sangat merugikan pertanian, perikanan, peternakan baik yang merugikan secara langsung maupun
 b. Berupa parasit yang merugikan kehidupan yang dapat merugikan IPB University
 2. Dilihatnya serangga sebagai musuh alami yang dapat menghancurkan dan memusnahkan sumber
 a. Berupa hama yang sangat merugikan pertanian, perikanan, peternakan baik yang merugikan secara langsung maupun
 b. Berupa parasit yang merugikan kehidupan yang dapat merugikan IPB University

Laju populasi (ekor)



Gambar 13. Histogram jumlah populasi ketiga jenis serangga pada sagu lempeng, tepung sagu, butir beras dan jagung selama penyimpanan 3 bulan.





sangat nyata terhadap jumlah larva.

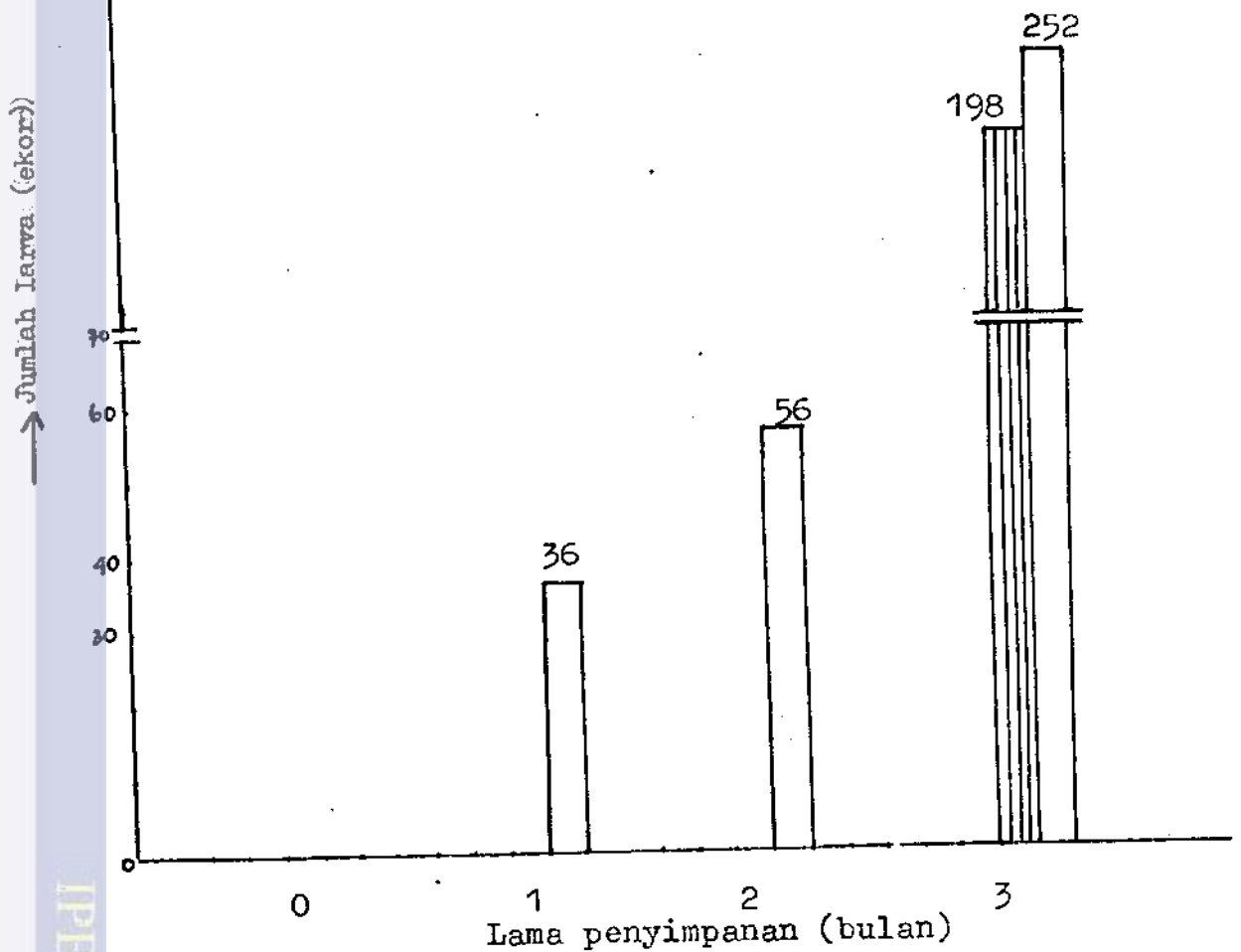
Berdasarkan uji beda nyata jujur (BNJ) pada Lampiran 6, ternyata selama penyimpanan 1 bulan ada pertumbuhan larva T. castaneum (A_3) pada butir jagung (T_3) dan butir beras (T_4). Jumlah larva serangga T. castaneum pada butir beras lebih banyak daripada butir jagung. Tribolium castaneum merupakan "external feeder" yaitu hama yang menyerang dari permukaan bahan, karena hal tersebut sesuai dengan organ mulut dan alat pencernaannya sehingga umumnya serangga ini hidup lebih baik pada media yang ukuran partikelnya halus. Jika dibandingkan ukuran partikel antara butir beras dan jagung, maka ukuran partikel beras lebih halus daripada jagung sehingga pertumbuhan serangga T. castaneum lebih cepat pada beras. Hal ini sesuai dengan jumlah serangga T. castaneum pada butir beras yang jauh lebih banyak daripada butir jagung pada tarap penyimpanan 2 bulan.

Selama penyimpanan 1 bulan, selain larva T. castaneum pada butir beras terdapat juga larva R. dominica dan S. zeamais. Beda jumlah larva T. castaneum pada butir beras sangat nyata dibandingkan dengan jumlah larva R. dominica dan T. castaneum.

Hasil pengamatan larva serangga S. zeamais selama penyimpanan 3 bulan pada semua bahan dapat dilihat pada Gambar 14.

Dari Histogram terlihat, jumlah larva S. zeamais

-  sagu lempeng
-  tepung sagu
-  butir jagung
-  butir beras







Gambar 14. Histogram jumlah larva S. zeamais pada bahan selama penyimpanan.

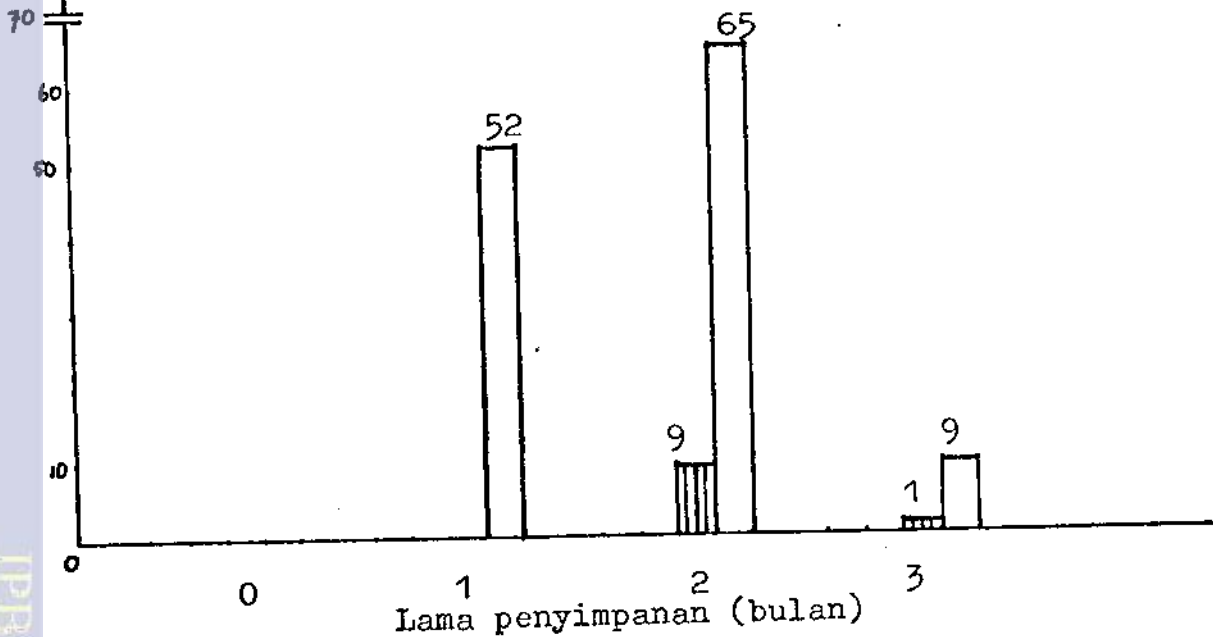
pada butir beras selama penyimpanan 1 bulan adalah sebanyak 36 ekor, kemudian meningkat menjadi 56 ekor pada tarap penyimpanan 2 bulan. Pada tarap penyimpanan 3 bulan, jumlah larva meningkat menjadi 252 ekor. Kenaikan jumlah larva S. zeamais pada tarap penyimpanan 3 bulan berbeda sangat nyata dibandingkan dengan penyimpanan 1 bulan dan 2 bulan. Sedangkan pada butir jagung pertumbuhan larva S. zeamais baru terlihat pada tarap penyimpanan 3 bulan. Jumlah larva S. zeamais yang semakin meningkat pada butir beras sesuai dengan populasi serangga dewasa yang meningkat sebanding dengan lama penyimpanan.

Hasil pengamatan larva serangga R. dominica selama penyimpanan 3 bulan pada semua bahan dapat dilihat pada Gambar 15.

Dari Histogram (Gambar 15) terlihat, jumlah larva R. dominica pada butir beras selama penyimpanan 1 bulan adalah sebanyak 52 ekor, kemudian meningkat menjadi 65 ekor pada tarap penyimpanan 2 bulan. Pada tarap penyimpanan 3 bulan jumlah larva menurun menjadi 9 ekor. Jumlah larva yang meningkat pada tarap penyimpanan 2 bulan sesuai dengan populasi serangga dewasa yang juga meningkat pada tarap penyimpanan 2 bulan. Penurunan jumlah larva R. dominica pada butir beras pada tarap penyimpanan 3 bulan karena terjadi metamorfosa larva menjadi pupa, kemudian metamorfosa pupa menjadi serangga dewasa. Pada butir jagung, jumlah larva R. dominica pada tarap

-  sagu lempeng
-  tepung sagu
-  butir jagung
-  butir beras

Jumlah larva (ekor)



Gambar 15. Histogram jumlah larva R. dominica pada bahan selama penyimpanan.





penyimpanan 2 bulan adalah sebanyak 9 ekor, kemudian menurun pada tarap penyimpanan 3 bulan. Penurunan jumlah larva R. dominica pada tarap penyimpanan 3 bulan disebabkan metamorfosa pupa menjadi serangga dewasa. Hal ini dilihat pada Gambar 10, pada tarap penyimpanan 2 bulan tidak ada pertambahan populasi serangga R. dominica pada butir jagung. Akan tetapi pada tarap penyimpanan 3 bulan, populasi serangga ini meningkat menjadi 26 ekor.

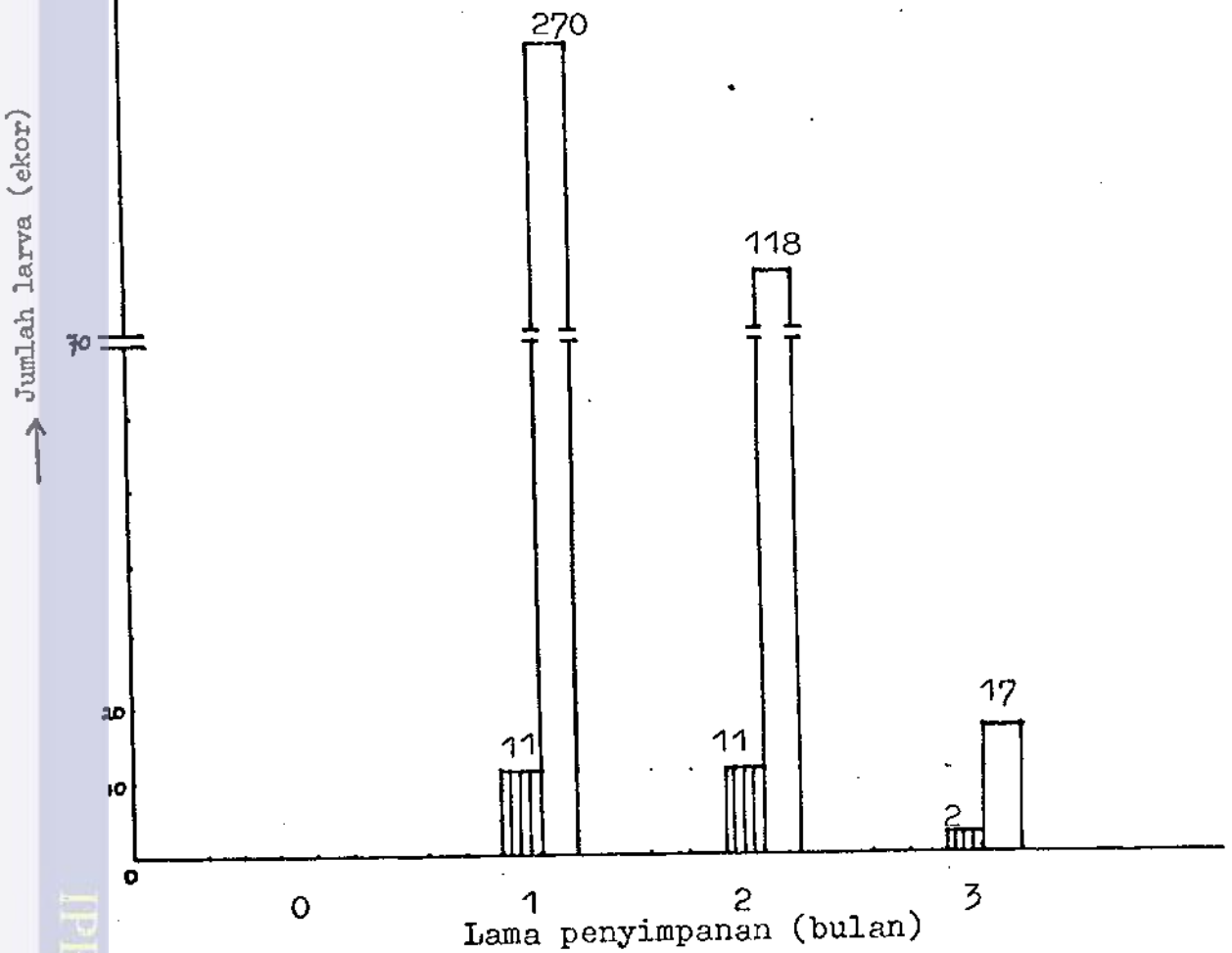
Hasil pengamatan larva serangga T. castaneum selama penyimpanan 3 bulan pada semua bahan dapat dilihat pada Gambar 16.

