

# DISERTASI

**HUBUNGAN POPULASI SERANGGA HAMA *Riptortus linearis* F.  
PADA BERBAGAI STADIA PERTUMBUHAN POLONG DENGAN  
KERUSAKAN POLONG DAN PENGARUHNYA TERHADAP  
HASIL KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merril.)**



**ACHMADI SUSILO**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA  
2007**



**HUBUNGAN POPULASI SERANGGA HAMA *Riptortus linearis* F  
PADA BERBAGAI STADIA PERTUMBUHAN POLONG DENGAN  
KERUSAKAN POLONG DAN PENGARUHNYA TERHADAP  
HASIL KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merril.)**

**DISERTASI**

Untuk memperoleh Gelar Doktor  
dalam Program Studi Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga

Telah dipertahankan di hadapan

Paritia Ujian Doktor Terbuka

Pada hari : Selasa

Tanggal : 1 Mei 2007

Pukul 10.<sup>00</sup> WIB

Oleh :

**ACHMADI SUSILO**  
**NIM : 090315225D**

HALAMAN PENGESAHAN

DISERTASI INI TELAH DISETUJUI  
TANGGAL 28 FEBRUARI 2007

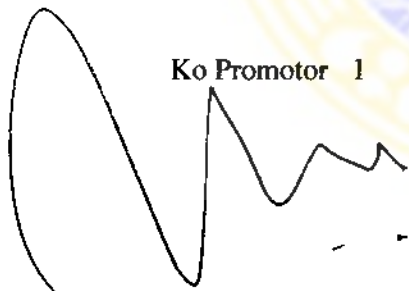
Oleh

Promotor



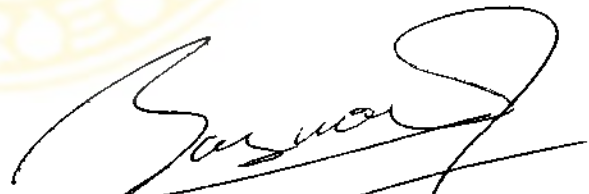
Prof. Dr. Hj. Kusningrum Rochiman S, Ir., MS.  
NIP 130 355 375

Ko Promotor 1



Prof. Dr. H. Marwoto, Ir., MS  
NIP 080 043 361

Ko Promotor 2

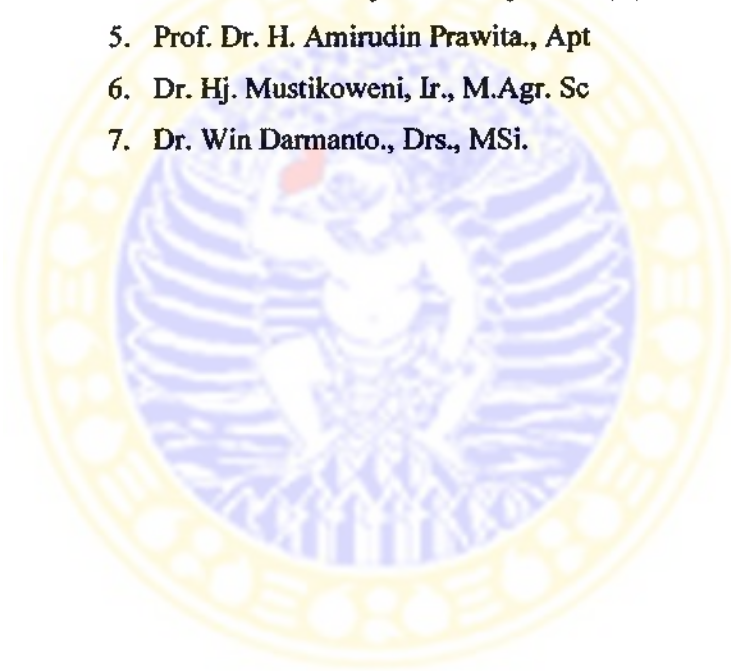


Dr. Basuki Widodo, Drs., M.Sc.  
NIP 131 839 345

Telah diuji pada  
Tanggal 15 Pebruari 2007

**PANITIA PENGUJI DISERTASI :**

- Ketua** : Prof. Dr. Hj. Suharingsih, Ir
- Anggota** : 1. Prof. Dr. Hj. Kusrieningrum Rochiman S., Ir., MS  
2. Prof. Dr. H. Marwoto., Ir., MS  
3. Dr. Basuki Widodo, Drs., M.Sc.  
4. Prof. Dr. H. Soedijono, dr., Sp. THT (K)  
5. Prof. Dr. H. Amirudin Prawita., Apt  
6. Dr. Hj. Mustikoweni, Ir., M.Agr. Sc  
7. Dr. Win Darmanto., Drs., MSi.



