

**PERKEMBANGAN KOLONI *Apis mellifera* L. YANG DIBERI TIGA FORMULA  
KEDELAI SEBAGAI PAKAN BUATAN PENGGANTI SERBUKSARI  
(Colony Development of *Apis mellifera* L. Fed on Three Formulas of Soybean as  
Artificial Foods to Substitute Pollen)\*)**

Oleh/By :

Kuntadi

Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam

Jl. Gunung Batu No. 5 Po Box 165; Telp. 0251-8633234, 7520067; Fax 0251-8638111 Bogor

\*) Diterima : 08 Agustus 2007; Disetujui : 05 Nopember 2008

**ABSTRACT**

*The objective of this study was to investigate the most suitable formula of soybean powder as an artificial food to substitute pollen for development of *Apis mellifera* L. colony. The study was conducted at Sari Bunga apiary, Sukabumi, West Java, Indonesia. Three forms of soybean-based foods: fermented, fried without oil, and boiled soybean were fed to the honeybee colonies inside hives that were previously installed with or without pollen trap. Completely randomized block design was applied to analyze colony palatability to certain form of soybean and to understand the effect of artificial food on colony development. Results showed that palatability of honeybee to fried soybean was lower than the other two ( $P < 0.01$ ). There was no significant different ( $P > 0.05$ ) of colony development among treatments, observed as percentage of mortality, body weight and protein content of workers, development of colony population. The result further revealed that development of colony populations in hives installed with pollen trap was lower than those without pollen trap ( $P < 0.01$ ).*

*Keywords: Pollen trap, population, body weight, worker, mortality*

**ABSTRAK**

Penelitian bertujuan mengetahui formula tepung kedelai untuk pakan buatan pengganti serbuk sari yang terbaik bagi perkembangan koloni. Penelitian dilakukan di apiari Sari Bunga, Sukabumi, Jawa Barat, Indonesia. Tiga jenis pakan buatan masing-masing terbuat dari tepung tempe (kedelai fermentasi), kedelai sangrai, dan kedelai rebus diberikan pada koloni lebah madu *Apis mellifera* L. yang ada di dalam kotak pemeliharaan yang dipasang dan tidak dipasang penangkap serbuk sari. Tingkat kesukaan lebah pada jenis pakan tertentu dan efek pakan terhadap perkembangan koloni dianalisis dalam sebuah percobaan menggunakan rancangan acak kelompok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat konsumsi koloni pada jenis pakan kedelai sangrai lebih rendah dari dua jenis pakan lainnya ( $P < 0,01$ ). Tidak ada perbedaan perkembangan koloni antar perlakuan pada pengamatan tingkat kematian anakan, bobot badan dan kandungan protein lebah pekerja muda, dan perkembangan populasi koloni ( $P > 0,05$ ). Penelitian juga menemukan bahwa perkembangan populasi lebah pada kelompok koloni yang dipasang penangkap serbuk sari lebih rendah dari pada kelompok koloni yang tidak dipasang penangkap serbuk sari ( $P < 0,01$ ).

Kata kunci: Penangkap serbuk sari, populasi, bobot badan, lebah pekerja, kematian

## **I. PENDAHULUAN**

Serbuk sari (*pollen*) adalah pakan pokok dan satu-satunya sumber protein alami lebah madu (*Apis* spp.). Kandungan serbuk sari secara umum terdiri dari abu dengan berbagai macam kandungan mineral

(1,8-3,7%), karbohidrat (13-37%), serat (5,3%), protein (6-28%), dan lemak (1,2-3,7%) (Stanley dan Linskens, 1974). Komposisi kandungan dan nilai gizi serbuk sari sangat bervariasi antar jenis tumbuhan dan juga dipengaruhi faktor lingkungan tempat tumbuh (Herbert, 1992).

Serbuksari sangat vital bagi perkembangan otot dan organ dalam lebah pekerja (Keller *et al.*, 2005<sup>a</sup>), sehingga ketersediaannya sangat menentukan terhadap perkembangan dan kondisi kesehatan koloni. Kekurangan serbuksari mengakibatkan penurunan jumlah pengeraman anakan, perkembangan lebah yang tidak normal, memendekkan umur lebah pekerja, dan penurunan produksi madu (Winston *et al.*, 1983; Keller *et al.*, 2005<sup>b</sup>).

Serbuksari adalah benih jantan tumbuhan yang hanya terdapat di bunga. Hal ini menyebabkan perkembangan koloni lebah madu secara alami sangat tergantung kepada keberadaan bunga. Karena pembungaan tumbuhan umumnya bersifat musiman, pada waktu tertentu koloni lebah madu mengalami kekurangan pakan. Bagi peternak lebah madu, musim langka bunga adalah masa kritis, populasi koloni mengecil dan tidak jarang sampai tingkat yang paling rendah. Kondisi demikian sangat berpengaruh terhadap musim panen selanjutnya, karena penurunan populasi yang tajam akan menyebabkan keterlambatan perkembangan koloni pada saat menyongsong kedatangan musim nektar. Akibatnya, petani lebah tidak dapat memanfaatkan musim panen secara maksimal atau bahkan mengalami gagal panen.

Salah satu alternatif untuk mengatasi kekurangan sumber pakan yaitu dengan menggembalakan koloni lebah (*migratory*). Sayangnya, alternatif ini memerlukan biaya yang tidak sedikit dan tidak jarang menimbulkan konflik dengan sesama petani lebah karena perebutan lokasi. Alternatif yang lain adalah dengan memberikan pakan buatan.

Kedelai (*Glycine max* (L) Merr.) adalah salah satu bahan pangan nabati yang paling banyak digunakan sebagai campuran utama pembuatan pakan pengganti serbuksari (Johansson and Johansson, 1977; Winston *et al.*, 1983). Selain karena harganya relatif murah dan banyak tersedia di pasaran, kedelai juga mengandung protein dan lemak yang tinggi. Menurut Astuti (1999),

kandungan protein dan lemak kedelai berturut-turut sekitar 41% dan 22% serta serat kasar sebesar 5,96%.

Pakan buatan pengganti serbuksari sudah diperdagangkan secara komersial di beberapa negara. Di Indonesia, penggunaan pakan buatan sangat jarang dilakukan. Informasi yang penulis peroleh berdasarkan wawancara dengan peternak lebah, hanya beberapa peternak komersial yang cukup besar yang sudah mencoba menerapkan penggunaan serbuksari buatan. Bahan dasar yang digunakan umumnya adalah tepung kedelai. Hasilnya dilaporkan kurang mengembirakan, sehingga para peternak lebih memilih melakukan penggembalaan (*migratory*) daripada meneruskan pemberian pakan buatan.