Dari Histogram (Gambar 16) terlihat, jumlah larva Tribolium castaneum pada butir beras selama penyimpanan 1 bulan adalah sebanyak 270 ekor, kemudian menurun menjadi 118 ekor pada tarap penyimpanan 2 bulan dan 17 ekor pada tarap penyimpanan 3 bulan. Demikian juga pada butir jagung, jumlah larva semakin menurun dengan bertambahnya lama penyimpanan. Hal ini terjadi karena metamorfosa larva menjadi pupa dan kemudian metamorfosa pupa menjadi serangga dewasa (inago). Keadaan ini sesuai dengan jumlah populasi serangga dewasa yang meningkat pada tarap penyimpanan 2 bulan dan 3 bulan.

Hasil pengamatan menunjukkan, tidak ada pertumbuhan larva serangga S. zeamais, R. dominica dan T. castaneum pada sagu lempeng dan tepung sagu sampai dengan tarap penyimpanan 3 bulan. Sedangkan pada butir beras

Offek epia mlk IPB University

-  sagu lempeng
-  tepung sagu
-  butir jagung
-  butir beras



Gambar 16. Histogram jumlah larva T. castaneum pada bahan selama penyimpanan.





dan jagung, selama penyimpanan 3 bulan ada pertumbuhan larva dari ketiga jenis serangga. Jumlah larva ketiga jenis serangga pada butir jagung dan beras dipengaruhi oleh jumlah populasi serangga dan siklus hidup serangga tersebut pada bahan yang diserangnya.

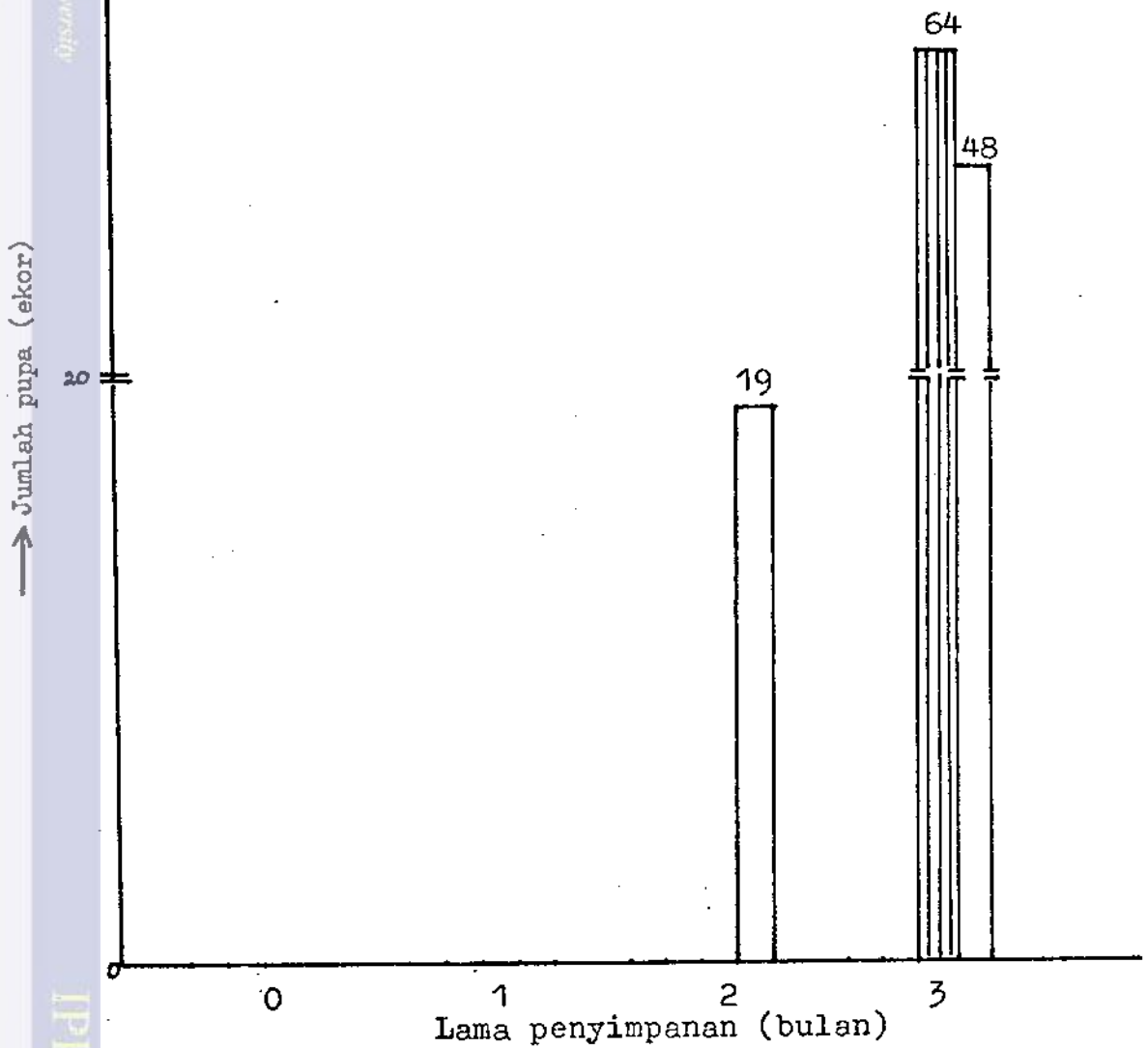
C. Jumlah pupa

Analisis keragaman menunjukkan, bahwa pengaruh faktor utama jenis serangga, lama penyimpanan serta jenis bahan sangat nyata terhadap jumlah pupa (Lampiran 7). Jumlah pupa juga dipengaruhi interaksi antara perlakuan, jenis serangga dan jenis bahan, interaksi jenis serangga dan lama penyimpanan, serta interaksi jenis bahan dan lama penyimpanan. Dari Lampiran 7 terlihat juga bahwa interaksi ketiga faktor perlakuan yaitu jenis serangga, jenis bahan dan lama penyimpanan sangat nyata terhadap jumlah pupa.

Hasil pengamatan pupa serangga S. zeamais selama penyimpanan 3 bulan pada semua bahan dapat dilihat pada Gambar 17.

Pada tarap penyimpanan 2 bulan, jumlah pupa Sitophilus zeamais pada butir beras adalah sebanyak 19 ekor, kemudian meningkat menjadi 48 ekor pada tarap penyimpanan 3 bulan. Sedangkan pada butir jagung, pertambahan pupa baru terlihat pada tarap penyimpanan 3 bulan. Gambar 10 menunjukkan bahwa pada tarap penyi-

-  sagu lempeng
-  tepung sagu
-  butir jagung
-  butir beras







Gambar 17. Histogram jumlah pupa S. zeamais pada bahan selama penyimpanan.

nan 2 bulan, ada penambahan populasi serangga S. zeamais pada butir jagung. Akan tetapi pada Gambar 14 dan 17 tidak terlihat pertumbuhan larva dan pupa serangga ini pada butir jagung selama penyimpanan 2 bulan. Keterbatasan metoda penelitian yang dilakukan seperti waktu pengamatan tidak berdasarkan siklus hidup serta bahan yang diamati pada satu tarap penyimpanan bukan bahan yang diamati pada tarap penyimpanan sebelumnya, menyebabkan pada waktu pengamatan tidak ada larva atau pupa S. zeamais yang terlihat pada butir jagung.

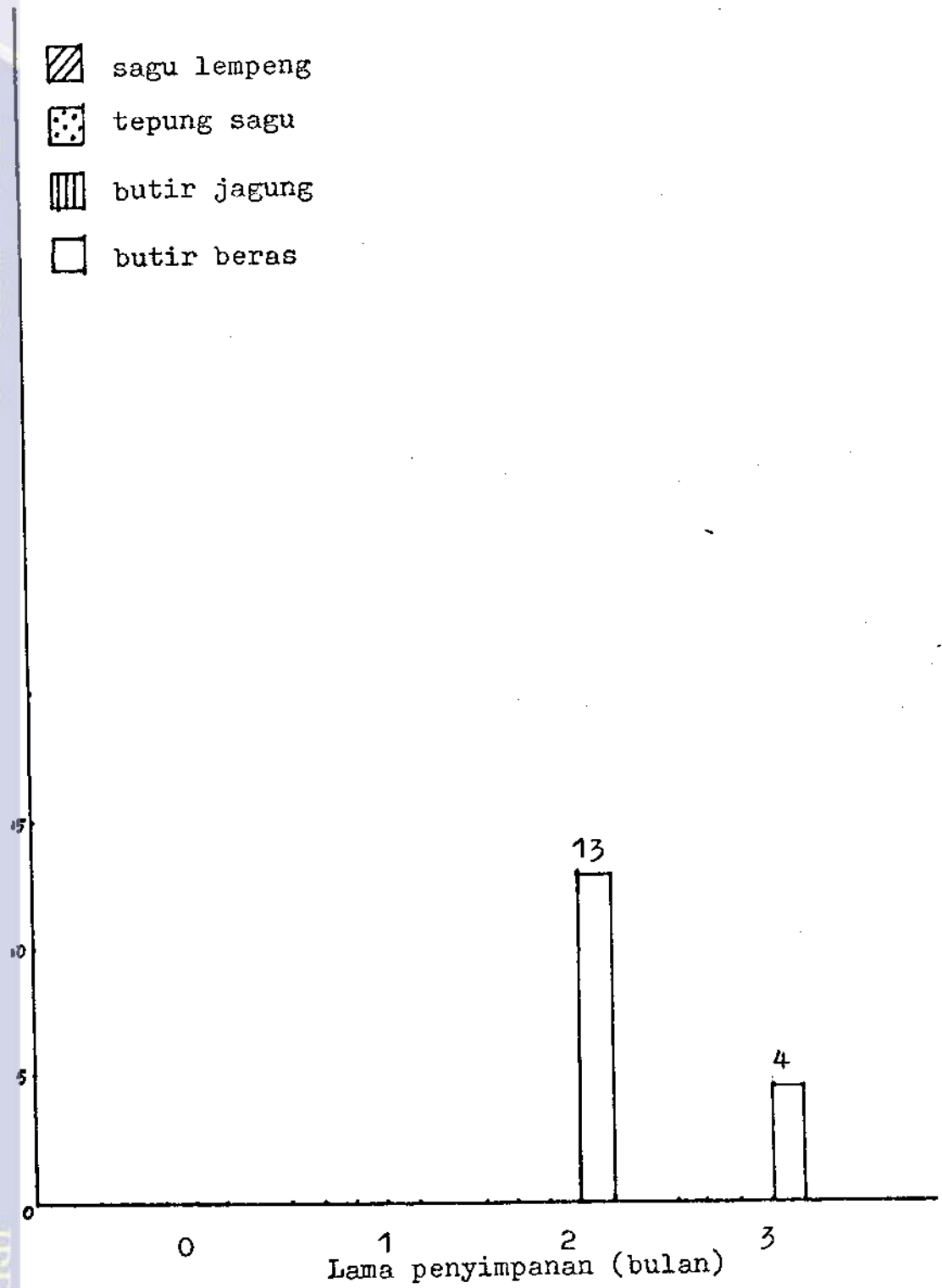
Hasil pengamatan pupa serangga R. dominica selama penyimpanan 3 bulan pada semua bahan dapat dilihat pada Gambar 18.

Pada tarap penyimpanan 2 bulan, jumlah pupa Rhizopertha dominica pada butir beras adalah sebanyak 13 ekor, kemudian menurun menjadi 4 ekor pada tarap penyimpanan 3 bulan. Penurunan ini disebabkan karena metamorfosa pupa menjadi serangga dewasa. Pada butir jagung tidak ada pupa R. dominica yang terlihat pada waktu pengamatan. Kemungkinan pada waktu pengamatan, larva belum mengalami metamorfosa menjadi pupa atau semua pupa telah mengalami metamorfosa menjadi serangga dewasa (imago).





Hasil pengamatan pupa serangga T. castaneum selama penyimpanan 3 bulan pada semua bahan dapat dilihat pada Gambar 19.

-  sagu lempeng
-  tepung sagu
-  butir jagung
-  butir beras

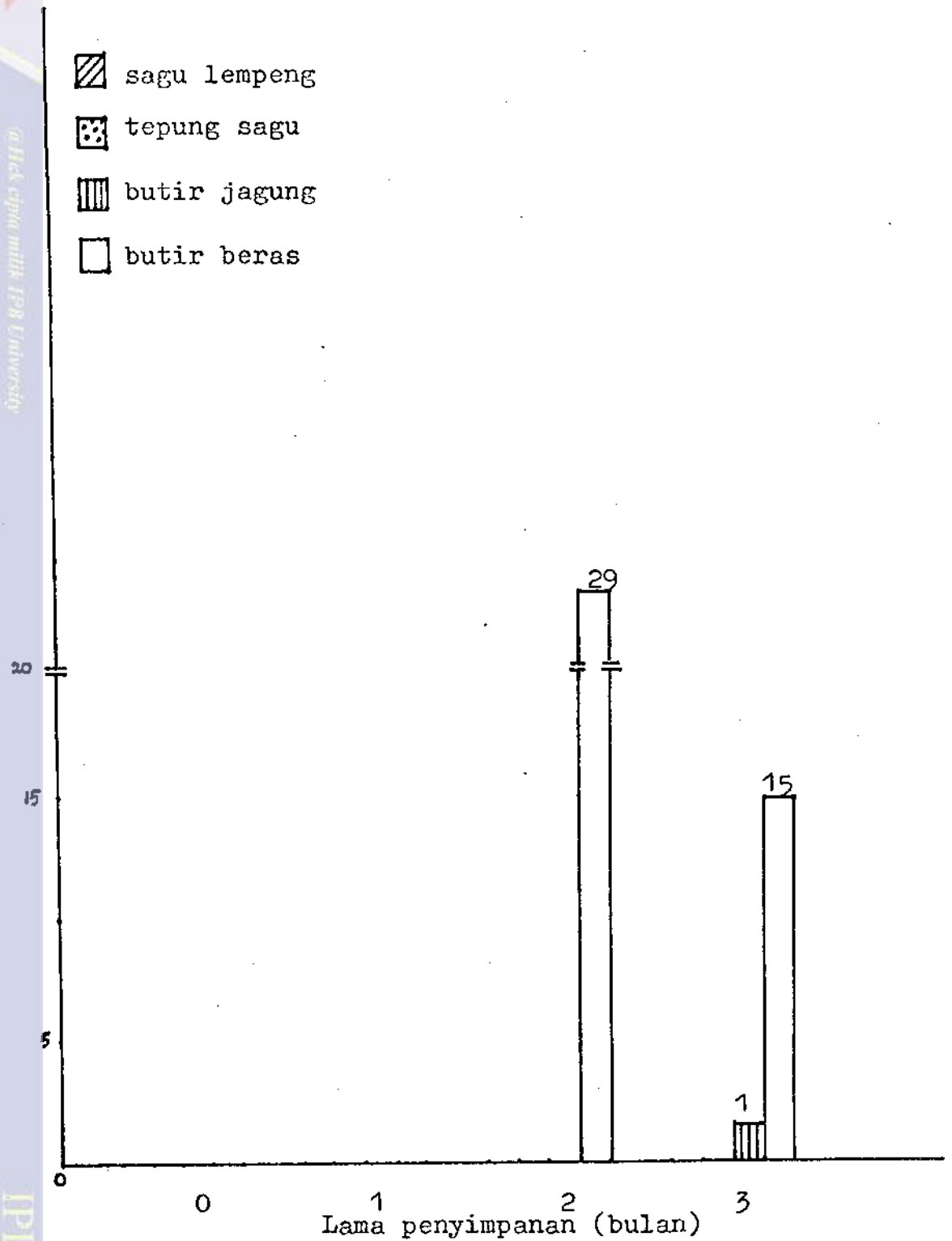
Jumlah pupa (ekor)



Gambar 18. Histogram jumlah pupa R. dominica pada bahan selama penyimpanan.