**Ditetapkan dengan Surat Keputusan  
Rektor Universitas Airlangga  
Nomor : 273 / JO3.4 / PP / 2007  
Tanggal : 6 Pebruari 2007**

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, hidayah, dan ridhoNYA sehingga saya diberi kekuatan dan kemampuan untuk menyelesaikan disertasi ini. Disertasi ini dapat selesai tentunya tidak lepas dari peran dan bantuan dari berbagai pihak, karena itu pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

Prof. Dr. Hj. Kusningrum Rochiman Sasmita, Ir., M.S., sebagai promotor, beliau amat jeli dan teliti, dengan penuh perhatian dan kesabaran di tengah-tengah kesibukan beliau berkenan menyediakan waktu untuk memberikan bimbingan, saran, wawasan dalam berpikir secara logis dan sistematis, dan selalu memotivasi penulis untuk segera menyelesaikan studi ini. Wawasan keilmuan beliau dan sikap sebagai seorang ilmuwan sejati patut diteladani. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat-NYA dan melipat-gandakan pahala kepada beliau.

Prof. Dr. H. Marwoto, Ir., M.S', sebagai ko-promotor I, saya mengucapkan terima kasih setulus hati, karena di tengah kesibukan yang padat dengan penuh kesabaran dan perhatian telah berkenan membimbing keilmuan, mengarahkan dalam hal teoritis, memberikan koreksi, dan selalu memberikan dorongan semangat agar segera menyelesaikan disertasi ini.

Dr. Basuki Widodo, Drs., M.Sc., selaku ko-promotor II, beliau amat kritis, dengan penuh perhatian dan kesabaran di tengah-tengah kesibukan yang begitu padat beliau telah menyediakan waktu untuk membimbing, memberikan arahan, berdiskusi memperluas cakrawala berfikir, dan selalu memotivasi penulis untuk segera menyelesaikan disertasi ini.

Saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pemerintah Republik Indonesia cq Menteri Pendidikan Nasional melalui Tim Manajemen Program Doktor yang telah memberikan bantuan beasiswa melalui program BPPS sehingga meringankan beban saya dalam menyelesaikan studi ini. Dengan selesainya disertasi ini, saya juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

Rektor Universitas Airlangga Prof. Dr. H. Fasichul Lisan, Apt dan mantan Rektor Universitas Airlangga Prof. H. Dr. Med Puruhito, dr, Sp.BTKV atas

kesempatan dan fasilitas yang diberikan kepada saya untuk mengikuti dan menyelesaikan pendidikan program Doktor.

Direktur Program Pascasarjana Universitas Airlangga, Prof, Dr. H. Muhammad Amin, dr., atas kesempatan untuk menjadi mahasiswa Program Doktor pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga.

Prof. Dr. Hj. Suhariningsih, Ir., selaku Ketua Program Studi S3 Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) Program Pascasarjana Universitas Airlangga dan Prof. Dr. Gede Nyoman Astika, Apt mantan Ketua Program Studi S3 MIPA Program Pascasarjana Universitas Airlangga yang banyak memberikan saran dan bantuan kelancaran proses pendidikan kepada penulis selama menjalani program pendidikan Doktor di Universitas Airlangga.

Prof. Dr. H. Amirudin Prawita, Apt., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan akademik dan arahan, memotivasi penulis pada saat awal studi untuk mempersiapkan disertasi agar mampu menyelesaikan studi pada Program Doktor ini tepat waktu.

Prof. Dr. Nadjaji Anwar, M.Sc., selaku Koordinator Kopertis Wilayah VII Surabaya yang telah memberikan izin kepada penulis untuk mengikuti Program Pascasarjana di Universitas Airlangga.

Terima kasih yang sebesar-besarnya juga ditujukan kepada : Prof. H. Bambang Rahino Setokoesoemo, dr., selaku Rektor Universitas Wijaya Kusuma Surabaya yang telah memberikan ijin dan rekomendasi untuk mengikuti Pendidikan Doktor pada Program Pascasarjana di Universitas Airlangga. Prof. I.G.B. Amitaba, drh (Alm)., yang telah memberikan rekomendasi kepada penulis untuk mengikuti Program Pascasarjana di Universitas Airlangga.

Kepada para dosen (termasuk dosen MKPD), tim penguji kualifikasi, dan tim penguji usulan penelitian, penguji penilaian hasil penelitian, dan penguji tahap I pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga Prof. Dr. Hj. Kusriningrum Rochiman S, Ir, MS; Prof. Dr. H. Marwoto, Ir., MS; Basuki Widodo, M.Sc; Ph.D; Prof. Dr. H. Amirudin Prawita, Apt; Prof. Dr. Hj. Suhariningsih, Ir; Win Dharmanto, MSi; Ph.D; Dr. Hj. Mustikoweni , Ir., M.Agr. Sc; Prof. Dr. Laba Maha Putra, drh, M.Sc; Dr. Nurindah, Ir., M.Sc; Prof. Dr. Ami Suwandi, Apt, Prof. Dr. Muhamad Zaenudin, Apt., Prof. Dr. Gede Nyoman Astika, Apt., Prof.

Susanti Linuwih, M.Stat., PhD., Prof. Dr. H. Rejani., Prof. Dr. Lasiyo., Widodo J. Pudjihardjo, dr.,MS, MPH Dr PH., Prof. H. Soedarto, dr., DTM & H., Ph.D dan Prof. H Purnomo Suryohudoyo, dr., SpBK yang telah mendorong dan menambah pengetahuan dan wawasan keilmuan saya selama mengikuti pendidikan program doktor, saya ucapkan terima kasih.