Mengapa pemberian pakan buatan oleh peternak lokal dinilai tidak berhasil? Sulit untuk mendapatkan jawaban yang tepat untuk pertanyaan tersebut, karena uji coba yang dilakukan tidak dalam kerangka penelitian ilmiah. Namun, berdasarkan informasi yang penulis peroleh dari peternak, tepung kedelai yang digunakan adalah hasil gilingan biji kedelai mentah. Mereka menggiling sendiri karena tepung kedelai hasil gilingan pabrik/industri tidak tersedia di pasar. Dengan demikian dapat diduga bahwa penggunaan biji kedelai mentah menjadi salah satu faktor (bahkan mungkin merupakan faktor utama) yang menyebabkan ketidakberhasilan pakan buatan. Hal ini disebabkan oleh adanya zat anti nutrisi yang terdapat di dalam kedelai mentah, antara lain *trypsin inhibitor*, *lectin*, asam fitat, dan beberapa zat lainnya (Liener, 1994). Zat-zat tersebut sangat merugikan karena mengganggu proses metabolisme dan penyerapan nutrisi. *Trypsin inhibitor* menyebabkan proses pencernaan protein menjadi tidak berfungsi, *lectin* mengganggu penyerapan nutrisi di usus, dan asam fitat akan mengikat unsur pospor dan zat besi sehingga keduanya menjadi tidak dapat dimanfaatkan tubuh (Liener, 1994). Proses pemanasan akan melemahkan zat anti gizi di dalam biji kedelai.

Mengingat kedelai adalah bahan pangan yang relatif murah, mudah didapat, dan kandungan proteinnya tinggi, maka kemungkinan penggunaan kedelai sebagai bahan campuran utama pembuatan pakan pengganti serbuk-sari perlu diupayakan solusinya. Penelitian ini dilakukan guna mendapatkan solusi tersebut, dengan membandingkan tiga jenis pakan pengganti serbuk-sari berbahan dasar tepung yang berasal dari kedelai yang diolah secara berbeda. Penelitian bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang cara olah kedelai yang paling baik untuk diproses sebagai bahan dasar pakan pengganti serbuk-sari.

## II. METODOLOGI

### A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di JK Farm yang mengelola apiari "Sari Bunga". Lokasi JK Farm di Kampung Kedung, Desa Titisan, Kecamatan Sukaraja, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat. Lokasi ini merupakan salah satu stasiun pemberhentian dalam siklus tahunan budidaya *A. mellifera* yang selalu berpindah-pindah mengikuti musim pembungaan tanaman. JK Farm menjadi lokasi perawatan dan pengembangan koloni selama waktu tunggu musim nektar di daerah lain. Waktu tunggu biasanya pada bulan Agustus s/d September dan Nopember s/d April tahun berikutnya.

Tanaman yang dominan sebagai sumber pakan lebah di lokasi JK Farm adalah tanaman jagung (*Zea mays* L.). Tanaman ini hanya menghasilkan serbuk-sari, sehingga kebutuhan nektar harus dipasok dengan pemberian sirup larutan gula.

Penelitian ini dilakukan selama enam minggu, mulai dari awal bulan Nopember 2006 sampai dengan pertengahan bulan Desember 2006.

### B. Metode

Pendekatan penelitian yang dilakukan yaitu dengan uji coba pemberian pakan

buatan pengganti serbuk-sari berbahan dasar tepung kedelai yang diolah secara berbeda. Cara pengolahan kedelai dimaksud adalah sangrai, rebus, dan fermentasi. Parameter yang digunakan sebagai alat ukur keberhasilan uji coba adalah tingkat konsumsi koloni, perkembangan koloni, dan kandungan protein seta bobot tubuh (Szymas *et al.*, 2003). □

### 1. Rancangan Penelitian

Uji coba pakan buatan dilakukan melalui eksperimen dengan Rancangan Acak Kelompok dengan dua kelompok (blok), empat perlakuan dan tiga ulangan. Sebagai perlakuan adalah tiga jenis formula pakan buatan dan tanpa pakan buatan (kontrol).

Dalam penelitian ini digunakan koloni lebah madu *A. mellifera* sebagai sasaran percobaan. Sebanyak 24 koloni dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok koloni yang dipasang penangkap serbuk-sari (*pollen trap*) (Blok 1) dan kelompok koloni yang tidak dipasang penangkap serbuk-sari (Blok 2). Unsur penangkap serbuk-sari digunakan sebagai blok. Tujuan pengelompokan yaitu untuk melihat kemungkinan perbedaan respon koloni terhadap perlakuan dalam dua kondisi (dengan dan tanpa pasokan serbuk-sari alami) dan supaya pengaruh perlakuan lebih mudah teramati. Semua perlakuan diterapkan pada masing-masing kelompok koloni.

Ketiga jenis formula pakan buatan semuanya berbasis kedelai yang dibedakan berdasarkan cara pengolahannya yaitu :

- Kacang kedelai disangrai tanpa pengupasan kulit arinya (KK = kedelai dengan kulit)
- Kacang kedelai direbus dan dikupas kulitnya (KTK = kedelai tanpa kulit)
- Tempe kacang kedelai (diproses dengan perebusan, pengupasan kulit, dan fermentasi) (T = tempe).

### 2. Penyiapan Koloni

Kegiatan penelitian dimulai dengan memilih 24 koloni dari sekitar 140 koloni yang ada di lokasi. Koloni dipilih yang

memiliki lebah ratu dengan umur sama. Dari keterangan pemilik apiari diperoleh informasi bahwa umur lebah ratu semua koloni yang ada di lokasi sekitar delapan bulan, karena siklus pergantian ratu selalu dilakukan pada bulan Maret. Populasi masing-masing koloni juga dipilih yang hampir sama besarnya, yaitu terdiri dari tujuh sisiran sarang dengan jumlah individu sekitar 12.000-15.000 ekor. Pengukuran besar populasi dilakukan dengan cara menimbang sarang berikut lebahnya dan sarang tanpa lebah. Selisih antara berat sarang ditambah lebah dengan berat sarang tanpa lebah adalah berat populasi lebah. Hasil pembagian jumlah berat populasi lebah dengan berat rata-rata satu ekor lebah pekerja menjadi ukuran besar populasi koloni.