-  sagu lempeng
-  tepung sagu
-  butir jagung
-  butir beras

Jumlah pupa (ekor)



Gambar 19. Histogram jumlah pupa T. castaneum pada bahan selama penyimpanan.

Pada tarap penyimpanan 2 bulan, jumlah pupa Tri-
bolium castaneum pada butir beras adalah sebanyak 29
ekor, kemudian menurun menjadi 15 ekor pada tarap pe-
nyimpanan 3 bulan. Sedangkan pada butir jagung, pupa
T. castaneum baru terlihat pada tarap penyimpanan 3
bulan yaitu sebanyak 1 ekor.

Hasil pengamatan menunjukkan, tidak ada pertumbuh-
an pupa serangga S. zeamais, R. dominica dan T. casta-
neum pada sagu lempeng dan tepung sagu.

Selanjutnya, pola perkembangan populasi serangga
S. zeamais, R. dominica dan T. castaneum pada sagu lem-
peng, tepung sagu, butir jagung dan beras selama pe-
nyimpanan 3 bulab, dapat dilihat pada Lampiran 9.

Dari Lampiran 9 terlihat, bahwa populasi serangga
S. zeamais dan T. castaneum pada butir beras dan jagung
telah bertambah pada tarap penyimpanan 2 bulan. Popula-
si R. dominica pada butir beras telah bertambah pada
tarap penyimpanan 2 bulan, sedangkan pada butir jagung
pertambahan populasi R. dominica baru terlihat pada ta-
rap penyimpanan 3 bulan.

D. Total Asam





Analisis keragaman menunjukkan, bahwa pengaruh fak-
tor utama jenis serangga, lama penyimpanan serta jenis
bahan sangat nyata terhadap total asam (Lampiran 10).

Total asam juga dipengaruhi oleh interaksi antara perlakuan jenis serangga dan lama penyimpanan, interaksi jenis serangga dan jenis bahan, serta interaksi jenis bahan dan lama penyimpanan. Dari Lampiran 10 terlihat juga bahwa interaksi antara ketiga faktor perlakuan yaitu jenis serangga, jenis bahan dan lama penyimpanan sangat nyata terhadap total asam.

Dari Lampiran 11 terlihat, bahwa serangan ketiga jenis serangga pada semua bahan menyebabkan kenaikan total asam sebanding dengan lama penyimpanan. Berdasarkan uji beda nyata jujur (BNJ) pada Lampiran 11 terlihat, bahwa kenaikan total asam akibat serangan ketiga jenis serangga selama penyimpanan pada semua bahan tidak berbeda nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan. Akan tetapi kenaikan total asam pada sagu lempeng dan tepung sagu tidak berbeda nyata pada setiap tarap penyimpanan. Kenaikan total asam akibat serangan serangga S. zeamais pada butir jagung selama 3 bulan berbeda sangat nyata dibandingkan dengan akibat serangan serangga R. dominica dan T. castaneum.

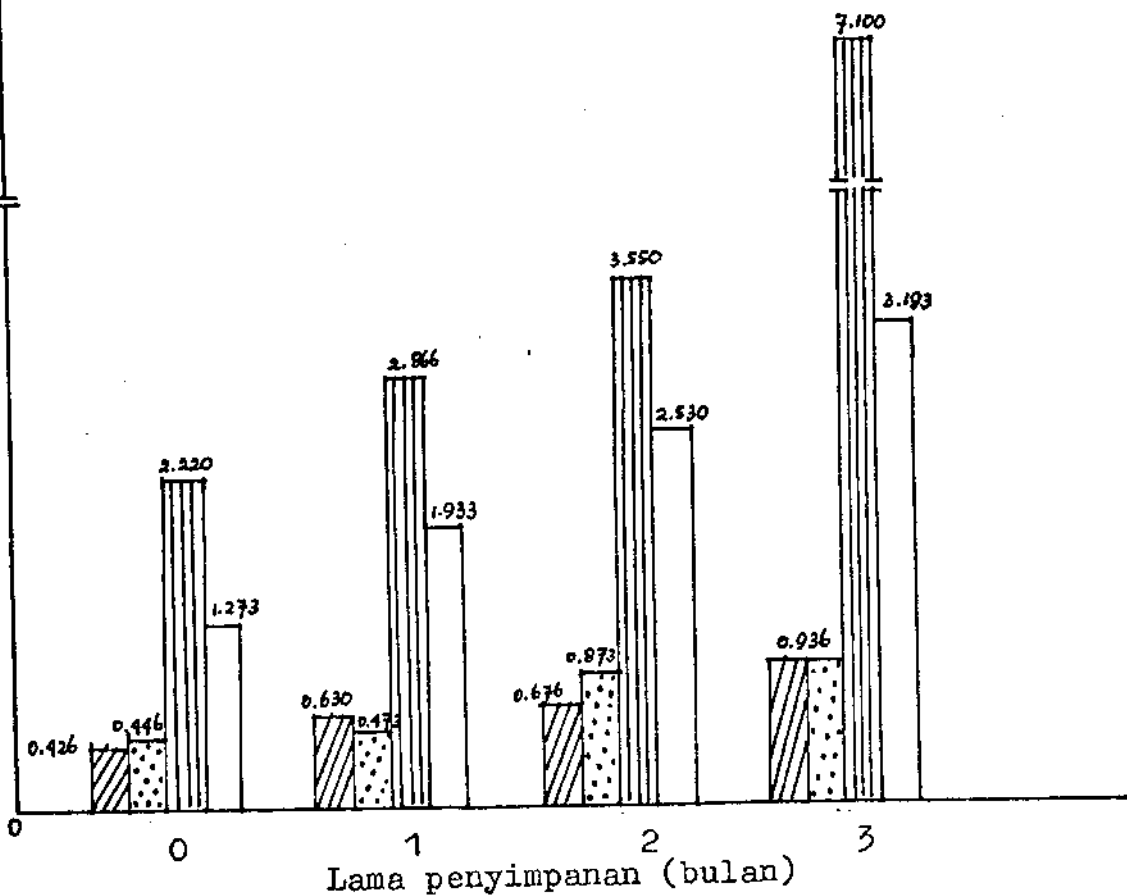
Hasil pengamatan total asam akibat serangan serangga S. zeamais pada semua bahan dapat dilihat pada Gambar 20.

Dari Gambar 20 terlihat, bahwa serangan serangga S. zeamais pada semua bahan menyebabkan kenaikan total asam sebanding dengan lama penyimpanan. Akan tetapi :

-  sagu lempeng
-  tepung sagu
-  butir jagung
-  butir beras

Total asam (mgrek NaOH per 100 gram bahan)

Offtek cipin mltik IPB University



Gambar 20. Histogram hubungan antara total asam dengan serangan serangga *S. zeamais* pada bahan selama penyimpanan.

pada sagu lempeng dan tepung sagu, kenaikan total asam tidak berbeda nyata pada setiap tarap penyimpanan (Lampiran 11). Kenaikan total asam akibat serangan Sitophilus zeamais pada butir beras dan jagung pada tarap penyimpanan 2 bulan dan 3 bulan berbeda sangat nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan.

Menurut ZELENY, 1954 (POMERANZ, 1974) adanya enzim didalam bahan yang disimpan ataupun yang dihasilkan oleh organisme akan mengakibatkan kerusakan kimia dari bahan tersebut. Selanjutnya dikatakan, bahwa alpha dan beta amilase memecahkan pati menjadi dekstrin dan maltosa. Gula reduksi yang dihasilkan kemudian dipecah menjadi karbon dioksida dan air akibat kegiatan respirasi. Pada kadar air bahan yang tinggi, akan terjadi fermentasi karbohidrat sehingga dihasilkan alkohol atau asam asetat dan menyebabkan bau asam yang khas, DAVIES 1928 (POMERANZ, 1974).

Selama penyimpanan, lemak didalam biji-bijian akan dipecah menjadi asam lemak bebas dan gliserol oleh aktifitas lipase. Kerusakan akan lebih lanjut jika suhu dan kadar air meningkat. Reaksi pemecahan akan berlangsung dengan cepat jika ada pertumbuhan organisme karena aktifitas lipolitik organisme tersebut. Selanjutnya dikatakan POMERANZ (1974) bahwa hidrolisa lemak berlangsung jauh lebih cepat dibandingkan dengan hidrolisa protein dan karbohidrat, sehingga kandungan asam lemak

bebas didalan bahan dapat digunakan sebagai indeks kerusakan. Menurut PRAVATHAPPA dkk., 1972 (COTTON dan WILBUR, 1974) serangan serangga Sitophilus sp. pada Sorghum vulgare selama 180 hari menyebabkan kenaikan kadar asam lemak bebas.

Dari uji BNJ pada Lampiran 11 terlihat, bahwa total asam pada masing-masing bahan meningkat sebanding dengan lama penyimpanan. Akan tetapi pada butir beras dan jagung kenaikan total asam selama penyimpanan 2 bulan dan 3 bulan berbeda sangat nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan. Sedangkan pada sagu lempeng dan tepung sagu, kenaikan total asam selama penyimpanan 3 bulan tidak berbeda nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan. Hal ini berhubungan dengan populasi serangga S. zeamais yang meningkat pada butir jagung dan beras selama penyimpanan 3 bulan, sedangkan pada sagu lempeng dan tepung sagu tidak ada penambahan populasi serangga ini selama penyimpanan 3 bulan. Selain itu kenaikan total asam selama penyimpanan juga dipengaruhi oleh komposisi kimia bahan. Dari komposisi kimia masing-masing bahan ini yang tertulis pada Bab II terlihat, bahwa kandungan lemak pada beras dan jagung lebih tinggi dibandingkan dengan sagu. Ternyata kenaikan total asam akibat serangan serangga S. zeamais pada butir jagung selama 3 bulan berbeda sangat nyata dibandingkan dengan butir beras (Lampiran 11) walaupun populasi serangga

pada butir beras lebih banyak daripada butir jagung. Keadaan ini dihubungkan dengan cara penyerangan S. zeais sebagai "internal feeder" dimana perkembangan telur sampai dengan imago secara sempurna terjadi pada germ atau lembaga biji-bijian. Menurut INGLETT (1970) hampir 85 persen kandungan lemak dari butir jagung berada pada lembaga sehingga kenaikan total asam akibat serangan serangga ini pada butir jagung berbeda sangat nyata dibandingkan dengan butir beras pada tarap penyimpanan 3 bulan.

Hasil pengamatan total asam akibat serangan serangga R. dominica pada semua bahan dapat dilihat pada Gambar 21.

Dari Gambar 21 terlihat, bahwa serangan serangga R. dominica pada semua bahan menyebabkan kenaikan total asam sebanding dengan lama penyimpanan. Akan tetapi pada sagu lempeng dan tepung sagu, kenaikan total asam tidak berbeda nyata pada tiap tarap penyimpanan. Hal ini sesuai dengan tidak adanya pertambahan populasi serangga R. dominica pada sagu lempeng dan tepung sagu selama penyimpanan 3 bulan.

Serangan R. dominica selama 2 bulan pada butir beras menyebabkan kenaikan total asam yang berbeda nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan. Hal ini berhubungan dengan pertambahan populasi serangga R. dominica pada butir beras pada tarap penyimpanan 2 bulan. Se-





rangan serangga R. dominica selama 3 bulan pada butir beras menyebabkan kenaikan total asam yang berbeda sangat nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan. Hal ini berhubungan dengan pertambahan populasi R. dominica pada tarap penyimpanan 3 bulan yang berbeda nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan.

Serangan serangga R. dominica selama 2 bulan pada butir jagung menyebabkan kenaikan total asam. Akan tetapi, kenaikan total asam ini tidak berbeda nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan. Hal ini sesuai dengan tidak adanya pertambahan populasi serangga ini pada tarap penyimpanan 2 bulan. Akan tetapi pertambahan populasi R. dominica pada butir jagung selama penyimpanan 3 bulan dari 10 ekor menjadi 26 ekor (Lampiran 4) menyebabkan kenaikan total asam yang berbeda sangat nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan.

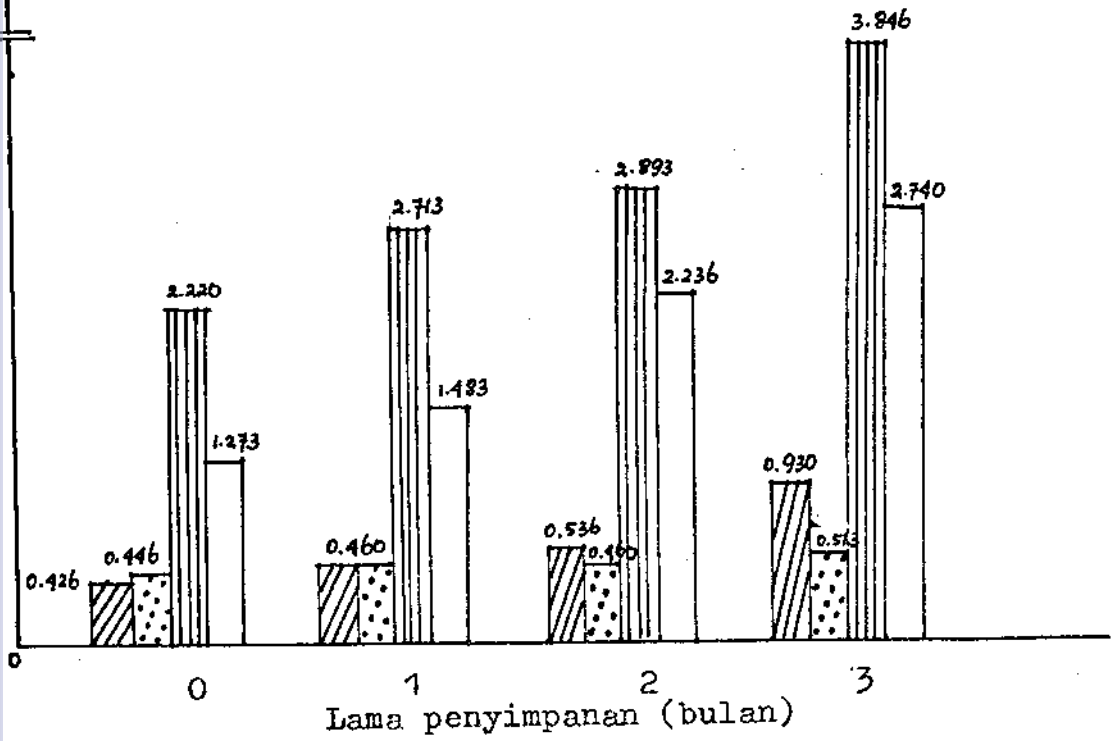
Hasil pengamatan total asam akibat serangan serangga T. castaneum pada semua bahan dapat dilihat pada Gambar 22.