Kepada almarhumah Supriyatin, Ir., MS staf Balai Penelitian Kacang-Kacangan dan Umbi-umbian, Kendal Payak, Malang, secara khusus saya mengucapkan banyak terima kasih. Beliau dengan tulus dan ikhlas telah membantu penulis untuk mengadakan (latihan) pembiakan *Riptortus linearis* F. di laboratorium. Semoga amal ibadah beliau diterima di sisi Allah SWT.

Kepada Hartoyo, Drs, Kepala Dinas Perikanan, Kelautan, Peternakan, Pertanian, dan Kehutanan Kota Surabaya dan Hartadi Mintaroem, Drs, mantan Kepala Dinas Pemantapan Pangan Kota Surabaya (Sekarang menjadi Dinas Perikanan, Kelautan, Peternakan, Pertanian, dan Kehutanan) yang telah memberikan fasilitas dan izin kepada penulis untuk melakukan kegiatan penelitian di kebun percobaan.

Kepada Sdr. Parjo dan Sdr. Langgeng, staf kebun percobaan Dinas Perikanan, Kelautan, Peternakan, Pertanian, dan Kehutanan Kota Surabaya, secara khusus saya ucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya. Beliau berdua dengan tulus ikhlas telah banyak membantu penulis selama melakukan penelitian di kebun percobaan.

Rekan-rekan peserta Program Doktor Universitas Airlangga : Noor Erma Soegijanto, Dra., Apt; MS; Endah Mutiara, Ir., DEA, MS; Dr. Jhon Kekenusa, Ir., M.S; Dr. Supiana D. Nurtjahyani, M.Kes.; Dr. Sudarto, Ir., MS; Gunanti Mahasri, Ir., MS; Dr. Sri Hidanah, Ir., MS; Dr. Aty Widyawaruyanti, Dra., Apt, MS; Maria Nindatu, Ir., M.Kes; dan A. Masan Kapo, Drs., MS, atas kebersamaan dalam mengarungi suka dan duka serta kerjasama yang baik selama masa pendidikan.

Ibunda tercinta (Hj. Siti Chuzaemah) yang selalu memanjatkan doa untuk keberhasilan putranya, Ayahanda H. Danoen Darmoatmodjo (Alm) yang tidak sempat menyaksikan putranya menyelesaikan pendidikan Program Doktor di Universitas Airlangga, Ayahanda H. Sarjana Hadiatmaja, Drs., dan Ibunda Hj. Sudarti Sarjana, beliau berdua selalu berdoa, memberi semangat dan memotivasi

untuk menempuh program doktor. Secara khusus untuk isteri tercinta (Dwiarti Hariningsih, Dra., Ak), dan anak-anak tercinta (Dyah Ratna Pitasari dan Achmad Wicaksono), saya ucapkan terima kasih yang tak terhingga, atas segala pengertian, pengorbanan, kesetiaan dan kesabarannya dalam membantu mendorong dan memberikan semangat, sehingga saya dapat menyelesaikan disertasi ini.

Kepada semua pihak yang tak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah membantu selama menyusun disertasi ini, saya sampaikan terima kasih yang setinggi-tingginya, semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan hidayahNYA, amin.





## RINGKASAN

**HUBUNGAN POPULASI SERANGGA HAMA *Riptortus linearis* F. PADA BERBAGAI STADIA PERTUMBUHAN POLONG DENGAN KERUSAKAN POLONG DAN PENGARUHNYA TERHADAP HASIL KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill)**

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) merupakan salah satu jenis tanaman kacang-kacangan yang penting di daerah tropis dan subtropis. Meskipun kedelai bukan merupakan komoditas strategis, namun tanaman ini dianggap penting dan sangat diperlukan oleh sebagian besar penduduk Indonesia, karena memiliki banyak manfaat, diantaranya sebagai bahan baku bahan makanan seperti tempe, tahu, taoco, dan bahan makanan lainnya.

Usaha yang dilakukan untuk meningkatkan produksi kedelai banyak menemui kendala dan salah satu faktor pembatas penting yang menyebabkan rendahnya produksi kedelai adalah serangan hama. Telah diketahui bahwa terdapat sembilan jenis hama utama yang menyebabkan kerusakan pada tanaman kedelai dan salah satunya adalah pengisap polong *Riptortus linearis* F.

Serangan hama *R. linearis* ini masih sering diabaikan dan dianggap kurang penting karena beberapa alasan, antara lain : (1) serangan hama ini tidak menunjukkan gejala yang mudah dilihat, (2) serangga dewasa amat aktif bergerak, akibatnya kerusakan pada polong kedelai baru disadari setelah panen. Serangan populasi *R. linearis* pada saat stadia pembentukan polong (R3-4) dan pengisian biji (R5-6) menyebabkan biji menjadi keriput, polong gugur dan serangan pada biji yang sudah tua (R7-8) dapat menurunkan kualitas biji kedelai.