Separoh jumlah koloni percobaan yaitu sebanyak 12 koloni dipasang penangkap serbuk sari di bagian pintu keluar-masuknya lebah untuk mencegah/mengurangi pasokan sumber protein alami. Di bagian bawah penangkap serbuk sari dipasang bak seng untuk menampung serbuk sari yang jatuh (Gambar 1a). Penangkap serbuk sari dipasang terus-menerus selama penelitian berlangsung. Dua belas koloni yang lain pintunya dibiarkan terbuka sehingga lebah bebas mendapatkan serbuk sari.

Setiap koloni diberi stimulasi larutan gula sebanyak satu liter per minggu untuk mencukupi kebutuhan gula/karbohidrat

yang tidak tersedia secara alami di lokasi apiari. Dengan alasan yang sama dan untuk mencegah perampokan makanan antar koloni, larutan gula juga diberikan kepada koloni lain yang tidak digunakan untuk penelitian.

### 3. Pembuatan dan Pemberian Pakan

Kedelai yang telah diproses dan tempe dikeringkan dengan oven pada suhu 80° C lalu digiling dan diayak untuk dijadikan tepung. Masing-masing jenis tepung kemudian dicampur dengan larutan gula sampai membentuk semacam adonan menyerupai pasta. Larutan gula dibuat dengan cara melarutkan gula pasir dalam air dengan perbandingan satu kg gula untuk setiap satu liter air.

Pakan diberikan setiap empat hari sekali sebanyak 300 g berat pasta selama periode penelitian. Setiap 300 g pasta ini mengandung 105 g tepung kedelai/tempe dan 195 g larutan gula. Pakan buatan diletakkan di atas bingkai sarang eram dengan dilapisi plastik di atasnya untuk menjaga kelembaban adonan (Gambar 1b).

### 4. Parameter dan Pengumpulan Data

Parameter untuk mengukur pengaruh perlakuan terdiri dari tingkat konsumsi koloni, kematian anakan, bobot dan kandungan protein lebah pekerja muda, dan perkembangan koloni.



Gambar (Figure) 1. Pemasangan penangkap serbuk sari (a) dan pemberian pakan buatan di atas bingkai sarang (b) (Pollen trap installation (a) and top bar feeding (b))

### a. Konsumsi Koloni

Konsumsi koloni digunakan untuk mengukur tingkat kesukaan (*preference*) lebah madu terhadap jenis pakan tertentu yang diberikan. Tingkat konsumsi diukur berdasarkan jumlah pakan tambahan yang dikonsumsi lebah madu dalam setiap periode pemberian pakan. Untuk menghindari bias dari adanya perubahan berat pakan akibat penurunan kadar air, baik karena dihisap lebah atau karena penguapan, maka konsumsi koloni dihitung dari hasil pengurangan berat pakan kering awal dengan berat pakan kering sisa. Perhitungan berat pakan kering dilakukan dengan formula sebagai berikut :

$$\text{Berat pakan kering} = \frac{\text{berat pakan basah} - (\text{kadar air} \times \text{berat pakan basah})}{100}$$

Cara mengukur tingkat konsumsi koloni dimulai dengan menghitung berat kering pakan awal berdasarkan formula di atas untuk setiap periode pemberian pakan. Berat pakan basah awal sudah ditetapkan sebanyak 300 g per periode pemberian pakan. Kadar air pakan awal diukur dengan cara memanaskan 10 g contoh pakan di dalam oven hingga 105°C selama tiga jam dan dihitung dengan formula sebagai berikut :

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat awal contoh} - \text{berat contoh setelah oven}}{\text{berat awal contoh}} \times 100\%$$

Penghitungan berat kering pakan sisa dilakukan dengan mula-mula menimbang sisa pakan di masing-masing koloni berikut serbuk sisa pakan yang ada di lantai kotak. Sisa pakan kemudian diukur kadar airnya mengikuti prosedur dan cara perhitungan kadar air di atas. Selanjutnya, menggunakan formula penghitungan berat kering pakan, berat kering pakan sisa dapat diketahui. Dengan diketahuinya berat kering pakan awal dan berat kering pakan sisa maka hasil pengurangan keduanya adalah sama dengan jumlah konsumsi koloni.

### b. Kematian Anakan

Pengamatan kematian anakan dimulai tiga minggu setelah koloni diberi perlakuan.

an. Setiap koloni penelitian ditentukan 100 contoh sel yang berisi telur secara acak dengan menandainya pada plastik transparan yang ditempelkan pada contoh sarang. Pada hari ke delapan (Winston *et al.*, 1983), setiap sel contoh dilihat perkembangannya dengan cara menempelkan plastik transparan yang sudah bergambar posisi ke 100 sel contoh pada sarang sesuai letaknya pada saat pengambilan contoh sel. Setiap sel contoh yang tidak berisi pupa berarti mengalami kematian. Persentase kematian dihitung berdasarkan jumlah sel yang mengalami kematian untuk setiap 100 sel contoh.

### c. Bobot dan Kandungan Protein Lebah Pekerja Muda

Parameter ini diukur dari 30 contoh lebah pekerja muda yang baru lahir yang diambil dari setiap koloni penelitian pada minggu keempat. Ke-30 contoh ditimbang menggunakan neraca Mettler Toledo type PG 5002-S dengan ketelitian satu mg, hasilnya kemudian dibagi 30 untuk mendapatkan berat rata-rata per individu lebah pekerja. Contoh lebah tersebut kemudian dianalisis kadar proteinnya di laboratorium kimia tanah, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam, Bogor.

### d. Perkembangan Populasi Lebah

Perkembangan populasi lebah diukur berdasarkan bobot populasi koloni pada akhir penelitian. Cara penimbangan populasi koloni sama dengan cara penimbangan awal pada saat pemilihan koloni.

### C. Analisis Data

Sidik ragam (ANOVA) digunakan untuk menguji ada-tidaknya perbedaan akibat perlakuan dari setiap parameter yang diamati. Karena data kematian anakan diketahui sebarannya tidak normal, simpulan penelitian ditarik dari hasil sidik ragam terhadap data hasil transformasi *arcsin* (Gomez and Gomez, 1976).