Dari Gambar 22 terlihat, bahwa serangan serangga T. castaneum pada semua bahan menyebabkan kenaikan total asam sebanding dengan lama penyimpanan. Akan tetapi pada sagu lempeng dan tepung sagu, kenaikan total asam tidak berbeda nyata pada tiap tarap penyimpanan. Hal ini sesuai dengan tidak adanya pertambahan populasi T. castaneum pada sagu lempeng dan tepung sagu selama



-  sagu lempeng
-  tepung sagu
-  butir jagung
-  butir beras

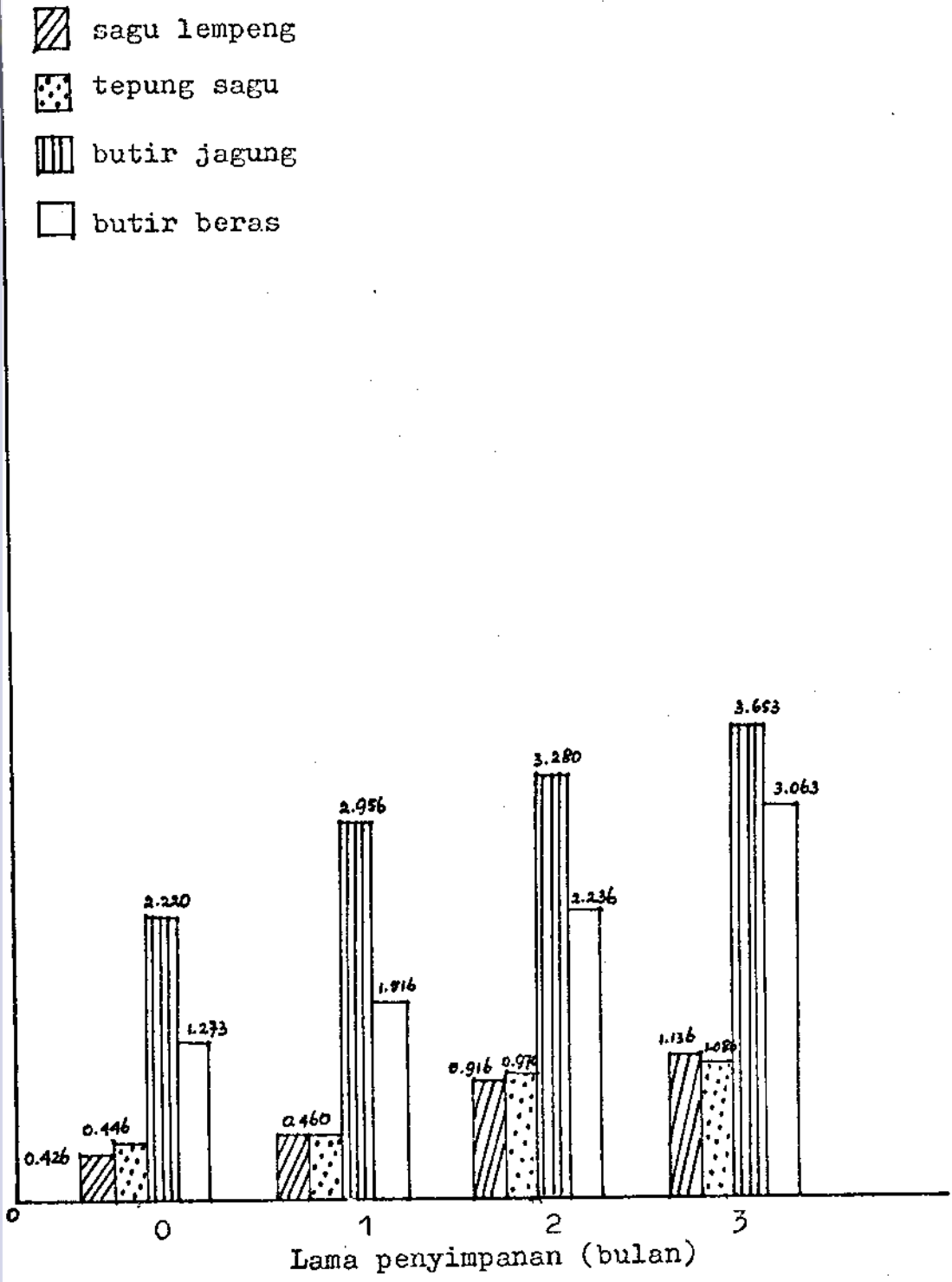
Total asam (mgrek NaOH per 100 bahan)



Gambar 21. Histogram hubungan antara total asam dengan serangan serangga R. dominica pada bahan selama penyimpanan.

1. Mengukur pH setiap 24 jam selama penyimpanan dan mencatatkan hasilnya.
 2. Mengukur kadar asam lemak total (TFA) pada setiap 24 jam selama penyimpanan dan mencatatkan hasilnya.
 3. Mengukur kadar asam lemak bebas (FFA) pada setiap 24 jam selama penyimpanan dan mencatatkan hasilnya.
 4. Mengukur kadar asam lemak terikat (TLFA) pada setiap 24 jam selama penyimpanan dan mencatatkan hasilnya.
 5. Mengukur kadar asam lemak terikat terikat (TLFA) pada setiap 24 jam selama penyimpanan dan mencatatkan hasilnya.

Total asam (mgrek NaOH per 100 gram bahan)



Gambar 22. Histogram hubungan antara total asam dengan serangan serangga T. castaneum pada bahan selama penyimpanan.

penyimpanan 3 bulan.

Serangan T. castaneum selama 2 bulan pada butir jagung dan beras menyebabkan kenaikan total asam yang berbeda nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan. Akan tetapi, pada tarap penyimpanan 3 bulan serangan T. castaneum pada butir jagung dan beras menyebabkan kenaikan total asam yang berbeda sangat nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan. Hal ini berhubungan dengan penambahan populasi T. castaneum pada butir jagung dan beras pada tarap penyimpanan 2 bulan dan 3 bulan.

Hasil pengamatan menunjukkan, bahwa serangan Sitophilus zeamais, Rhizopertha dominica dan Tribolium castaneum selama 3 bulan pada semua bahan, menyebabkan kenaikan total asam. Kenaikan total asam akibat serangan ketiga jenis serangga tersebut pada butir beras dan jagung berbeda sangat nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan. Akan tetapi, kenaikan total asam pada sagu lempeng dan tepung sagu akibat serangan ketiga jenis serangga tersebut selama 3 bulan tidak berbeda nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan.

E. Kandungan asam urat





Analisis keragaman menunjukkan, bahwa pengaruh faktor utama jenis serangga, lama penyimpanan serta jenis bahan sangat nyata terhadap kandungan asam urat (Lampiran 12). Kandungan asam urat juga dipengaruhi

oleh interaksi antara perlakuan jenis bahan dan lama penyimpanan.

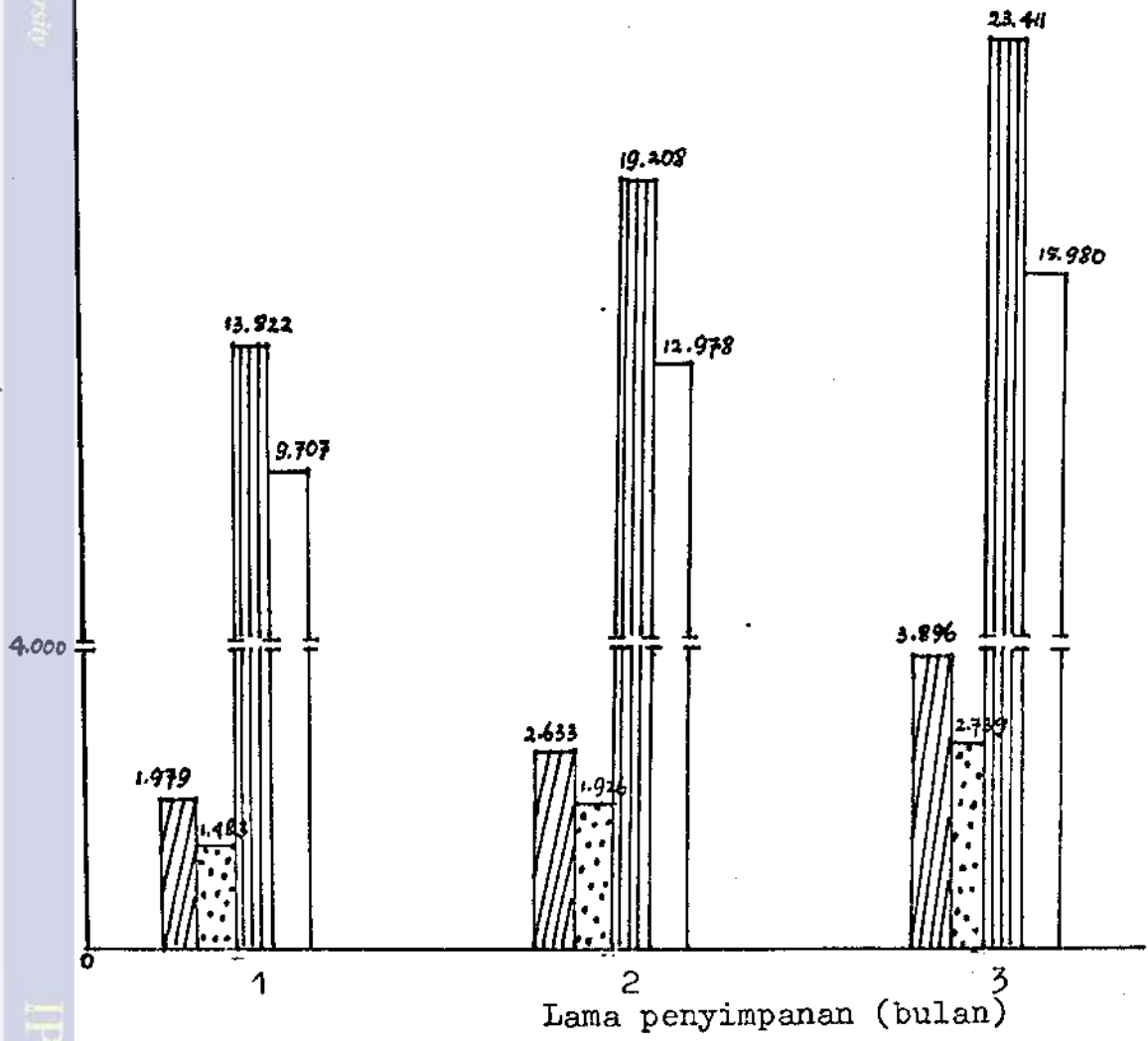
Dari uji BNJ untuk interaksi perlakuan jenis bahan dan lama penyimpanan (Lampiran 13) terlihat, bahwa kandungan asam urat masing-masing bahan meningkat sebanding dengan lama penyimpanan. Pada butir jagung, kenaikan kandungan asam urat pada tarap penyimpanan 2 bulan dan 3 bulan berbeda sangat nyata dibandingkan dengan penyimpanan selama 1 bulan. Pada butir beras, penyimpanan selama 3 bulan menyebabkan kenaikan kandungan asam urat yang berbeda sangat nyata dibandingkan dengan penyimpanan selama 1 bulan. Sedangkan pada sagu lempeng dan tepung sagu, kenaikan kandungan asam urat tidak berbeda nyata pada tiap tarap penyimpanan. Dari Gambar 23 terlihat kenaikan kandungan asam urat pada masing-masing bahan selama penyimpanan.