Tindakan pengendalian untuk mengatasi serangan *R. linearis* dengan menggunakan insektisida kimia belum mampu menekan kehilangan hasil. Kegagalan pengendalian hama ini seringkali disebabkan karena kurangnya pemahaman terhadap sifat bioekologi serangga, seperti : (a) penentuan stadia hama yang paling merusak tanaman, (b) hubungan antara kepadatan populasi dengan kerusakan tanaman dan (c) hubungan antara kepadatan populasi hama dengan hasil tanaman.

Untuk kepentingan analisis pendugaan kehilangan hasil tanaman, para peneliti berusaha mengkuantitatifkan pengaruh populasi hama terhadap kerusakan tanaman dan hasil. Perkembangan ini telah mendorong para ahli untuk memformulasikan hubungan antara populasi hama dengan kerusakan tanaman, dan kehilangan hasil yang diakibatkan dengan menyusun model matematika.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui pengaruh kepadatan populasi nimfa dan imago hama *R. linearis* terhadap kerusakan polong dan biji serta hasil kedelai pada berbagai stadia pertumbuhan polong (R3-4, R5-6, dan R7-8), (2) mengetahui pengaruh stadia nimfa dan imago pengisap polong *R. linearis* terhadap kerusakan polong dan biji serta hasil kedelai pada stadia R3-4, R5-6, dan R7-8; (3) mengetahui pengaruh kepekaan stadia pertumbuhan polong kedelai (R3-4, R5-6, dan R7-8) terhadap kerusakan polong dan biji serta hasil kedelai akibat inokulasi hama pengisap polong *R. linearis*; dan (4) menduga kerusakan polong kedelai berdasarkan persamaan matematika Teorema Pengangkutan Reynold pada berbagai stadia pertumbuhan polong R3-4, R5-6, dan

R7-8, dan (5) menduga bahwa kerusakan polong yang diperoleh dari hubungan populasi hama *R. linearis* dengan kerusakan polong yang diturunkan dari Teorema Pengangkutan Reynold dapat digunakan untuk memprediksi hasil kedelai pada berbagai stadia pertumbuhan polong R3-4, R5-6, dan R7-8.

Penelitian dilakukan melalui tiga tahap, tahap I, II, dan III menggunakan rancangan yang sama, yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari sembilan macam perlakuan dan diulang tiga kali. Jenis perlakuan dimaksud adalah kepadatan populasi hama *R. linearis* yang terdiri atas : P0 = kontrol, P1 = infestasi 1 ekor nimfa, P2 = infestasi 2 ekor nimfa, P3 = infestasi 3 ekor nimfa, P4 = infestasi 4 ekor nimfa, P5 = infestasi 1 ekor imago, P6 = infestasi 2 ekor imago, P7 = infestasi 3 ekor imago, dan P8 = infestasi 4 ekor imago yang berperan sebagai variabel bebas. Variabel terikatnya meliputi : kerusakan polong, kerusakan biji, biomas basah polong dan biomas kering biji kedelai.

Untuk mengetahui hubungan antara kepadatan populasi dengan kerusakan polong kedelai dilakukan analisis model matematika melalui pendekatan teori Kontinum (Apsley, 2005). Dari hubungan fungsional antara masing-masing peubah tersebut, melalui pendekatan Teorema Pengangkutan Reynold kemudian dicari persamaan matematikanya untuk setiap stadia hama pada berbagai stadia pertumbuhan polong kedelai (R3-4, R5-6, dan R7-8).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa : (1) Kepadatan populasi 4 ekor imago *R. linearis* pada stadia R3-4, R5-6, dan R7-8 menyebabkan kerusakan polong dan biji paling tinggi dan hasil kedelai paling rendah. Dengan demikian kehadiran populasi imago *R. linearis* sebelum mencapai 4 ekor di areal kedelai sudah harus mendapat perhatian sebelum mencapai ambang ekonomi (2) Stadia imago *R. linearis* mempunyai kemampuan merusak polong dan biji yang lebih besar sehingga menyebabkan hasil paling rendah dibanding dengan stadia nimfa. Dengan demikian imago hama ini menjadi perhatian dalam monitoring populasi dalam rangka implementasi PHT (3) Kerusakan polong dan biji paling tinggi serta hasil kedelai paling rendah didapatkan pada stadia R5-6 akibat inokulasi hama pengisap polong *R. linearis* (4) Hubungan populasi hama pengisap polong *R. linearis* dengan kerusakan polong kedelai dalam bentuk persamaan matematika Teorema Pengangkutan Reynold (TPR), dapat digunakan untuk memprediksi besarnya kerusakan polong pada stadia R3-4, R5-6, dan R7-8. Besarnya nilai simpangan pendugaan prediksi tersebut berturut-turut adalah : 0,00 – 1,74 persen, 0,06 – 0,45 persen dan 0,19 – 1,45 persen, dan (5) Hubungan populasi hama pengisap polong *R. linearis* dengan kerusakan polong dalam bentuk persamaan matematika TPR, dapat digunakan untuk memprediksi hasil kedelai pada stadia R3-4, R5-6, dan R7-8. Besarnya nilai simpangan pendugaan prediksi tersebut berturut-turut adalah : 0,017 – 0,25 persen, 0,027 – 0,086 persen dan 0,023 – 0,099 persen.