Dalam hal sidik ragam menunjukkan

adanya perbedaan yang nyata antar nilai tengah (rata-rata), maka analisis dilanjutkan dengan uji beda jarak Duncan untuk mengetahui jenis perlakuan yang berbeda.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Nutrisi Pakan Buatan

Hasil analisis laboratorium terhadap contoh serbuk sari dari bunga randu (*Ceiba pentandra* (L) Gaertn.), jagung (*Zea mays* L.), dan tiga jenis tepung kedelai yang diolah dengan tiga macam cara dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa ketiga tepung kedelai memiliki kandungan protein yang tinggi, sebanding dengan kadar protein serbuk sari bunga randu dan dua kali lebih tinggi dari protein bunga jagung. Bahkan, kadar protein tepung tempe jauh lebih tinggi dibanding serbuk sari. Merujuk pendapat Stace (1996) bahwa lebah membutuhkan serbuk sari dengan kandungan protein paling sedikit 20%, maka ketiga jenis pakan buatan yang disediakan melebihi

kriteria minimal jumlah protein yang dibutuhkan. Demikian juga halnya dengan lemak, ketiga tepung kedelai mengandung persentase yang jauh lebih tinggi dibanding serbuk sari. Protein dan lemak adalah dua jenis nutrisi yang penting dan sangat dibutuhkan oleh lebah madu (Winston, 1987). Dengan demikian, dilihat dari kandungan dua jenis nutrisi dimaksud, ketiga jenis tepung kedelai di atas memenuhi syarat untuk digunakan sebagai sumber protein dan lemak bagi lebah madu.

#### B. Konsumsi Pakan

Rataan jumlah konsumsi koloni lebah madu untuk ketiga jenis pakan buatan pengganti serbuk sari yang disediakan selama tujuh kali periode pemberian pakan tercantum pada Tabel 2.

Hasil sidik ragam menunjukkan perbedaan yang sangat nyata antar perlakuan pemberian jenis pakan buatan ( $P < 0,01$ ), baik pada kelompok koloni dengan penangkap serbuk sari maupun pada kelompok koloni tanpa penangkap serbuk sari, namun

Tabel (Table) 1. Persentase komposisi serbuk sari dan pakan buatan (*The percentage composition of pollen and pollen substitutes*)

Serbuk sari ( <i>Pollen</i> )	Protein ( <i>Protein</i> ) (%)	Lemak ( <i>Fat</i> ) (%)	Air ( <i>Moisture</i> ) (%)	Abu ( <i>Ash</i> ) (%)
Serbuk sari randu ( <i>Ceiba pentandra</i> (L) Gaertn.)	35,62	6,50	13,74	3,83
Serbuk sari jagung ( <i>Zea mays</i> L.)	16,19	8,23	10,11	2,61
Kedelai fermentasi/Tempe (T) ( <i>Fermented soybean</i> )	45,56	30,02	4,50	1,93
Kedelai sangrai (KK) ( <i>Fried soybean</i> )	35,54	22,50	4,17	7,10
Kedelai rebus (KTK) ( <i>Boiled soybean</i> )	37,42	22,26	5,80	7,10

Tabel (Table) 2. Rataan jumlah konsumsi pakan koloni lebah madu (gr/koloni/4 hari) untuk tiga jenis serbuk sari buatan (*Average food consumption of honey bee colony (g/colony/4 days) of three pollen substitutes*)

Serbuk sari buatan ( <i>Pollen substitutes</i> )	Konsumsi koloni (g/4 hari) ( <i>Colony consumption</i> ) (g/4 days)		
	Dengan <i>pollen trap</i> ( <i>With pollen trap</i> )	Tanpa <i>pollen trap</i> ( <i>Without pollen trap</i> )	Rataan ( <i>Mean</i> )
1. Kedelai sangrai (KK) ( <i>Fried soybean</i> )	81,3 b	88,3 b	84,8 ± 37,5 b
2. Kedelai rebus (KTK) ( <i>Boiled soybean</i> )	147,7 a	134,7 a	141,2 ± 25,2 a
3. Kedelai Fermentasi/Tempe (T) ( <i>Fermented soybean</i> )	120,6 a	143,5 a	132,0 ± 26,7 a

Keterangan (*Remarks*) :

Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama pada masing-masing kolom tidak berbeda nyata pada taraf  $p < 0,01$  uji beda jarak Duncan (*Means followed by same letter at each column are not significantly different at 1% level of significance according to Duncan's multiple range test*)

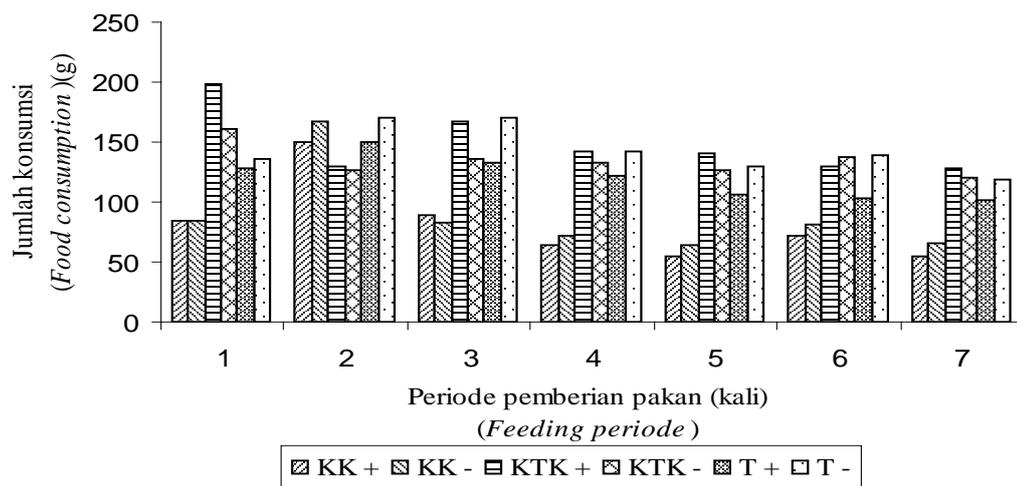
tidak ada perbedaan antar kelompok. Hasil uji lanjut berdasarkan uji beda jarak Duncan menegaskan bahwa jumlah konsumsi pakan KK lebih kecil dibanding dua jenis pakan lainnya, sementara antara perlakuan KTK dan T tidak menunjukkan adanya perbedaan. Perbedaan jumlah konsumsi antara tiga jenis pakan buatan yang disediakan cenderung konsisten pada setiap periode pemberian pakan, baik untuk koloni yang diberi penangkap serbuk sari maupun yang tidak (Gambar 2).