Dari uji BNJ untuk interaksi perlakuan jenis serangga dan jenis bahan (Lampiran 14) terlihat, bahwa kandungan asam urat akibat serangan satu jenis serangga pada masing-masing bahan berbeda-beda. Kandungan asam urat tertinggi disebabkan oleh serangan S. zeamais (A_1) pada butir jagung. Kandungan asam urat akibat serangan Sitophilus zeamais berbeda sangat nyata dibandingkan dengan akibat serangan R. dominica dan T. castaneum. Hal ini sesuai dengan populasi S. zeamais yang berbeda sangat nyata dibandingkan dengan populasi serangga R. dominica

Hasil Kerja Penelitian (Lampiran)
 1. Daftar pustaka
 2. Daftar isi
 3. Kesimpulan
 4. Pembahasan
 5. Daftar tabel
 6. Daftar gambar
 7. Daftar lampiran
 8. Daftar indeks
 9. Daftar kata kunci
 10. Daftar kata kunci sekunder
 11. Daftar kata kunci tertier
 12. Daftar kata kunci quaternary
 13. Daftar kata kunci quinary
 14. Daftar kata kunci quaternary
 15. Daftar kata kunci quinary





-  sagu lempeng
-  tepung sagu
-  butir jagung
-  butir beras

Kandungan asam urat (mg) per 100 gram bahan



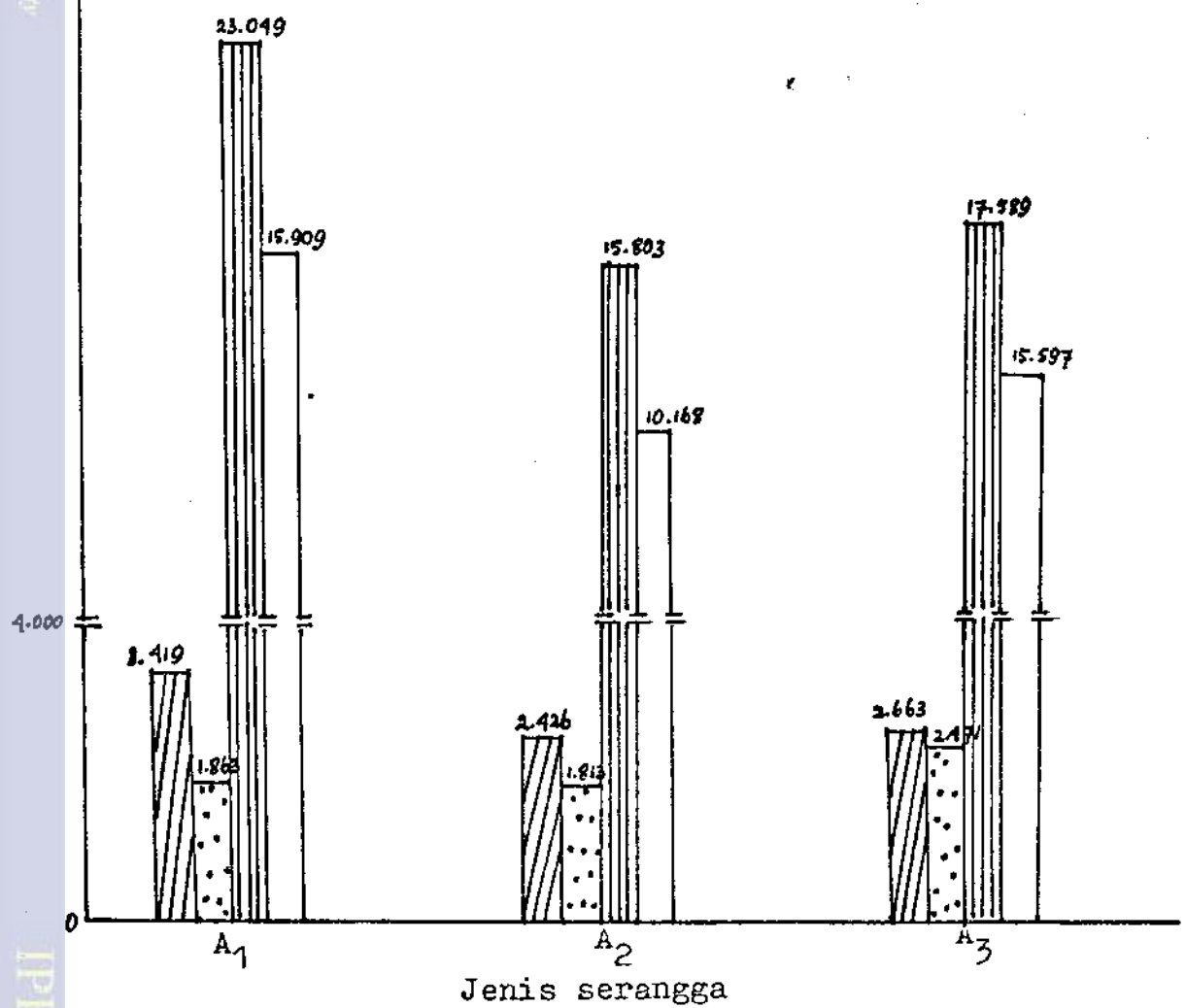
Gambar 23. Histogram pengaruh interaksi jenis bahan dan lama penyimpanan terhadap kandungan asam urat.

Hala, Cakra, dan lain-lain. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi website kami di www.ipb.ac.id.
 1. Untuk informasi lebih lanjut, silakan hubungi kami di nomor telepon 021-75001000 atau email info@ipb.ac.id.
 2. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi website kami di www.ipb.ac.id.
 3. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi website kami di www.ipb.ac.id.

-  sagu lempeng
-  tepung sagu
-  butir jagung
-  butir beras

- A₁ = S. zeamais
- A₂ = R. dominica
- A₃ = T. castaneum

Kandungan asam urat (mg/gram bahan)



Gambar 24. Histogram pengaruh interaksi jenis serangga dan jenis bahan terhadap kandungan asam urat.

dan T. castaneum (Lampiran 4). Pada butir beras, kandungan asam urat tertinggi disebabkan oleh serangan S. zeamais. Hal ini sesuai dengan populasi S. zeamais pada butir beras yang berbeda sangat nyata dibandingkan dengan populasi Rhizopertha dominica dan Tribolium castaneum (Lampiran 4).

Asam urat merupakan hasil akhir metabolisme Nitrogen yang merupakan komponen utama dalam ekskreta serangga (SCHEER, 1966). Menurut GILMOUR (1961) paling sedikit 80 persen ekskreta serangga terhitung sebagai asam urat. Nitrogen diperoleh dari makanan yang diberikan. Menurut CHRISTIANSON *dkk.*, 1965 (INGLETT, 1970) jagung mengandung Nitrogen non Protein yang terdiri dari gabungan empat atom Nitrogen (betain, trigonellin dan choline), nucleosida, purin dan pirimidin. Oleh aktifitas enzimatis serangga, senyawa tersebut akan dioksidasi menghasilkan asam urat. Sehingga walaupun jumlah populasi S. zeamais pada butir jagung lebih kecil daripada populasi pada butir beras, tetapi asam urat yang dihasilkan lebih besar.

Hasil penganatan menunjukkan, bahwa serangan Sitophilus zeamais, Rhizopertha dominica dan Tribolium castaneum selama 3 bulan pada semua bahan, menyebabkan kenaikan kandungan asam urat. Kenaikan kandungan asam urat akibat serangan ketiga jenis serangga tersebut pada butir beras dan jagung berbeda sangat nyata dibandingkan dengan penyimpanan selama 1 bulan.

Akan tetapi, kenaikan kandungan asam urat pada sagu lempeng dan tepung sagu akibat serangan ketiga jenis serangga tersebut selama 3 bulan tidak berbeda nyata dibandingkan dengan penyimpanan selama 1 bulan.

F. Kadar air

Analisis keragaman menunjukkan, bahwa pengaruh faktor utama jenis serangga dan jenis bahan sangat nyata terhadap kadar air (Lampiran 15). Pengaruh interaksi jenis serangga dan lama penyimpanan sangat nyata terhadap kadar air, sedangkan pengaruh interaksi jenis bahan dan lama penyimpanan nyata terhadap kadar air.

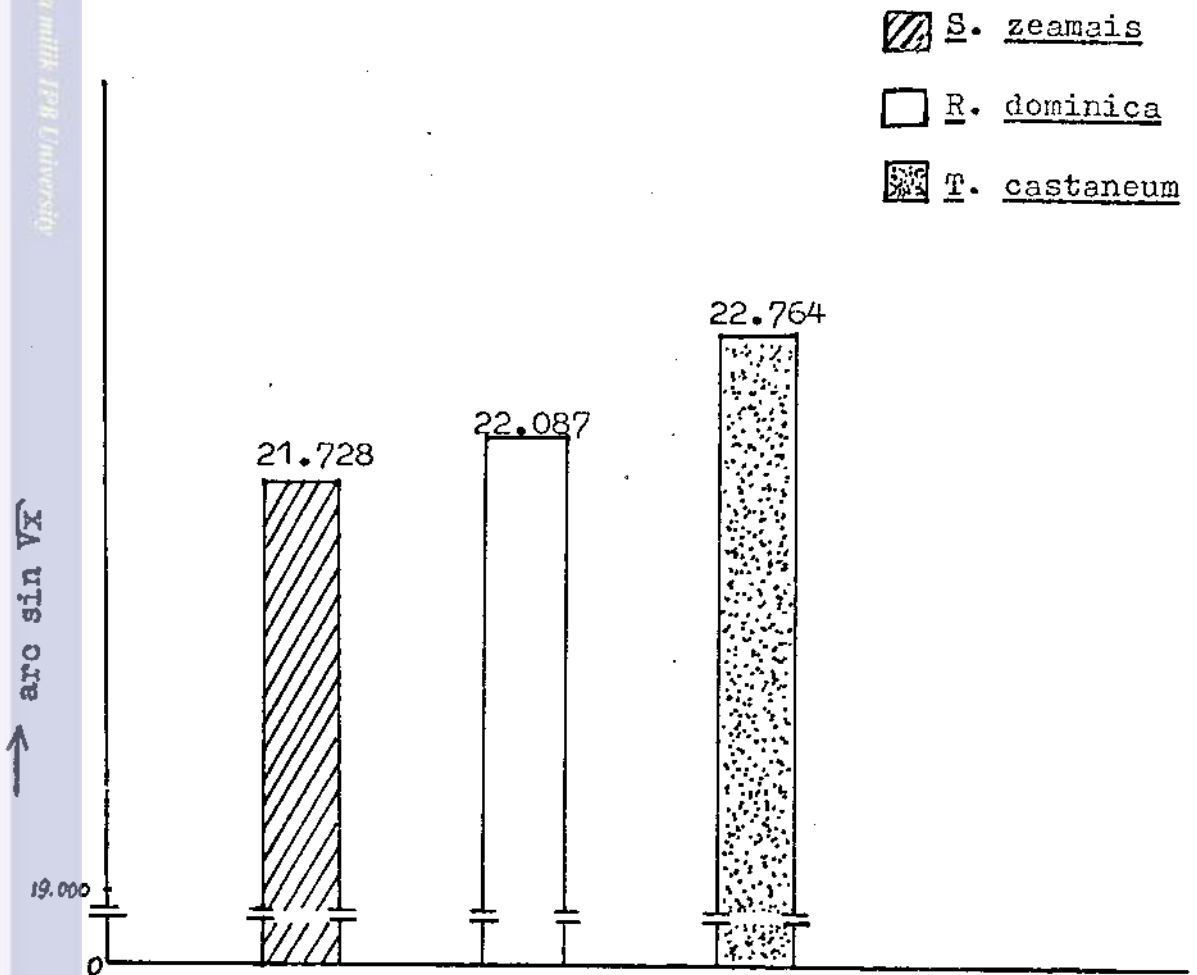
Berdasarkan uji BNJ pada Lampiran 16, ternyata kenaikan kadar air akibat serangan serangga T. castaneum berbeda sangat nyata dibandingkan dengan akibat serangan R. doninica dan S. zeamais.

Semua organisme hidup membutuhkan enersi untuk mempertahankan hidupnya. Suatu proses yang menghasilkan enersi yang dapat digunakan oleh sel-sel tanaman atau hewan disebut respirasi. Selain enersi, proses respirasi menghasilkan air dan karbon dioksida.

Proses respirasi yang terjadi pada penyimpanan biji-bijian merupakan gabungan dari proses respirasi yang dilakukan oleh biji-bijian, serangga dan mikro-organisme pada biji-bijian tersebut (CHIKUBU, 1974).

Menurut COTTON dan WILBUR (1974) spesies serang-

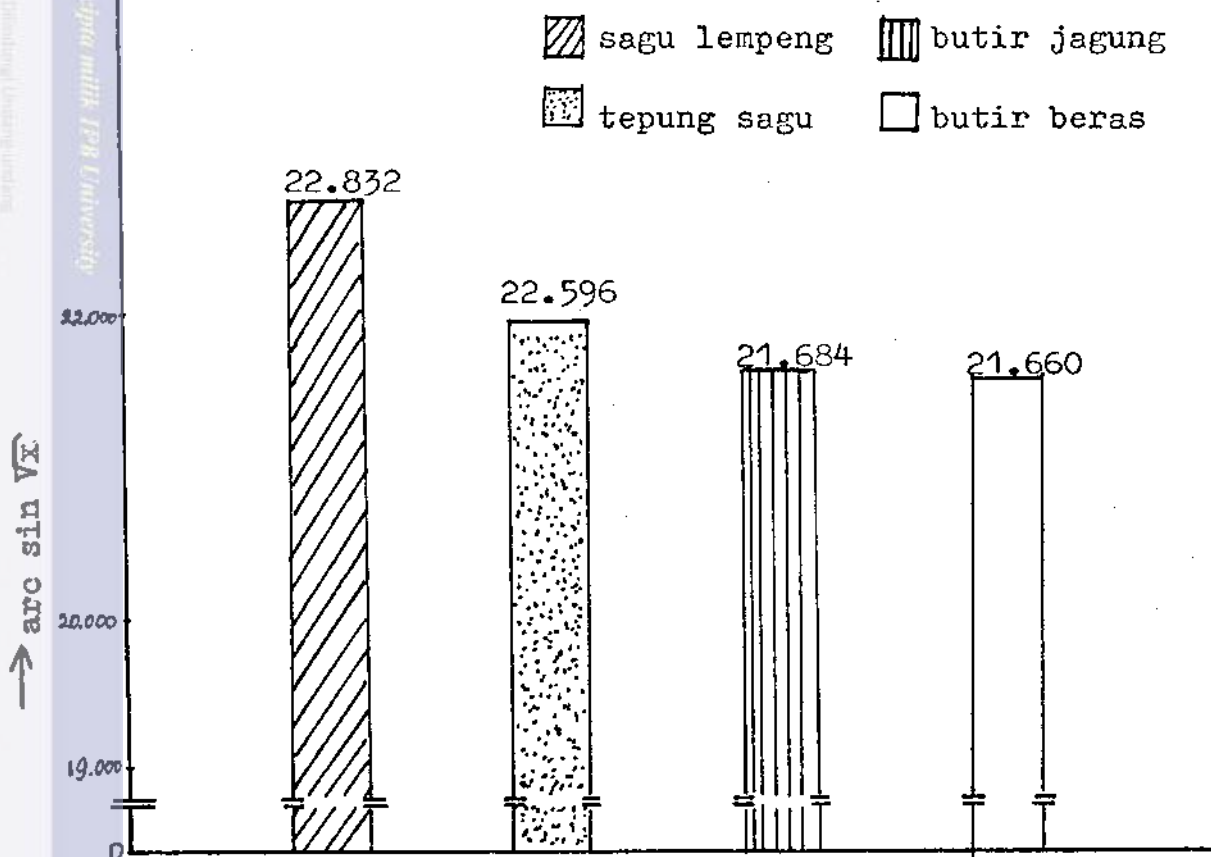
ga merupakan salah satu faktor yang menentukan jumlah air yang dihasilkan oleh respirasi dan aktifitas serangga. Dari Histogram (Gambar 25) terlihat, bahwa serangga Tribolium castaneum menyebabkan kenaikan kadar air yang tertinggi pada bahan.



Gambar 25. Histogram pengaruh jenis serangga terhadap kadar air.

Faktor-faktor yang mempengaruhi aktifitas metabolis-

ma dan respirasi bahan selama penyimpanan adalah kadar air, suhu, komposisi udara dan kondisi bahan (POMERANZ, 1974). Dari Histogram (Gambar 26) terlihat, bahwa kadar air bahan yang tertinggi adalah pada sagu lempeng.



Gambar 26. Histogram pengaruh jenis bahan terhadap kadar air.