## SUMMARY

### THE RELATIONSHIP BETWEEN POPULATION OF POD SUCKING BUGS *Riptortus linearis* F. AND THE DAMAGE OF SOYBEAN POD ON VARIOUS OF POD GROWTH STAGES AND ITS INFLUENCE TO THE SOYBEAN YIELD

Soybean is an important legume crops in the tropic and sub-tropic area. Even though soybean is not a strategic commodity, it is an important plant and demanded as daily food by Indonesian society as stock feed of fermented soybean (tempe), coagulated soybean (tahu) and other soybean food products.

There are many obstacles to increase the soybean products, and one of the obstacles which causes the lower soybean production is the pest attack. There are nine kinds of the main pest causing damage to the soybean, one of them is the pod sucking bug *Riptortus linearis* F.

The species is assumed not the important pest due some reasons : (1) the symptoms are invisible, (2) the adult insect more active and the damage were clearly detected after harvest. The attacks of pod sucking bug *R. linearis* on pod developing stage (R3-4) and the seed filling stage (R5-6) cause the seed crinkles, and pod abortion and on the seed ripening stage (R7-8) the damage will affect to the seed quality.

The use of insecticides to control the pod sucking bug does not effectively suppress the yield loss. Factors affecting to the effectiveness are : (1) to determine the most damaging stage of pest toward the plant, (2) The relationship between population density and plant damage, and (3) The relationship between pest population and yield.

For predicting the loss yield analysis, some researchers have tried to quantify the effect of pod sucking bug *R. linearis* population to the damage and yield. The effort has encouraged to make relationship formulation among population, damage, and yield in the form of mathematic model.

The aims of this research are : (a) to know the effect of density of pod sucking bug population on various of pod growth stages to the soybean pod damage and yield, (b) to know the effect of nymph and adult stages of pod sucking bug *R. linearis* to the soybean pod damage and yield on various of pod growth stages, (c) to know the effect of sensitivity of soybean pod stages (R3-4, R5-6, and R7-8) to the soybean pod damage and yield caused by pod sucking bug *R. linearis*, (d) to predict the damage of soybean pod based on the Reynolds Transport Theorem mathematical equation on the various of pod growth stages (R3-4, R5-6, and R7-8) , (e) to predict the soybean yield based on the Reynolds Transport Theorem mathematical equation on the various of pod growth stages (R3-4, R5-6, and R7-8).

There are three steps of this research, all of the step use completely randomized design with nine treatments and each was replicated three times. The treatment were : P0 = control, P1 = infestation of 1 nymph, P2 = infestation of 2 nymphs, P3 = infestation of 3 nymphs, P4 = infestation of 4 nymphs, P5 = infestation 1 adult, P6 = infestation 2 adults, P7 = infestation 3 adults, and P8 = infestation 4 adults of *R. linearis*. The population density of pod sucking bug was

the independent variable, while dependent variables were : the rate of pod damage, the rate of seed damage, the soybean yield.

Analysis of mathematical modeling was made by continuum theory approach (Apsley, 2005). Mathematic equation for an every pest stage and pod growth stage (R3-4, R5-6, and R7-8) were made by Reynolds Transport Theorem approach (Munson, *et al.*, 1998).

The results showed that: (1) the population density of four adults of pod sucking bug on the various of pod growth stages (R3-4, R5-6, and R7-8) caused the highest pod and seed damage and caused the lowest soybean yield. Therefore, the existence of pod sucking bug adults *R. linearis* before the population reaching four adults in the soybean field, it should had been treated control action before the pod damage becoming more serious, (2) Adults of pod sucking bug *R. linearis* have the ability to damage bigger soybean pod and seed, so that it causes the decrease yield to the lowest compared with the nymph stadium on the various of pod growth stages (R3-4, R5-6, and R7-8). Therefore adults of pod sucking bug *R. linearis* become the center of attention in population monitoring in the soybean ecosystem, in the implementation of soybean Integrated Pest Control (3) The highest pod damage and the lowest yield were found in the pod filling seed stage (R5-6) as a result of *R. linearis* inoculation. It means that the seed filling stage (R5-6) is the most sensitive reproductive stage to the damage of soybean (4) Relationship between population of *R. linearis* and pod damages in the form of mathematical equation which is used to predict the soybean pod damage on the various of soybean pod growth stages (R3-4, R5-6, and R7-8) has errors such as : 0,00 – 1,74 percent; 0,06 – 0,45 percent, and 0,19 – 1,45 percent. Therefore, the mathematical equation can be used to predict soybean pod damage on the various of pod growth stages, and (5) Relationship between population of *R. linearis* and pod damages in the form of mathematical equation which is used to predict the soybean yield on the of various pod growth stages (R3-4, R5-6, and R7-8) has errors such as : 0,017 – 0,25 percent; 0,027 – 0,086 percent, and 0,023 – 0,099 percent. Therefore, the relationship between *R. linearis* population and the soybean pod damage in the form of mathematical equation can be used to predict soybean yield on the various of pod growth stages.