Kecilnya tingkat konsumsi koloni terhadap jenis pakan KK diperkirakan karena

teksturnya yang kemungkinan lebih kasar dibanding dua pakan lainnya karena masih adanya kulit kedelai. Menurut Liu (1997), kulit kedelai mengandung serat kasar berupa lignin yang sulit dihancurkan. Persentase bobot kulit kedelai untuk setiap butir kedelai sekitar 8% (Snyder, 1990; Sessa and Wolf, 2001).

### C. Kematian Anakan

Rataan jumlah kematian anakan pada masing-masing perlakuan dapat dilihat di Tabel 3.



Gambar (Figure) 2. Jumlah konsumsi per periode pemberian pakan pada koloni dengan penangkap serbuk sari (+) dan tanpa penangkap tepungsari (-) (*Food consumption per feeding periode of colonies with (+) and without(-) pollen traps*)

Tabel (Table) 3. Kematian anakan, bobot dan kadar protein lebah pekerja, dan perkembangan populasi pada koloni lebah madu yang diberi jenis pakan serbuk sari buatan dan kontrol (*Brood mortality, body weight and body protein of newly-hatched workers, and population development of honey bee colonies fed on pollen substitutes and control*)

Variabel (Variables)	Nilai rata-rata perlakuan (Mean value of treatments)			
	KK	KTK	T	KTRL
1. Kematian anakan per 100 telur ( <i>Brood mortality per 100 eggs</i> )	57,7 ± 29,6 a	47,3 ± 18,6 a	63,8 ± 18,5 a	45,5 ± 22,7 a
2. Bobot lebah pekerja ( <i>Worker body weight</i> ) (mg)	90,88 ± 12,80 a	98,00 ± 3,07 a	99,35 ± 7,97 a	92,45 ± 9,33 a
3. Kadar protein lebah pekerja ( <i>Worker body protein</i> ) (%)	54,7 ± 2,28 a	54,5 ± 1,7 a	53,0 ± 2,6 a	52,6 ± 5,9 a
4. Bobot populasi ( <i>Population weight</i> ) (g)	1258 ± 468 a	1644 ± 498 a	1197 ± 384 a	1371 ± 425 a

Keterangan (Remarks) :

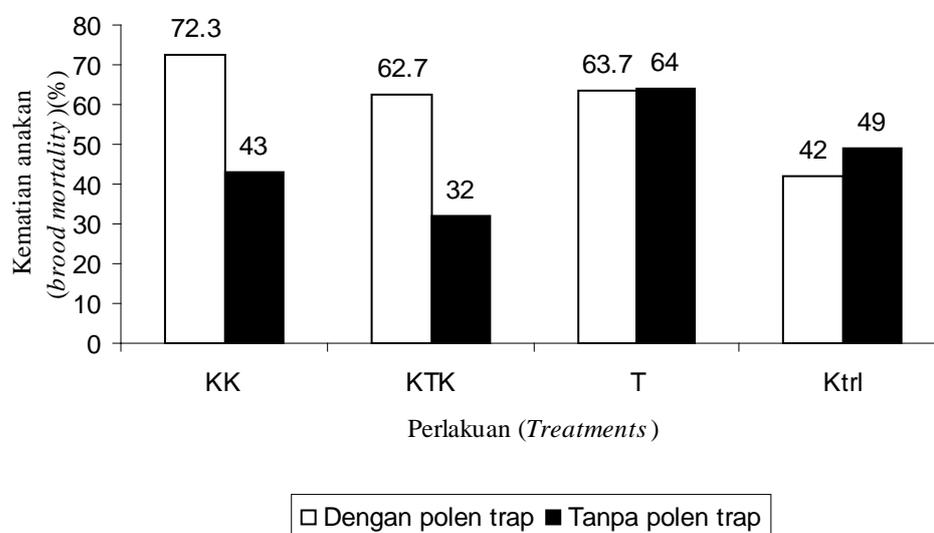
Angka rata-rata dengan huruf yang sama pada baris yang sama tidak berbeda nyata pada taraf  $p < 0,05$  uji beda jarak Duncan (*Means within the same row followed by same letter are not significantly different at 5% level of significance according to Duncan's multiple range test*)

Rataan tingkat kematian anakan yang terjadi relatif tinggi pada semua kelompok koloni penelitian. Gambar 3 menunjukkan grafik rataan tingkat kematian anakan menurut jenis perlakuan pada kelompok koloni yang diberi dan yang tidak diberi penangkap serbuk sari.

Hasil sidik ragam terhadap data yang telah ditransformasi menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata antar blok maupun antar perlakuan ( $P > 0,05$ ). Persentase tingkat kematian anakan yang terjadi di masing-masing koloni, baik antar blok maupun masing-masing perlakuan dalam blok, cukup tinggi. Persentase kematian anakan yang terendah 17% dan yang tertinggi 95%. Persentase ini jauh di atas angka kematian anakan beberapa hasil penelitian yang hanya sekitar 10-15% atau bahkan kurang dari 3% (Fukuda and Sakagami, 1968; Winston *et al.*, 1981). Tingkat kematian yang tinggi, menurut Winston (1987), biasanya terjadi pada koloni yang sedang dalam kondisi stres, misalnya setelah pemecahan koloni (*swarming*), kehilangan ratu, atau karena *inbreeding* dan perkembangan anakan yang tidak normal (cacat). Pada kondisi stres, tingkat kematian anakan dapat mencapai angka 40-50%

(Woyke, 1962; Winston, 1979; Brückner, 1979; Page, 1980; Winston *et al.*, 1981; Punnett and Winston, 1983).

Pemecahan koloni dan kehilangan ratu dapat dipastikan bukan faktor penyebab tingkat kematian yang tinggi pada penelitian ini karena semua koloni memiliki lebah ratu dan tidak ada yang menunjukkan gejala telah mengadakan pemecahan koloni. Dengan demikian, kemungkinan terbesar penyebab kematian anakan adalah faktor *inbreeding* dan atau penyakit. Faktor *inbreeding* menjadi salah satu alasan karena semua lebah ratu berasal dari hasil *grafting* yang berulang-ulang dari populasi koloni yang sama, proses perkawinannya secara alami dan tidak ada pemisahan antara koloni induk penyedia ratu dan lebah jantan. Menurut Page dan Laidlaw (1985) perkawinan induk dari satu populasi akan menghasilkan keturunan dengan tingkat viabilitas yang rendah akibat terbatasnya jumlah frekuensi *sex allele* pada populasi tersebut. Faktor penyakit juga tidak dapat diabaikan mengingat selama kegiatan penelitian tidak dilakukan pengobatan, sehingga koloni relatif rentan serangan *Varroa destructor* karena kondisi populasi yang kecil. Namun, apapun penyebabnya, kematian anakan



Gambar (Figure) 3. Persentase kematian anakan pada koloni lebah dengan dan tanpa penangkap serbuk sari yang diberi pakan buatan dan koloni kontrol (*The percentage of brood mortality of colonies with and without pollen traps fed on pollen substitutes and control*)

yang tinggi pada penelitian ini jelas tidak disebabkan oleh faktor pakan yang dikonsumsi lebah madu. Hal ini terlihat dari tidak adanya perbedaan tingkat kematian anakan pada masing-masing perlakuan dengan kontrol dan antar perlakuan ( $P > 0,05$ ).