Berdasarkan uji BNJ (Lampiran 17), ternyata kenaikan kadar air pada sagu lempeng berbeda sangat nyata dibandingkan dengan butir beras dan jagung. Pada awal penyimpanan, kadar air sagu lempeng, tepung sago, butir jagung dan be-

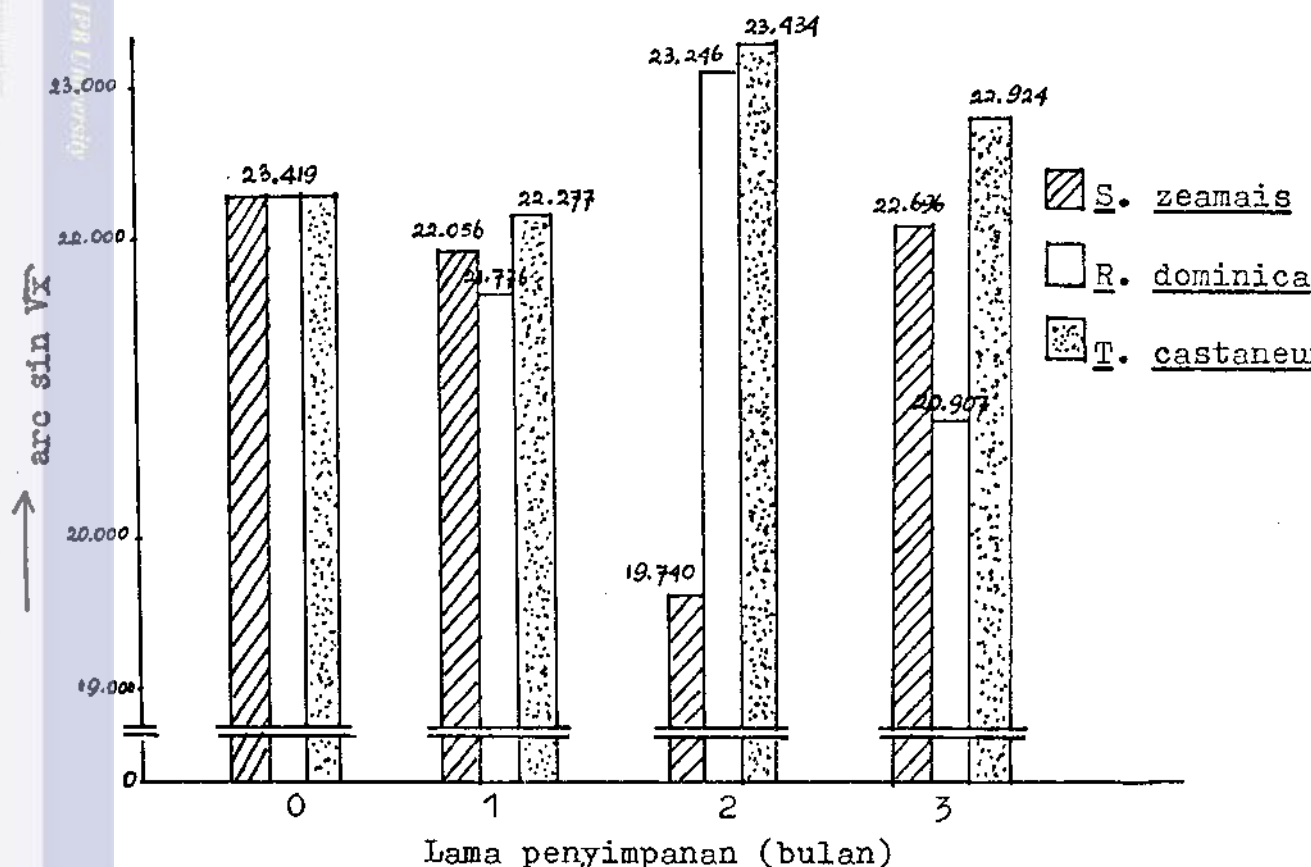
ras masing-masing sebesar 15.81, 15.70, 13.5 dan 13.7 persen. POMERANZ (1974) mengatakan, pada keadaan suhu yang tetap, respirasi hasil pertanian meningkat sebanding dengan kenaikan kadar air. Selain itu, sifat fisik sagu lempeng memungkinkan bahan ini lebih higroskopis dibandingkan dengan butir jagung dan beras.

Selama penyimpanan 3 bulan, kadar air akibat serangan S. zeamais dan T. castaneum meningkat dibandingkan dengan sebelum disimpan, sedangkan kadar air akibat serangan serangga R. dominica menurun dibandingkan dengan sebelum disimpan (Gambar 27). Akan tetapi kenaikan kadar air selama penyimpanan 3 bulan akibat aktifitas S. zeamais dan T. castaneum tidak berbeda nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan. Sedangkan penurunan kadar air akibat aktifitas serangga R. dominica berbeda sangat nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan.

Pemanasan atau "heating" sangat erat hubungannya dengan proses respirasi. Menurut CHIKUBU (1974), 60 - 70 persen dari proses pemanasan yang terjadi selama penyimpanan disebabkan oleh serangga. Selanjutnya COTTON dan WILBUR (1974) mengatakan, jumlah panas yang dihasilkan oleh metabolisme serangga dipengaruhi oleh spesies serangga, jumlah populasi serangga, suhu dan kadar air bahan yang diserang.

Selama penyimpanan 3 bulan, terjadi penurunan kadar air pada sagu lempeng dan tepung sagu. Penurunan kadar air

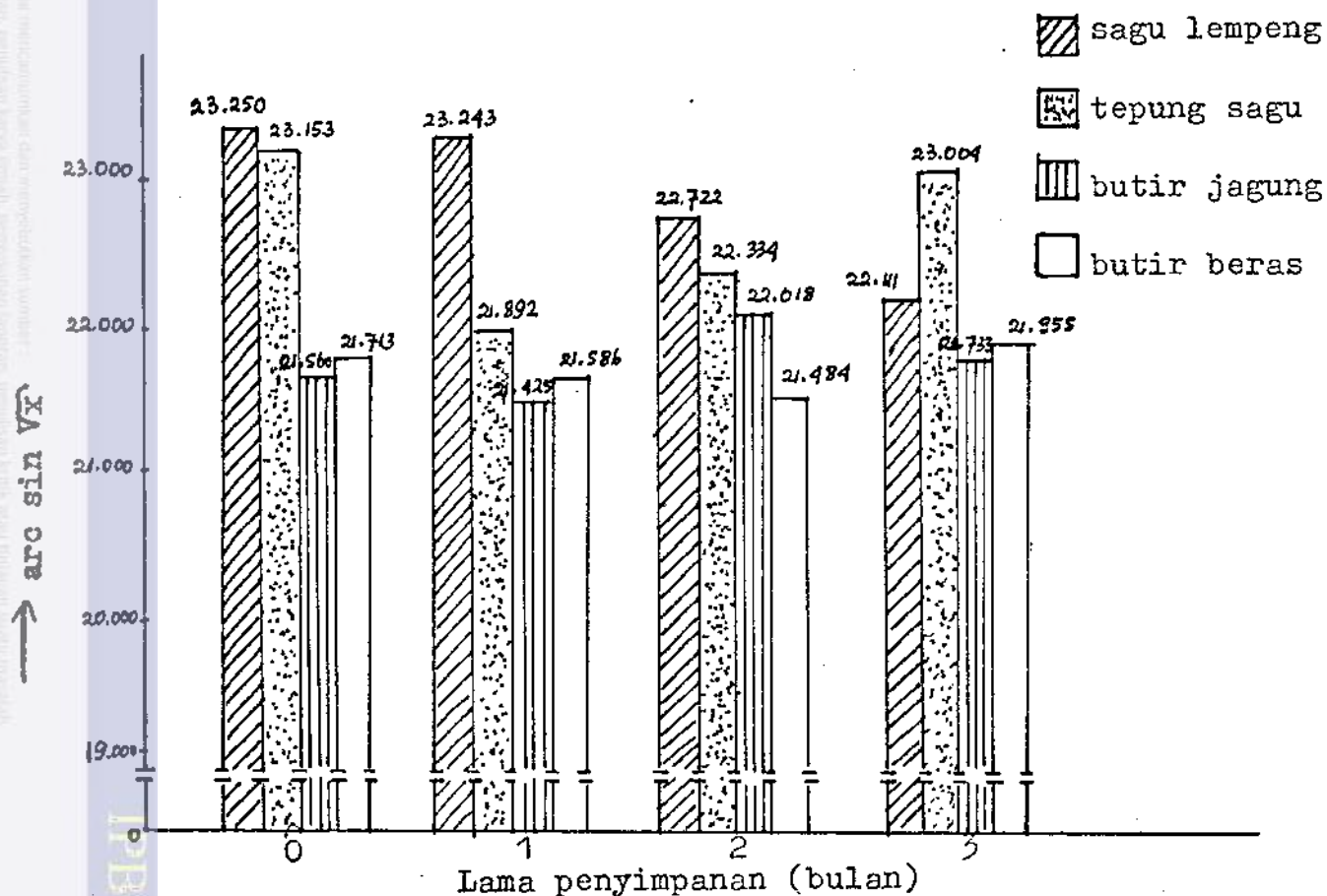
pada sagu lempeng berbeda sangat nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan. Sedangkan pada butir beras dan jagung, penyimpanan selama 3 bulan menyebabkan kenaikan kadar air. Akan tetapi kenaikan kadar air tidak berbeda nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan (Lampiran 19).



Gambar 27. Histogram pengaruh interaksi jenis serangga dan lama penyimpanan terhadap kadar air.

Serangan serangga akan meningkatkan kadar air selama penyimpanan. Akan tetapi selain air, aktifitas respirasi dan metabolisme serangga menghasilkan panas. Pertambahan

populasi serangga akan meningkatkan kadar air dan panas. Dari Lampiran 4 terlihat, bahwa selama penyimpanan 3 bulan tidak ada pertambahan populasi ketiga jenis serangga pada sagu lempeng dan tepung sagu. Kemungkinan jumlah panas yang dihasilkan lebih besar dari jumlah air akibat aktifitas serangga pada kedua bahan tersebut di atas, sehingga kadar air pada sagu lempeng dan tepung sagu menurun selama penyimpanan 3 bulan. Sedangkan pertambahan populasi ketiga jenis serangga pada butir beras dan butir jagung menyebabkan kenaikan kadar air pada kedua bahan tersebut selama penyimpanan.



Gambar 28. Histogram pengaruh interaksi jenis bahan dan lama penyimpanan terhadap kadar air.

V. KESIMPULAN

Sampai dengan lama penyimpanan 3 bulan, tidak ada pertambahan populasi serangga Sitophilus zeamais, Rhizopertha dominica dan Tribolium castaneum pada sagu lempeng dan tepung sagu. Sedangkan pada butir jagung dan beras, jumlah populasi ketiga jenis serangga tersebut di atas meningkat sebanding dengan lama penyimpanan. Jumlah populasi serangga terbanyak terdapat pada butir beras.

Jumlah populasi S. zeamais, R. dominica dan T. castaneum selama penyimpanan 3 bulan pada butir beras masing-masing 511 ekor, 166 ekor dan 112 ekor. Sedangkan pada butir jagung, jumlah populasi ketiga jenis serangga di atas masing-masing 338 ekor, 26 ekor dan 13 ekor.

Serangan ketiga jenis serangga tersebut di atas selama penyimpanan 3 bulan menyebabkan kenaikan total asam dan kandungan asam urat pada semua bahan, tetapi kenaikan ini pada sagu lempeng dan tepung sagu tidak berbeda nyata dibandingkan dengan sebelum disimpan.

Kadar air tidak dipengaruhi oleh lama penyimpanan secara tunggal, tetapi dipengaruhi oleh jenis serangga, jenis bahan, interaksi jenis serangga dan lama penyimpanan serta interaksi jenis bahan dan lama penyimpanan.

Berdasarkan penelitian ini, maka sagu lempeng dan tepung sagu relatif lebih tahan terhadap serangan S. zeamais, R. dominica dan T. castaneum dibandingkan dengan butir jagung dan beras selama penyimpanan 3 bulan.

DAFTAR PUSTAKA

1. ANDERSON, A.J.U., 1976. Sago and Nutrition In Sarawak di dalam K. TAN Ed. (1977). Sago'76. Papers of The First International Sago Symposium. Kemajuan Kaji Sdn. Bhd., Kuala Lumpur, Malaysia.
2. ANONIMOUS, 1975. Rice In Asia. The Association of Japanese Agricultural Scientific Societies University of Tokyo Press.
3. ANONIMOUS, 1979. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Direktorat Gizi Republik, Indonesia.
4. ANONIMOUS, 1980. Riset Sagu. Balai Penelitian Kinia, Ambon.
5. AVE, J.B., 1976. Sago In Insular Southeast Asia Historical Aspect and Contemporary Use di dalam K. TAN Ed. (1977). Sago'76. Papers of The First International Sago Symposium. Kemajuan Kaji Sdn. Bhd., Kuala Lumpur, Malaysia.
6. BARRE, H.J. dan L.L. SAMMET, 1963. Farm Structure. John Wiley and Sons, Inc., New York.
7. CHIKUBU, S., 1974. Characteristic of Japanese Rice and Storage Principle of Brown Rice. National Food Research Institut, Ministry of Agriculture and Forestry, Fiscal.
8. CHRISTENSEN, C.M. dan H.H. KAUFMANN, 1969. Grain Storage The Role of Fungi in Quality Loss. University of Minnesota Press, Minneapolis.
9. COTTON, R.T., 1963. Pest of Stored Grain and Grain Products. Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minnesota.
10. COTTON, R.T. dan D.A. WILBUR, 1974. Insects di dalam C.M. CHRISTENSEN ed. Storage of Cereal Grains and

Their Products. American Association of Cereal Chemist Inc., St. Paul, Minnesota.

11. DELOUCHE, J.C., R.K. MATTHES, C.M. LOEGHERTY dan A.H. BOYD, 1972. Storage of Seed in Subtropical and Tropical Regions. Seed Technology Laboratory, Mississippi State University, State College, Mississippi.
12. ESMAY, J.M. dan M. SOEMANGAT, 1973. Grain Drying, Handling and Storage in The Tropics. Japan Rice Millers Ass.
13. FAO, 1948. Papers di dalam C.M. CHRISTENSEN dan H.H. KAUFMANN (1969). Grain Storage The Role of Fungi in Quality Loss. University of Minnesota Press, Minneapolis.
14. FAO, 1954. Maize and Maize Diets.
15. FERKIN, S. (ed.), 1970. Pest Control in Rice Tropical Research Headquarters and Information Unit, London.
16. GILMOUR, D., 1961. The Biochemistry of Insect. Academic Press. New York and London.
17. GRIST, D.H., 1959. Rice. Longmans Green and Co Ltd., London.
18. GRIST, D.H. dan R.J.A.W. LEVER, 1968. Pests of Rice. Longmans Green and Co Ltd., London.
19. HALL, D.W., 1970. Handling and Storage Food Grain in Tropical and Subtropical Areas, FAO, Rome.
20. HILL, D.S., 1975. Agricultural Insect Pest of The Tropics and Their Control. Cambridge University Press, Cambridge.
21. INGLETT, G.E., 1970. Kernel, Structure, Composition and Quality di dalam G.E. INGLETT ed. Corn Cul-

ture, Processing, Products. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.