## ABSTRACT

### THE RELATIONSHIP BETWEEN POPULATION OF POD SUCKING BUGS *Riptortus linearis* F. AND THE DAMAGE OF SOYBEAN POD ON VARIOUS OF POD GROWTH STAGES AND ITS INFLUENCE TO THE SOYBEAN YIELD

The aims of this research are to know the effect of population density of pod sucking bug to the soybean damage, and to predict the damage of soybean pod and yield on various of pod growth stages through the relationship between population density of pod sucking bug *R. linearis* with pod damage where made by modification of Reynolds Transport Theorem.

There are three steps of this research, all of the step use completely randomized design with nine treatments and each was replicated three times. The treatment were : P0 = control, P1 = inoculation of 1 nymph, P2 = 2 nymphs, P3 = 3 nymphs, P4 = 4 nymphs, P5 = 1 adult, P6 = 2 adults, P7 = 3 adults, and P8 = 4 adults. The population density of pod sucking bug was the independent variable, while dependent variables were : rate of pod damage, rate of seed damage, dry pod weigh, and wet seed. Analysis of mathematical equation was made by approaching of Continuum Theory (Apsley, 2005) and Reynolds Transport Theorem (Munson, *et al.*, 1998).

The results showed that: (1) the population density of four adults of pod sucking bug on the various of pod growth stages (R3-4, R5-6, and R7-8) caused the highest pod and seed damage and caused the lowest soybean yield. (2) Adults of pod sucking bug *R. linearis* have the ability to damage bigger soybean pod and seed, so that it causes the decrease yield to the lowest compared with the nymph stadium on the various of pod growth stages. (3) The highest pod and seed damage and the lowest yield were found in the pod filling seed stage (R5-6) as a result of *R. linearis* inoculation. It means that the R5-6 stage is the most sensitive reproductive stage to the damage of soybean pod (4) mathematical equation which is used to predict the soybean pod damage on R3-4, R5-6, and R7-8 has errors such as : 0,00 – 1,74 percent; 0,06 – 0,45 percent, and 0,19 – 1,45 percent respectively. Therefore, the relationship between *R. linearis* population and the soybean pod damage in the form of Reynolds Transport Theorem mathematical equation can be used to predict soybean pod damage on the various of pod growth stages and (5) Mathematical equation which is used to predict the soybean yield on R3-4, R5-6, and R7-8 has errors such as : 0,017 – 0,25 percent; 0,027 – 0,086 percent, and 0,023 – 0,099 percent respectively.

**Key words : Pod sucking bug *R. linearis*, population, pod growth stages, soybean yield**

## DAFTAR ISI

SAMPUL DEPAN .....	i
SAMPUL DALAM .....	ii
PERSYARATAN GELAR .....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN .....	iv
PENETAPAN PANITIA PENGUJI .....	v
UCAPAN TERIMA KASIH .....	vi
RINGKASAN .....	x
SUMMARY .....	xii
ABSTRACT .....	xiv
DAFTAR ISI .....	xv
DAFTAR TABEL .....	xvii
DAFTAR GAMBAR .....	xix
DAFTAR LAMPIRAN .....	xxi
DAFTAR ISTILAH .....	xxii
DAFTAR NOTASI .....	xxiv
DESIMINASI .....	xxv
<b>BAB. 1. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	8
1.3. Tujuan Penelitian .....	9
1.4. Manfaat Penelitian .....	10
<b>BAB. 2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Landasan Teori .....	12
2.1.1. Klasifikasi dan morfologi tanaman kedelai .....	12
2.1.2. Syarat tumbuh tanaman kedelai .....	12
2.1.3. Stadia pertumbuhan kedelai .....	14
2.1.4. Hama pengisap polong <i>R. linearis</i> .....	17
2.1.5. Hubungan populasi hama dengan tingkat kerusakan .....	20
2.1.6. Hubungan antara kerusakan dan kehilangan hasil .....	22
2.1.7. Distribusi populasi hama <i>R. linearis</i> .....	24
2.1.8. Diskripsi tentang model dan model matematika .....	26
2.1.9. Model hubungan populasi hama dan hasil kedelai .....	31
2.2. Landasan Empirik .....	36
2.2.1. Perkembangan luas panen, produktivitas dan produksi ...	36
2.2.2. Tingkat kerusakan polong akibat hama <i>R. linearis</i> .....	39
2.2.3. Model hubungan kerusakan tanaman dengan hasil.....	41
2.2.4. Teorema Pengangkutan Reynold .....	45
2.2.5. Pengendalian hama <i>R. linearis</i> .....	46
<b>BAB. 3. KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS</b>	
3.1. Kerangka Konseptual Penelitian .....	58
3.2. Kerangka Operasional Penelitian .....	62
3.3. Hipotesis .....	66