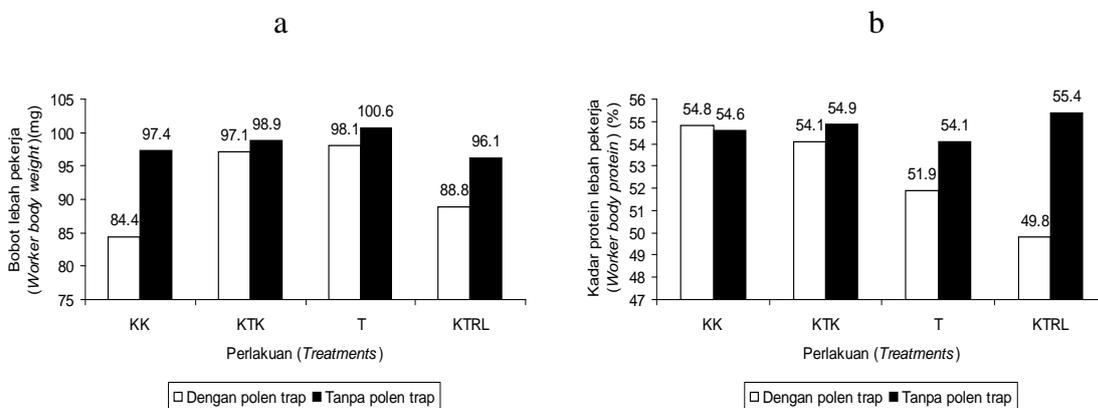
Tidak adanya perbedaan antar rata-rata tingkat kematian anakan semua perlakuan dan kontrol mengindikasikan bahwa jenis pakan tambahan yang diberikan aman digunakan sebagai pengganti serbuk sari karena tidak berdampak kepada kematian anakan. Meskipun demikian, hasil analisis di atas juga memberi petunjuk bahwa semua pakan pengganti yang digunakan tidak mampu mengurangi angka kematian anakan yang terjadi. Hal tersebut menandakan adanya faktor tertentu penyebab terjadinya kematian anakan yang tidak teratasi dengan pemberian pakan, sekalipun pakan tersebut adalah serbuk sari.

#### D. Bobot Badan dan Kadar Protein Lebah Pekerja Muda

Rataan total bobot badan dan kadar protein lebah pekerja muda dari masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 3. Sedangkan rata-rata bobot badan dan kadar protein lebah pekerja dari masing-masing perlakuan pada masing-masing blok dapat dilihat pada Gambar 4.

Hasil sidik ragam menunjukkan tidak ada perbedaan, baik antar blok maupun antar perlakuan di dalam blok dan antar blok pada rata-rata bobot badan dan kandungan protein kasar lebah pekerja muda. Rataan bobot badan lebah pekerja pada semua jenis perlakuan ada pada kisaran bobot badan normal dan bahkan tidak jauh berbeda dengan rata-rata bobot lebah pekerja muda *A. mellifera* pada umumnya yang berkisar 93 mg (Winston, 1987). Demikian halnya dengan kadar protein, hasil penelitian ini menunjukkan angka rata-rata yang relatif tinggi untuk semua jenis perlakuan. Menurut Stace (1996), kandungan protein lebah madu pada kisaran 60% tergolong sangat tinggi. Pada kondisi ini lebah madu menjadi lebih kuat dan mempunyai daya tahan terhadap serangan penyakit, umurnya lebih panjang, dan kemampuannya mencari makan lebih tinggi. Sebaliknya, protein tubuh lebah juga dapat turun hingga kisaran 30%, yaitu pada saat kekurangan serbuk sari atau dalam kondisi stres, yang dapat membuatnya lebih rentan penyakit dan umurnya lebih pendek (Kleinschmidt, 1988).

Gambar 4 menunjukkan tidak ada penurunan bobot badan dan kandungan protein lebah pekerja pada semua koloni yang diberi pakan buatan. Ada dua kemungkinan yang menyebabkan kedua parameter



Gambar (Figure) 4. Bobot badan (a) dan kadar protein (b) lebah pekerja yang baru lahir dari koloni dengan dan tanpa penangkap serbuk sari yang diberi serbuk sari buatan dan kontrol (*Body weight (a) and crude protein (b) of newly hatched worker honeybees collected from the hives with and without pollen traps fed on pollen substitutes and control*)

tersebut tetap konstan. Pertama, pakan buatan yang disediakan memberikan cukup nutrisi, khususnya protein, yang sepadan dengan serbuk-sari alami yang diterima koloni kontrol. Hal ini dimungkinkan, karena semua pakan buatan yang disediakan mengandung kadar protein yang lebih tinggi dari serbuk-sari (Tabel 1). Kemungkinan kedua, semua koloni uji coba mendapatkan pasokan serbuk-sari yang memadai, termasuk koloni yang diberi penangkap serbuk-sari. Hal ini terlihat dari masih banyaknya sel-sel berisi serbuk-sari pada semua koloni yang dipasangi penangkap serbuk-sari tersebut. Ketidakmampuan penangkap serbuk-sari mencegah masuknya serbuk-sari secara total (100%) juga didukung oleh banyak penelitian sebelumnya (Keller *et al.*, 2005b). Menurut Keller *et al.* (2005b), efisiensi penangkap serbuk-sari hanya sekitar 10-43% dengan rata-rata sebesar 25%. Tampaknya, itu pula sebabnya mengapa tidak ada perbedaan pada rataan bobot badan total dan persentase kadar protein total antara koloni yang diberi penangkap serbuk-sari dan yang tidak diberi penangkap serbuk-sari. Hasil penelitian Funari *et al.* (2003) juga menunjukkan tidak adanya perbedaan pada kadar protein, persentase berat kering, dan kadar abu pupa lebah pekerja antara koloni yang tidak diberi dan yang diberi penangkap serbuk-sari. Meskipun demikian, merujuk pada data hasil penelitian sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4, tampaknya ada kecenderungan bahwa pakan buatan memberi pengaruh terhadap bobot badan dan kadar protein lebah pekerja muda walaupun secara statistik tidak berbeda nyata. Rataan bobot badan lebah pekerja pada koloni yang diberi pakan tambahan cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan koloni kontrol, baik yang dengan penangkap serbuk-sari maupun yang tanpa penangkap serbuk-sari (Gambar 4a). Perkecualian hanya terlihat pada koloni yang diberi pakan KK, khususnya yang dipasang penangkap serbuk-sari, yang mana rataan bobot badan lebah pekerjanya lebih rendah daripada koloni kontrol yang juga dipasang