22. JACOBS, M.B., 1958. The Chemical Analysis of Foods and Food Products. D. van Nostrand Company, Inc., Toronto - New York - London.
23. JULIANO, B.O., 1972. The Rice Caryopsis and Its Composition di dalam D.F. HOUSTON ed. Rice Chemistry and Technology American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, Minnesota.
24. KIRK, R.E. dan D.F. OTHMER, 1970. Encyclopedia of Chemical Technology 21: 107 - 114. John Willey and Sons, Inc., New York - London - Sydney - Toronto.
25. MATZ, S.A., 1959. The Chemistry and Technology of Cereal as Food and Feed. The AVI Publishing Co., Inc., USA.
26. MICHELbacher, A.E., 1953. Insects Attacking Stored Products di dalam E.M. MRAK dan G.F. STEWART ed. Advances in Food Research vol IV. Academic Press Inc., Publishers, New York.
27. MUNRO, J.W., 1966. Pest of Stored Products. Hutchinson of London.
28. POMERANZ, Y., 1974. Biochemical, Functional and Nutritive Changes During Storage di dalam C.M. CHRISTENSEN ed. Storage of Cereal Grains and Their Products, American Association of Cereal Chemist, Inc., St. Paul, Minnesota.
29. PRANATA, R.I., 1979. Pengantar Ilmu Hama Gudang. Biotrop Tropical Pest Biology and Bogor Agriculture University.
30. PRAVATHAPPA, H.C., J.U. SHANKER dan S.K. MAJUMDER, 1972. Comparative Storability and Quality of "Jo-

war" (*Sorghum vulgare* Pers.) in villages. Tropical Storage Abstract no 5, 1977.

31. ROEDER, K.D. (ed.), 1953. Insect Physiology. John Wiley and Sons, Inc., New York.
32. SCHEER, A.T., 1966. Animal Physiology. John Wiley and Sons, Inc., New York.
33. SOEKARTO, S.T. dan F.G. WINARNO, 1979. Peranan Teknologi Tepat Guna Dalam Usaha Penganeekaragaman Makanan Rakyat di dalam Wydia Karya Nasional Pangan dan Gizi buku II, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
34. SOKOLOFF, A., 1974. The Biology of Tribolium. Oxford at The Clarendon Press.
35. SOEMARTONO dan TURNGADI, 1968. Teknik Pengolahan Padi. Direktorat Jendral Pertanian Rakyat, Jakarta.
36. SUSENO, H., 1974. Fisiologi Tumbuhan. Departemen Botani, Fakultas Pertanian IPB, Bogor.
37. SWAMINATHAN, M., 1977. Effect of Insect Infestation on Weight Loss, Hygienic Condition, Acceptability and Nutrition Value of Food Grains. Tropical Storage Abstract no 5, 1977.
38. SYAH, S.S.M., 1977. Mempelajari Pengaruh Kegiatan Serangga Terhadap Gabah Yang Disimpan Dalam Kondisi Kedap Udara. Departemen Teknologi Hasil Pertanian, FATEMETA IPB, Bogor.
39. TJOA TJIEN MO, 1952. Memberantas Hama-hama Padi di Sawah dan di dalam Gudang. Noordhoff - kolff, NV, Jakarta.
40. WIJANDI, S., 1977. Teknik Pengolahan dan Penyimpanan Hasil Panen. Departemen Teknologi Hasil Pertanian, FATEMETA IPB, Bogor.

41. WIJANDI, S. dan E. GUMBIRA, 1981. Sagu Cadangan Pangan Nasional. Harian Kompas, 7 Maret 1981.



LAMPIRAN

Hita, Gede, Hidayat, Lintang, Lintang

1. Dukung lingkungan sebagai salah satu faktor yang penting untuk meningkatkan dan memelihara sumber daya alam.
2. Berpartisipasi dalam kegiatan lingkungan pendidikan, penelitian, pengabdian masyarakat, dan kegiatan lain yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia.
3. Berpartisipasi dalam kegiatan lingkungan yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia.

Lampiran 1. Rekapitulasi suhu dan RH ruang penyimpanan.

Tanggal	Suhu rata2 (°C)	RH rata2 (%)	Tanggal	Suhu rata2 (°C)	RH rata2 (%)	Tanggal	Suhu rata2 (°C)	RH rata2 (%)	Tanggal	Suhu rata2 (°C)	RH rata2 (%)
24-11-1980	28.70	78.50	24-12-1980	28.13	83.90	23- 1-1981	27.00	85.50	22- 2-1981	26.75	86.00
25-11-1980	27.53	84.25	25-12-1980	26.70	83.00	24- 1-1981	26.53	86.57	23- 2-1981	27.02	79.75
26-11-1980	26.87	85.25	26-12-1980	29.06	80.75	25- 1-1981	26.35	88.25	24- 2-1981	25.95	86.50
27-11-1980	26.70	83.50	27-12-1980	28.36	84.50	26- 1-1981	26.83	84.62	25- 2-1981	26.25	78.00
28-11-1980	26.87	82.50	28-12-1980	28.93	83.23	27- 1-1981	26.58	88.52	26- 2-1981	26.28	80.75
29-11-1980	26.30	80.75	29-12-1980	26.53	86.50	28- 1-1981	27.02	82.63	27- 2-1981	26.68	82.25
30-11-1980	26.15	76.00	30-12-1980	26.50	88.87	29- 1-1981	27.12	85.45	28- 2-1981	26.35	82.87
1-12-1980	29.25	62.00	31-12-1980	26.50	86.37	30- 1-1981	27.33	85.75	1- 3-1981	26.48	84.90
2-12-1980	28.50	71.5	1- 1-1981	26.56	88.75	31- 1-1981	27.56	85.02	2- 3-1981	26.80	83.00
3-12-1980	28.47	78.75	2- 1-1981	27.00	84.25	1- 2-1981	28.30	80.38	3- 3-1981	26.80	83.75
4-12-1980	28.37	78.00	3- 1-1981	26.86	86.25	2- 2-1981	25.60	84.75	4- 3-1981	27.78	78.25
5-12-1980	28.05	76.50	4- 1-1981	27.63	85.70	3- 2-1981	24.16	93.50	5- 3-1981	27.85	79.00
6-12-1980	28.05	78.00	5- 1-1981	27.00	84.00	4- 2-1981	24.72	86.25	6- 3-1981	27.53	75.57
7-12-1980	27.45	80.25	6- 1-1981	27.77	79.00	5- 2-1981	25.20	89.12	7- 3-1981	26.93	80.25
8-12-1980	28.65	69.00	7- 1-1981	27.40	84.25	6- 2-1981	25.47	85.50	8- 3-1981	27.12	84.25
9-12-1980	27.40	79.12	8- 1-1981	27.02	86.07	7- 2-1981	25.47	83.62			
10-12-1980	27.40	82.75	9- 1-1981	27.20	86.50	8- 2-1981	25.56	89.50			
11-12-1980	26.80	85.25	10- 1-1981	27.20	87.20	9- 2-1981	26.15	80.75			
12-12-1980	26.65	86.00	11- 1-1981	26.70	88.97	10- 2-1981	26.50	85.75			
13-12-1980	26.68	86.37	12- 1-1981	26.12	88.87	11- 2-1981	26.55	82.50			
14-12-1980	26.45	87.75	13- 1-1981	26.05	89.75	12- 2-1981	26.45	81.87			
15-12-1980	30.63	61.25	14- 1-1981	26.05	89.75	13- 2-1981	26.83	80.62			
16-12-1980	30.63	76.00	15- 1-1981	26.35	88.62	14- 2-1981	26.85	80.12			
17-12-1980	31.15	78.50	16- 1-1981	26.17	88.75	15- 2-1981	26.93	80.63			
18-12-1980	31.08	79.50	17- 1-1981	26.10	88.87	16- 2-1981	26.85	80.50			
19-12-1980	31.08	77.87	18- 1-1981	26.10	89.75	17- 2-1981	27.28	82.25			
20-12-1980	31.08	77.87	19- 1-1981	27.00	83.87	18- 2-1981	26.90	84.25			
21-12-1980	31.35	80.37	20- 1-1981	27.23	83.25	19- 2-1981	26.48	85.75			
22-12-1980	29.95	74.63	21- 1-1981	26.87	83.65	20- 2-1981	27.20	81.38			
23-12-1980	28.33	82.00	22- 1-1981	27.00	80.00	21- 2-1981	27.25	84.55			

Lampiran 3. Analisis sidik ragam laju populasi serangga

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F_{hitung}	F_{tabel}	
					0.05	0.01
Perlakuan	47	1155093.771	24576.463	5.92**	1.513	1.797
A	2	98406.292	49203.146	11.85**	3.102	4.866
B	3	204188.910	68062.970	16.39**	2.712	4.022
T	3	162865.910	54288.640	13.07**		
AB	6	161519.986	26919.997	6.48**	2.202	3.024
AT	6	98460.153	16410.025	3.95**		
BT	9	261406.507	29045.167	6.99**	1.992	2.624
ABT	18	168246.015	9347.001	2.25**	1.696	2.098
Galat	96	398620.667	4152.299	(S = 64.4383)		
Total	143	1553714.438		(KK=160.84%)		



Lampiran 4. Uji MW Interaksi Perlakuan Jenis Berangas, Jenis Ranso dan Lama Penyimpanan Terhadap Jumlah Populasi Berangas

	D ₀						D ₁						D ₂						D ₃						D e s a																	
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₂ -A ₁	A ₃ -A ₁	A ₃ -A ₂	A ₁	A ₂	A ₃	A ₂ -A ₁	A ₃ -A ₁	A ₃ -A ₂	A ₁	A ₂	A ₃	A ₂ -A ₁	A ₃ -A ₁	A ₃ -A ₂	A ₁	A ₂	A ₃	A ₂ -A ₁	A ₃ -A ₁	A ₃ -A ₂	A ₁ -D ₀	A ₂ -D ₀	A ₃ -D ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃	A ₁	A ₂	A ₃						
T ₁	10	10	10	0	0	0	10	10	10	0	0	0	10	10	10	0	0	0	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T ₂	10	10	10	0	0	0	10	10	10	0	0	0	10	10	10	0	0	0	10	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T ₃	10	10	10	0	0	0	10	10	10	0	0	0	128	10	10.67	-118	-118.67	0.67	338	26	13	-312**	-325**	-13	0	0	0	118	0	0.67	118	0	0.57	128**	16	3						
T ₄	10	10	10	0	0	0	10	10	10	0	0	0	135.33	36	76.67	-99.33	-58.66	40.67	511	166	112.33	-345**	-398.67	83.67	0	0	0	125.33	26	66.67	125.33	26	66.67	501**	156*	102.33						
T ₂ -T ₁	0	0	0				0	0	0				0	0	0				0	0	0																					
T ₃ -T ₁	0	0	0				0	0	0				118	0	0.67				328**	16	3																					
T ₄ -T ₁	0	0	0				0	0	0				125.33	26	66.67				501**	156*	102.33																					
T ₃ -T ₂	0	0	0				0	0	0				118	0	0.67				328**	16	3																					
T ₄ -T ₂	0	0	0				0	0	0				125.33	26	66.67				501**	156*	102.33																					
T ₄ -T ₃	0	0	0				0	0	0				7.33	26	66.67				173**	140**	99.33																					

α = 37.2035

μ = 3 ----- MW 5% = 138.025
 1% = 168.904

μ = 4 ----- MW 5% = 125.599
 1% = 157.445

* = Nyata
 ** = Sangat Nyata

Lampiran 5. Analisis sidik ragam jumlah larva

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}	
					0.05	0.01
Perlakuan	47	527971.306	11233.432	24.44**	1.513	1.797
A	2	16386.097	8193.150	17.83**	3.102	4.866
B	3	31706.083	10568.694	22.99**	2.712	4.022
T	3	128371.417	42790.472	93.10**		
AB	6	108655.458	18109.243	39.40**	2.202	3.024
AT	6	32147.960	5357.993	11.66**		
BT	9	67104.028	7456.003	16.22**	1.992	2.624
ABT	18	143600.264	7977.792	17.36**	1.696	2.098
Galat	96	44124.000	459.625	(S = 21.4389)		
Total	143	572095.306		(KK= 92.93%)		

Lampiran 4. Uji M2 Internal Perilaku Jaito Berangg, Jaito Inho dan Lem Pengiriman Terhadap Jaito Lery

	B_0						B_1						B_2						B_3						B o d a											
	A_1	A_2	A_3	A_2-A_1	A_3-A_1	A_3-A_2	A_1	A_2	A_3	A_2-A_1	A_3-A_1	A_3-A_2	A_1	A_2	A_3	A_2-A_1	A_3-A_1	A_3-A_2	A_1	A_2	A_3	A_2-A_1	A_3-A_1	A_3-A_2	$B_1 - B_0$			$B_2 - B_0$			$B_2 - B_1$			$B_3 - B_0$		
T_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
T_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
T_3	0	0	0	0	0	0	0	0	11.55	0	11.55	11.55	0	8.67	10.67	8.67	10.67	2.00	198	1.33	1.50	-196.87	-196.50	0.17	0	0	11.55	0	8.67	10.67	0	8.67	-0.66	198	1.33	1.50
T_4	0	0	0	0	0	0	35.67	32.33	270	16.66	234.33	217.67	36	65	117.67	9	61.67	32.67	852	9.33	17.33	-242.87	-234.87	8.00	35.67	32.33	270	36	65	117.67	20.33	12.67	-352.33	252	9.33	17.33
$T_2 - T_1$	0	0	0				0	0	0				0	0	0				0	0	0															
$T_3 - T_1$	0	0	0				0	0	11.55				0	8.67	10.67				198**	1.33	1.50															
$T_4 - T_1$	0	0	0				35.67	32.33	270				36**	65**	117.67				252**	9.33	17.33															
$T_3 - T_2$	0	0	0				0	0	11.55				0	8.67	10.67				198**	1.33	1.50															
$T_4 - T_2$	0	0	0				35.67	32.33	270				36**	65**	117.67				252**	9.33	17.33															
$T_4 - T_3$	0	0	0				35.67	32.33	270				36**	36.33	107.00				36**	8.00	15.83															

$Q_0 = 12.3777$

$p = 3$ M2 3 S = 45.941

$q = 4$ M2 3 S = 41.787

$L S = 36.195$

$L S = 32.382$

* = Nyala

** = Bangat Nyala

Lampiran 7. Analisis sidik ragam jumlah pupa

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F _{hitung}	F tabel	
					0.05	0.01
Perlakuan	47	21618.639	459.971	9.13**	1.513	1.797
A	2	1322.347	661.174	13.12**	3.102	4.866
B	3	2944.250	981.420	19.48**	2.712	4.022
T	3	2810.920	936.972	18.60**		
AB	6	4012.042	668.674	13.27**	2.202	3.024
AT	6	1629.042	271.507	5.39**		
BT	9	4315.250	479.472	9.52**	1.992	2.624
ABT	18	4584.792	254.711	5.06**	1.696	2.098
Galat	96	4837.333	50.390	(S = 7.0985)		
Total	143	26455.972		(KK=176.85%)		

Office of the Rector of IPB University

1. Mengingat pentingnya analisis sidik ragam dalam penelitian biologi maka perlu dipelajari dan dimengerti konsep-konsep...
 2. Mengetahui konsep-konsep analisis sidik ragam, jenis-jenis uji, prosedur uji, prosedur pengambilan keputusan, prosedur uji...
 3. Mengetahui prosedur pengambilan keputusan dalam penelitian biologi...