<b>BAB. 4. METODE PENELITIAN</b>	
4.1. Penelitian Pendahuluan .....	67
4.2. Penelitian Lapangan .....	70
4.3. Penelitian Tahap I .....	71
4.4. Penelitian Tahap II .....	87
4.5. Penelitian Tahap III .....	91
<b>BAB. 5. ANALISIS HASIL PENELITIAN</b>	
5.1. Penelitian Pendahuluan .....	95
5.2. Penelitian Lapangan .....	100
5.2.1. Pengaruh Kepadatan Populasi Hama <i>R. linearis</i> terhadap Hasil Kedelai pada Stadia R3-4 .....	100
5.2.2. Pengaruh Kepadatan Populasi Hama <i>R. linearis</i> terhadap Hasil Kedelai pada Stadia R5-6 .....	107
5.2.3. Pengaruh Kepadatan Populasi Hama <i>R. linearis</i> terhadap Hasil Kedelai pada Stadia R7-8 .....	113
5.3. Hubungan Populasi Hama <i>R. linearis</i> dengan Kerusakan Polong pada Berbagai Stadia Pertumbuhan Polong .....	123
5.3.1. Memprediksi Jumlah Polong Rusak Akibat Serangan <i>R. linearis</i> pada R3-4 .....	123
5.3.2. Memprediksi Jumlah Polong Rusak Akibat Serangan <i>R. linearis</i> pada R5-6 .....	130
5.3.3. Memprediksi Jumlah Polong Rusak Akibat Serangan <i>R. linearis</i> pada R7-8 .....	137
5.3.4. Uji Validitas Model .....	143
5.3.5. Perbandingan Model Headley (1972) dengan Hasil Penelitian Disertasi (2007) .....	144
<b>BAB. 6. PEMBAHASAN</b>	
6.1. Pengaruh Infestasi Nimfa dan Imago <i>R. linearis</i> terhadap Hasil Kedelai pada Berbagai Stadia Pertumbuhan Polong ..	147
6.2. Analisis Hubungan Populasi <i>R. linearis</i> pada Berbagai Stadia Pertumbuhan Polong dengan Kerusakan Polong ..	158
<b>BAB. 7. PENUTUP</b>	
7.1. Kesimpulan .....	176
7.2. Saran .....	177
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	179
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	189

## DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Halaman
2.1.	Perkembangan Stadia Vegetatif Tanaman Kedelai .....	15
2.2.	Perkembangan Stadia Reproduksi Tanaman Kedelai.....	16
2.3.	Perkembangan Areal, Produktifitas, Produksi, dan Konsumsi Kedelai di Indonesia Tahun 1990-2004 .....	37
2.4.	Jumlah Serangga Selama Tiga Hari Masa Inokulasi, Persentase Biji Terserang dan Jumlah Telur yang Diletakkan oleh Hama Pengisap Polong <i>R. linearis</i> .....	40
2.5.	Kerusakan Polong dan Jumlah Tusukan pada Biji Kedelai Oleh Hama Pengisap Polong <i>R. linearis</i> MK 1995 .....	41
2.6.	Pengaruh Insektisida terhadap Populasi <i>R. linearis</i> di Toraut MK dan MH Th 1988/1989 .....	47
2.7.	Populasi Hama <i>N. viridula</i> pada Tanaman Kedelai dan Tanaman Perangkap <i>S. rostrata</i> di Muneng 1995 .....	49
2.8.	Populasi Nimfa <i>R. linearis</i> 24 jam Setelah Inokulasi .....	50
2.9.	Rata-Rata Mortalitas Nimfa-2 dan Imago <i>R. linearis</i> pada Perla- kuan Insektisida Nabati MK 2000. ....	52
2.10.	Mortalitas Nimfa <i>R. linearis</i> pada Perlakuan Ekstrak Debu Tembakau dan Konsentrasi Larutan Ekstrak Debu Tembakau Di Laboratorium.....	53
2.11	Mortalitas Lima Instar Nimfa <i>R. linearis</i> yang Terinfeksi Cendawan <i>Verticilium sp</i> .....	55
2.12.	Mortalitas Nimfa-2 Tiga Jenis Pengisap Polong Setelah Aplikasi <i>M. anisopliae</i> dan <i>B. bassiana</i> .....	56
2.13.	Preferensi <i>L. pseudoannulata</i> terhadap Lima Jenis Hama Utama Pada Tanaman Kedelai .....	57
4.1.	Tahapan Kegiatan Penelitian Lapangan .....	70
5.1.	Stadia Telur, Stadia Nimfa dan Stadia Imago Hama <i>R. linearis</i> Hasil Pembiakan di Laboratorium .....	96
5.2.	Rata-Rata Persentase Kerusakan Polong dan Biji Kedelai, Umur 54 HST dan Biomas Kering Biji Akibat Inokulasi <i>R. linearis</i> .....	100
5.3.	Rata-Rata Persentase Kerusakan Polong dan Biji Kedelai, Umur 68 HST dan Biomas Kering Biji Akibat Inokulasi <i>R. linearis</i> ....	107
5.4.	Rata-Rata Persentase Kerusakan Polong dan Biji Kedelai, Umur 81 HST dan Biomas Kering Biji Akibat Inokulasi <i>R. linearis</i> ....	114
5.5.	Perbandingan Jumlah Polong Terserang <i>R. linearis</i> Berdasarkan Data Prediksi dan Empiris Serta Nilai Kesalahan (R3-4) .....	123
5.6.	Rata-Rata Jumlah Polong dan Biomas Polong Kedelai yang Diserang Oleh Nimfa dan Imago <i>R. linearis</i> Berdasarkan Model Prediksi pada Stadia R3-4 .....	125
5.7.	Perbandingan Nilai Hasil Panen Prediksi dan Panen Empirik Serta Besarnya Nilai Kesalahan pada Stadia R3-4 .....	126
5.8.	Perbandingan Jumlah Polong Terserang <i>R. linearis</i> Berdasarkan Data Prediksi dan Empiris Serta Nilai Kesalahan (R5-6) .....	130