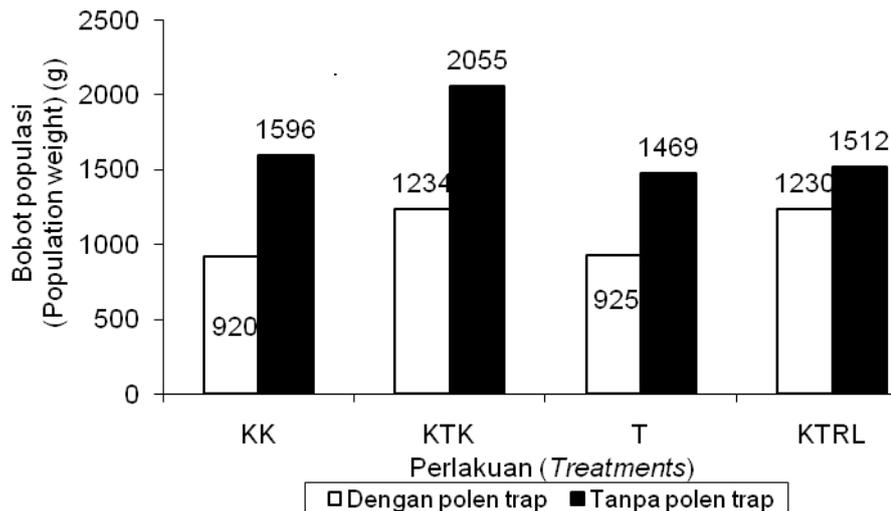
penangkap serbuk-sari. Diduga hal ini disebabkan oleh rendahnya konsumsi koloni atas jenis pakan KK. Adanya kecenderungan pengaruh positif pemberian pakan buatan lebih terlihat pada data rataan kadar protein lebah pekerja muda (Gambar 4b). Pada koloni yang diberi penangkap serbuk-sari, angka rataan kadar protein lebah pekerja dari koloni yang diberi pakan buatan cenderung lebih tinggi daripada kontrol. Sedangkan pada koloni yang tidak diberi penangkap serbuk-sari, rataan kadar protein lebah pekerjanya relatif sama untuk semua jenis perlakuan.

### **E. Perkembangan Populasi Lebah**

Rataan total bobot populasi koloni lebah dari masing-masing perlakuan tercantum pada Tabel 3, sedangkan Gambar 5 memperlihatkan rataan bobot populasi koloni untuk setiap jenis perlakuan pada masing-masing blok.

Hasil sidik ragam menunjukkan terdapat perbedaan yang sangat nyata antar kelompok ( $P < 0,01$ ). Rataan bobot populasi lebah pada koloni tanpa penangkap serbuk-sari lebih besar daripada bobot populasi lebah pada koloni yang dipasang penangkap serbuk-sari, yaitu sebesar  $1658 \pm 345$  g dibandingkan  $1077 \pm 350$  g. Perbedaan rata-rata bobot populasi antar kedua kelompok koloni mencapai lebih dari 50%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rancangan penelitian dengan penerapan perlakuan pada dua kelompok koloni dengan dan tanpa penangkap serbuk-sari sudah tepat untuk dapat melihat pengaruh perlakuan pakan buatan terhadap perkembangan populasi, mengingat hasil penelitian Funari *et al.* (2003) hanya menemukan perbedaan yang relatif kecil pada perkembangan koloni yang diberi dan yang tidak diberi penangkap serbuk-sari yaitu sebesar 9% untuk jumlah produksi lebah pekerja dan 4% untuk lebah jantan.

Di sisi lain, hasil sidik ragam menunjukkan tidak adanya perbedaan antar perlakuan jenis pakan pada nilai rataan bobot populasi koloni, baik pada kelompok



Gambar (Figure) 5. Rataan bobot populasi koloni setelah tujuh periode pemberian pakan (*The mean population weight of honeybee colonies after seven supplementary feeding periodes*)

koloni dengan penangkap serbuk sari, maupun kelompok tanpa penangkap serbuk sari.

Tampaknya cara olah kedelai hanya meningkatkan jumlah konsumsi koloni terhadap pakan buatan, namun belum mampu meningkatkan angka reproduksi anakan secara nyata. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pakan buatan yang digunakan belum dapat menggantikan serbuk sari, khususnya terhadap perkembangan populasi. Menurut Stace (1996), meskipun tepung kedelai mengandung kadar protein yang tinggi tetapi tidak memiliki beberapa jenis nutrisi esensial yang dibutuhkan lebah madu, seperti beberapa jenis asam amino, vitamin, dan mineral. Kaji ulang oleh Keller *et al.* (2005<sup>b</sup>) terhadap hasil-hasil uji coba pakan buatan yang pernah dilakukan sebelumnya juga menunjukkan tidak ada satu pun hasil penelitian yang memperlihatkan secara nyata peningkatan populasi lebah pekerja. Namun, mengutip kata-kata Cook and Wilkinson (1986) sebagaimana dikutip Keller *et al.* (2005<sup>b</sup>), dikatakan bahwa pemberian pakan tambahan mungkin saja tidak banyak berpengaruh terhadap jumlah populasi koloni tetapi pengaruhnya lebih kepada struktur umur lebah pekerja. Hal ini didasarkan pada hipotesis bahwa koloni yang diberi makan tambahan akan memiliki lebih ba-

nyak lebah-lebah muda daripada koloni yang tidak diberi makan tambahan.