Lampiran P. Uji ANOVA Interaksi Perilaku Jarak Berenang, Jenis Makan dan Lam Pengapungan Terhadap Jumlah Pupa

	B_0						B_1						B_2						B_3						$B_1 - B_0$			$B_2 - B_0$			$B_3 - B_0$		
	A_1	A_2	A_3	$A_2 \times A_1$	$A_3 \times A_1$	$A_3 \times A_2$	A_1	A_2	A_3	$A_2 \times A_1$	$A_3 \times A_1$	$A_3 \times A_2$	A_1	A_2	A_3	$A_2 \times A_1$	$A_3 \times A_1$	$A_3 \times A_2$	A_1	A_2	A_3	$A_2 \times A_1$	$A_3 \times A_1$	$A_3 \times A_2$	A_1	A_2	A_3	A_1	A_2	A_3	A_1	A_2	A_3
T_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T_3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$T_2 - T_1$	0	0	0				0	0	0				0	0	0				0	0	0												
$T_3 - T_1$	0	0	0				0	0	0				0	0	0				0	0	0												
$T_4 - T_1$	0	0	0				0	0	0				0	0	0				0	0	0												
$T_3 - T_2$	0	0	0				0	0	0				0	0	0				0	0	0												
$T_4 - T_2$	0	0	0				0	0	0				0	0	0				0	0	0												
$T_4 - T_3$	0	0	0				0	0	0				0	0	0				0	0	0												
$T_4 - T_5$	0	0	0				0	0	0				0	0	0				0	0	0												

MS = 4,0983

$P = 3$ ----- MSJ 3 M = 15,203
 1 M = 18,606

$P = 4$ ----- MSJ 5 M = 13,836
 1 M = 27,344

* = Nyata
 ** = Sangat Nyata



Lampiran 9. Rekapitulasi pola pertambahan populasi S. zeamais, R. dominica dan T. castaneum pada sagu lempeng, tepung sagu, butir beras dan jagung selama penyimpanan 3 bulan.

Bahan	Phase serangga	<u>S. zeamais</u>	<u>R. dominica</u>	<u>T. castaneum</u>
Sagu Lempeng dan Tepung Sagu	Larva			
	Pupa			
	Imago (dewasa)			
Butir Jagung	Larva			
	Pupa			
	Imago (dewasa)			

Sambungan

Bahan	Phase serangga	<u>S. zeamais</u>	<u>R. dominica</u>	<u>T. castaneum</u>
Butir Beras	Larva	<p>Lama</p>	<p>Penyimpanan (bulan)</p>	
	Pupa			
	Imago (dewasa)			

Lampiran 10. Analisis sidik ragam total asam

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F _{hitung}	F tabel	
					0.05	0.01
Perlakuan	47	254.7414	5.4200	29.57**	1.513	1.797
A	2	4.0170	2.0035	10.96**	3.102	4.866
B	3	36.2829	12.0943	65.99**	2.712	4.022
T	3	176.1302	58.7100	320.36**		
AB	6	4.3899	0.7316	3.99**	2.202	3.024
AT	6	4.6620	0.7770	4.24**		
BT	9	16.7950	1.8661	10.18**	1.992	2.624
ABT	18	12.4643	0.6924	3.78**	1.696	2.098
Galat	96	17.5933	0.1833	(S = 0.42809)		
Total	143	272.3546		(KK= 25.77%)		

	μ_0						μ_1						μ_2						μ_3						B a d a																	
	a_1	a_2	a_3	a_2-a_1	a_3-a_1	a_3-a_2	a_1	a_2	a_3	a_2-a_1	a_3-a_1	a_3-a_2	a_1	a_2	a_3	a_2-a_1	a_3-a_1	a_3-a_2	a_1	a_2	a_3	a_2-a_1	a_3-a_1	a_3-a_2	a_1	a_2	a_3	a_2-a_1	a_3-a_1	a_3-a_2												
T_1	0.426	0.426	0.426	0	0	0	0.430	0.460	0.460	-0.170	-0.170	0	0.676	0.936	0.936	-0.140	0.240	0.380	0.936	0.930	1.136	-0.006	0.200	0.206	0.204	0.034	0.034	0.250	0.130	0.490	0.046	0.076	0.436	0.310	0.504	0.710	0.306	0.470	0.176	0.260	0.594	0.220
T_2	0.446	0.446	0.446	0	0	0	0.473	0.460	0.460	-0.013	-0.013	0	0.873	0.460	0.970	-0.413	0.097	0.310	0.936	0.313	1.086	-0.423	0.150	0.573	0.027	0.014	0.014	0.427	0.014	0.376	0.400	0	0.310	0.490	0.067	0.440	0.443	0.053	0.626	0.063	0.053	0.116
T_3	2.220	2.220	2.220	0	0	0	2.866	2.713	2.956	-0.153	0.090	0.243	3.550	2.893	3.283	-0.657	-0.270	0.387	7.100	5.846	3.653	-3.254	-3.447	-0.193	0.446	0.493	0.726	3.350	0.673	0.066	0.648	0.180	0.324	4.880	1.426	1.433	1.234	1.113	0.197	3.350	0.993	0.373
T_4	1.273	1.273	1.273	0	0	0	1.933	1.483	1.516	-0.450	-0.415	0.033	2.530	2.238	2.236	-0.294	-0.294	0	3.193	2.740	3.063	-0.453	-0.193	0.323	0.440	0.310	0.213	1.837	0.963	0.963	0.507	0.753	0.740	3.920	1.467	1.790	1.260	1.137	1.547	0.643	0.504	0.117
$T_5 - T_1$	0.020	0.020	0.020				-0.157	0	0				0.297	-0.076	0.054				0	-0.417	-0.050																					
$T_5 - T_2$	1.796	1.796	1.796				2.256	2.255	2.496				2.876	2.355	2.364				0	-0.417	-0.050																					
$T_5 - T_3$	0.843	0.843	0.843				1.303	1.023	1.096				1.654	1.700	1.320				0	-0.417	-0.050																					
$T_5 - T_4$	0.827	0.827	0.827				2.355	2.255	2.496				2.633	2.433	2.310				0	-0.417	-0.050																					
$T_4 - T_3$	-0.947	-0.947	-0.947				1.440	1.023	2.496				1.452	2.776	1.266				0	-0.417	-0.050																					
$T_4 - T_1$							-0.933	-1.250	-1.440				-1.020	-0.637	-1.044				-3.003	-1.106	-0.980																					

$AD = 0.2472$
 $p = 3$ $MSL = 0.917$
 $p = 4$ $MSL = 0.896$
 $p = 5$ $MSL = 1.128$
 $p = 6$ $MSL = 1.046$

Lampiran 12. Analisis sidik ragam kandungan asam urat

Sumber. keragaman	DB	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}	
					0.05	0.01
Perlakuan	35	6528.9508	186.5414	19.03**	1.60	1.95
A	2	226.9405	113.4702	11.57**	3.13	4.93
B	2	407.6825	203.8412	20.79**		
T	3	5336.5211	1778.8404	181.46**	2.74	4.09
AB	4	85.8652	21.4663	2.19	2.51	3.61
AT	6	186.3488	31.0581	3.17**	2.23	3.09
BT	6	209.7650	34.9608	3.57**		
ABT	12	75.8277	6.3189	0.64	1.90	2.46
Galat	73	715.6033	9.8028	(S = 3.13094)		
Total	107	7244.5542		(KK=34.23%)		

Copyright © 2010 by IPB University



1. Dilarang mengutip, menyalin, atau menyebarkan kembali isi buku ini tanpa izin dari penerbit. 2. Dilarang mengutip, menyalin, atau menyebarkan kembali isi buku ini tanpa izin dari penerbit. 3. Dilarang mengutip, menyalin, atau menyebarkan kembali isi buku ini tanpa izin dari penerbit. 4. Dilarang mengutip, menyalin, atau menyebarkan kembali isi buku ini tanpa izin dari penerbit. 5. Dilarang mengutip, menyalin, atau menyebarkan kembali isi buku ini tanpa izin dari penerbit.

Lampiran 13. Uji BNJ Interaksi Perlakuan Jenis Bahan dan Lama Penyimpanan Terhadap Kandungan Asam Urat

	B ₁	B ₂	B ₃	B ₂ - B ₁	B ₃ - B ₁	B ₃ - B ₂
T ₁	1.979	2.673	3.896	0.654	1.917	1.263
T ₂	1.483	1.926	2.739	0.443	1.256	0.813
T ₃	13.822	19.208	23.411	5.386**	9.589**	4.203**
T ₄	9.707	12.978	15.980	3.271	6.273**	3.002
T ₂ - T ₁	-0.496	-0.707	-1.157			
T ₃ - T ₁	11.843**	16.575**	19.515**			
T ₄ - T ₁	7.728**	10.345**	12.084**			
T ₃ - T ₂	12.339**	17.282**	20.672**			
T ₄ - T ₂	8.224**	11.052**	13.241**			
T ₄ - T ₃	4.115*	6.230**	7.431**			

$S_{\bar{x}} = 1.0436$

p = 3 ----- BNJ 5 % = 3.8719
 1 % = 4.7382

p = 4 ----- BNJ 5 % = 3.5233
 1 % = 4.4167



Lampiran 14. Uji BNJ Interaksi Perlakuan Jenis Serangga dan Jenis Bahan Terhadap Kandungan Asam Urat.

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₂ -A ₁	A ₃ -A ₁	A ₃ -A ₂
T ₁	3.419	2.429	2.663	- 0.993	- 0.756	0.237
T ₂	1.863	1.813	2.471	- 0.050	0.608	0.658
T ₃	23.049	15.803	17.589	- 7.246**	- 5.46**	1.786
T ₄	15.905	10.168	12.878	- 5.741**	- 3.031	2.710
T ₂ - T ₁	-1.556	-0.613	-0.192			
T ₃ - T ₁	19.630**	13.377**	14.926**			
T ₄ - T ₁	12.490**	7.742**	10.215**			
T ₃ - T ₂	21.186**	13.990**	15.118**			
T ₄ - T ₂	14.046**	18.355**	10.407**			
T ₄ - T ₃	-7.140**	-5.635**	-4.711**			

$\bar{Sx} = 1.0436$

P = 3 ----- BNJ 5 % = 3.8719
 1 % = 4.7382

P = 4 ----- BNJ 5 % = 3.5233
 1 % = 4.4167

Lampiran 15. Analisis Sidik Ragam Kadar Air

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel}	
					0.05	0.01
Perlakuan	47	220.096	4.683	6.44**	1.513	1.797
A	2	26.553	13.276	18.25**	3.102	4.866
B	3	2.829	0.943	1.29	2.712	4.022
T	3	40.072	13.357	18.36**		
AB	6	108.201	18.033	24.79**	2.202	3.024
AT	6	9.125	1.521	2.09		
BT	9	16.888	1.876	2.58*	1.992	2.624
ABT	18	16.427	0.913	1.25	1.696	2.098
Galat	96	69.821	0.727	(S = 0.8528)		
Total	143	289.917		(KK = 3.84 %)		

IPB milik IPB University

Lampiran 18. Uji BNJ interaksi perlakuan jenis serangga dan lama penyimpanan terhadap kadar air.

	A_1	A_2	A_3	$A_2 - A_1$	$A_3 - A_1$	$A_3 - A_2$
B_0	22.419	22.419	22.419	0	0	0
B_1	22.056	21.776	22.277	-0.280	0.221	0.501
B_2	19.740	23.246	23.434	3.506**	3.694**	0.188
B_3	22.696	20.907	22.924	-1.789**	0.288	2.017**
$B_1 - B_0$	-0.363	-0.643	-0.142			
$B_2 - B_0$	-2.679**	0.827	1.015*			
$B_3 - B_0$	0.277	-1.512**	0.505			
$B_2 - B_1$	-2.316**	1.470**	1.157**			
$B_3 - B_1$	0.640	-0.869*	0.647			
$B_3 - B_2$	2.956**	-2.339**	-0.510			

$$S\bar{X} = 0.2462$$

$$p = 3 \text{ ----- BNJ } 5\% = 0.9134$$

$$\text{BNJ } 1\% = 1.1177$$

$$p = 4 \text{ ----- BNJ } 5\% = 0.8311$$

$$\text{BNJ } 1\% = 1.0420$$

Lampiran 19. Uji BNJ interaksi perlakuan jenis bahan dan lama penyimpanan terhadap kadar air.

	B_0	B_1	B_2	B_3	B_1-B_0	B_2-B_0	B_3-B_0	B_2-B_1	B_3-B_1	B_3-B_2
T_1	23.250	23.243	22.722	22.111	-0.007	-0.528	-1.139*	-0.521	-1.132*	-0.611
T_2	23.153	21.892	22.334	23.004	-1.261*	-0.819	-0.149	0.442	1.112*	0.670
T_3	21.560	21.425	22.018	21.733	-0.135	0.458	0.173	0.593	0.308	-0.285
T_4	21.713	21.586	21.484	21.855	-0.127	-0.229	0.142	-0.102	0.269	0.371
T_2-T_1	-0.097	-1.351**	-0.388	0.893						
T_3-T_1	-1.690**	-1.818**	-0.704	-0.378						
T_4-T_1	-1.537**	-1.657**	-1.238**	-0.256						
T_3-T_2	-1.393**	-0.467	-0.316	-1.271**						
T_4-T_2	-1.440**	-0.306	-0.850	-1.149*						
T_4-T_3	0.153	0.161	-0.534	0.122						

$S\bar{x}$ = 0.2843

BNJ 5% = 0.9597

1% = 1.2030