Bila demikian halnya, maka pakan buatan pengganti serbuk sari yang berbasis kedelai harus dicampur dengan bahan-bahan lain yang dapat memperkaya kandungan nutrisi dan berpengaruh langsung terhadap peningkatan produktivitas ratu dan penguatan anakan.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Cara olah kedelai berpengaruh terhadap tingkat konsumsi koloni lebah madu pada pakan buatan pengganti serbuk sari berbasis tepung kedelai, namun tidak berpengaruh terhadap tingkat kematian anakan, bobot dan kadar protein lebah pekerja muda, dan perkembangan populasi koloni lebah madu *Apis mellifera* L. Pakan buatan yang terbuat dari kedelai yang diolah dengan cara rebus dan fermentasi serta dilakukan pengupasan kulit terbukti lebih disukai daripada pakan buatan yang bahan dasarnya berasal dari kedelai yang disangrai tanpa pengupasan kulit.

Penggunaan tepung kedelai sebagai bahan utama pakan pengganti serbuk sari

tidak menyebabkan kematian terhadap anakan lebah, tetapi juga tidak meningkatkan populasi koloni meskipun kandungan protein tepung kedelai dua kali lebih tinggi daripada serbuk sari tanaman jagung. Tidak adanya nutrisi tertentu pada tepung kedelai diperkirakan menjadi penyebab kurang efektifnya bahan ini menggantikan peran serbuk sari.

## B. Saran

Pemanfaatan tepung kedelai sebagai bahan dasar pembuatan pakan pengganti serbuk sari sebaiknya menggunakan kedelai yang diolah dengan cara perebusan dan telah dihilangkan kulit arinya. Untuk meningkatkan dampak positifnya, pakan buatan berbasis tepung kedelai harus ditambah dengan bahan-bahan lain untuk memperkaya kandungan nutrisinya. Bahan-bahan yang disarankan untuk ditambahkan antara lain adalah serbuk sari, *brewer's yeast*, dan vitamin E.

## DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, S. 1999. Pengaruh Pemberian Tepung Tempe dan Kedelai dalam Ransum Terhadap Fertilitas Tikus Percobaan. Skripsi S1, Fakultas Teknik Pertanian, Institut Pertanian Bogor. (Tidak dipublikasikan).
- Brückner, D. 1979. Effects of Inbreeding on Worker Honeybees. *Bee World* 60 (3): 137-139.
- Fukuda, H. and S.F. Sakagami. 1968. Worker Brood Survival in Honeybees. *Res. Pop. Ecol.* 10:31-39.
- Funari, S.R.C., H.C. Rocha, J.M. Sforcin, P.R. Curi, A.R.M. Funari, and R. de Oliveira Orsi. 2003. Efeitos da Coleta de Pollen no Desenvolvimento de Colônias e na Composição Bromatológica de Pupas de *Apis mellifera* L. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 11 (2): 80-86.
- Gomez, K.A. and A.A. Gomez. 1976. Statistical Procedures for Agricultural Research with Emphasis on Rice. The International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines. pp. 294.
- Herbert, E.W. Jr. 1992. Honeybee Nutrition. *In: The Hive and the Honeybee* (Graham, ed.). Dadant & Sons, Hamilton, Illinois. pp 1324.
- Johansson, T.S.K. and M.P. Johansson. 1977. Feeding Honeybees Pollen and Pollen Substitutes. *Bee World* 58:105-118.
- Keller, I., P. Fluri, and A. Imdorf. 2005<sup>a</sup>. Pollen Nutrition and Colony Development in Honey Bees – Part I. *Bee World* 86(1):3-10.
- Keller, I., P. Fluri, and A. Imdorf. 2005<sup>b</sup>. Pollen Nutrition and Colony Development in Honey Bees – Part II. *Bee World* 86(2):27-34.
- Kleinschmidt, G. 1988. Maximising Colony Persistence in Warm Climates. *Proceeding, 2<sup>nd</sup> Australian and International Bee Congress.*
- Liener, I.E., 1994. Implications of Antinutritional Components in Soybean Foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 34(1):31-67.
- Liu, K. 1997. Soybean: Chemistry, Technology, and Utilization. Chapman and Hall (ed.), International Thomson Publishing, New York. pp. 532.
- Page, R.E. 1980. The Evolution of Multiple Mating Behavior by Honey Bee Queens (*Apis mellifera* L.). *Genetics* 96:263-273.
- Page, R.E. and H.H. Laidlaw. 1985. Closed Population Honeybee Breeding. *Bee World* 66 (2):63-72.
- Punnett, E.N. and M.L. Winston. 1983. Events Following Queen Removal in Colonies of European-Derived Honey Bee Races. *Insectes Sociaux* 30:376-383.
- Sessa, D.J. and W.J. Wolf. 2001. Bowman-Birk Inhibitors in Soybean Seed Coat. *Industrial Crops and Products* 14:73-43.
- Snyder, H.E. 1990. Understanding

- Soybean Products and Processing. Technical Paper # 73. Volunteers in Technical Assistance, Arlington, Virginia. pp 13.
- Stace, P. 1996. Protein Content and Amino Acid Profiles of Honeybee-Collected Pollens. Bees'n Trees Consultants, Lismore, New South Wales, Australia. pp. 115.
- Stanley, R.G. and H.F. Linskens. 1974. Pollen: Biology, Biochemistry, Management. Springer-Verlag, Berlin. pp 307.
- Szymas B., R. Rogala, and A. Łangowska. 2003. Computer Application to Bio-metrical Evaluations of the Pharyngeal Glands of Honey Bee (*Apis mellifera*). J. Apic. Res. 42 (4):83-84.
- Winston, 1979. Events Following Queen Removal in Colonies of Africanized Honeybees in South America. Insectes Sociaux 26:373-381.
- Winston, M.L. 1987. The Biology of the Honeybee. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts; London, England. pp 281.
- Winston, M.L., W.T. Chalmers, and P.C. Lee. 1983. Effects of Two Pollen Substitutes on Brood Mortality and Length of Adult Life in the Honeybee. J. Apic. Res. 22 (1):49-52.
- Winston, M.L., J.A. Dropkin, and O.R. Taylor. 1981. Demography and Life History Characteristics of Two Honeybee Races (*Apis mellifera*). Oecologia 48:407-413.
- Woyke, J. 1962. The Hatchability of Lethal Eggs in a 2 Sex-Allele Fraternity of Honeybees. J. Apic. Res. 1:6-13.