5.9.	Rata-Rata Jumlah Polong dan Biomass Polong Kedelai yang Diserang Oleh Nimfa dan Imago <i>R. linearis</i> Berdasarkan Model Prediksi pada Stadia R5-6 .....	132
5.10.	Perbandingan Nilai Hasil Panen Prediksi dan Panen Empirik Serta Besarnya Nilai Kesalahan pada R5-6 .....	133
5.11.	Perbandingan Jumlah Polong Terserang <i>R. linearis</i> Berdasarkan Data Prediksi dan Empiris Serta Nilai Kesalahan (R7-8) .....	137
5.12.	Rata-Rata Jumlah Polong dan Biomass Polong Kedelai yang Diserang Oleh Nimfa dan Imago <i>R. linearis</i> Berdasarkan Model Prediksi pada Stadia R7-8 .....	138
5.13.	Perbandingan Nilai Hasil Panen Prediksi dan Panen Empirik Serta Besarnya Nilai Kesalahan (Error) pada R7-8 .....	139
5.14.	Nilai Prediksi dan Validasinya terhadap Hasil Panen Empiris pada R3-4, R5-6, dan R7-8 .....	143
5.15.	Perbandingan Model Headley (1972) dengan Hasil Penelitian Disertasi (2007) .....	145



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
2.1.	Skema Pembentukan Model Matematika .....	30
2.2.	Hubungan antara Kerusakan Tanaman dengan Populasi Hama	43
3.1.	Kerangka Konseptual Penelitian .....	60
3.2.	Kerangka Konseptual Model .....	61
3.3.	Kerangka Operasional Penelitian .....	65
4.1.	Denah Percobaan .....	73
4.2.	Tanaman Kedelai pada Saat Stadia R3-4 .....	75
4.3.	Satu Unit Percobaan Lapangan (Sisi Samping) .....	76
4.4.	Unit Percobaan Lapangan (Sisi Depan) .....	76
4.5.	Satu Unit Kurungan Kasa dan Tanaman Kedelai Diinokulasi dengan Serangga (Nimfa dan Imago <i>R. linearis</i> ) .....	81
4.6.	Tanaman Kedelai pada Saat Stadia Pengisian Biji R5-6 .....	90
4.7.	Tanaman Kedelai pada Saat Stadia Pemasakan Biji R7-8 .....	93
5.1.	Pembiakan <i>R. linearis</i> yang Diawasi di Laboratorium .....	97
5.2.	Siklus Hidup <i>R. linearis</i> .....	98
5.3.	Gejala Kerusakan Polong Akibat Serangan <i>R. linearis</i> .....	99
5.4.	Gejala Kerusakan Biji Akibat Serangan <i>R. linearis</i> .....	99
5.5.	Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) <i>R. linearis</i> dengan Kerusakan Polong, Umur 54 HST pada R3-4 .....	103
5.6.	Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) <i>R. linearis</i> dengan Kerusakan Biji Umur 54 HST pada R3-4 .....	104
5.7.	Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) <i>R. linearis</i> dengan Biomas Kering Biji pada R3-4 .....	106
5.8.	Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) <i>R. linearis</i> dengan Kerusakan Polong Umur 68 HST pada R5-6 .....	110
5.9.	Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) <i>R. linearis</i> dengan Kerusakan Biji, Umur 68 HST pada R5-6 .....	111
5.10.	Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) <i>R. linearis</i> dengan Biomas Kering Biji pada R5-6 .....	113
5.11.	Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) <i>R. linearis</i> dengan Kerusakan Polong, Umur 81 HST pada R7-8 .....	117
5.12.	Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) <i>R. linearis</i> dengan Kerusakan Biji, Umur 81 HST pada R7-8 .....	118
5.13.	Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) <i>R. linearis</i> dengan Biomas Kering Biji pada R7-8 .....	120
5.14.	Pengaruh Populasi (Nimfa dan Imago) Hama <i>R. linearis</i> terhadap Kerusakan Polong pada R3-4, R5-6, dan R7-8 .....	121
5.15.	Pengaruh Populasi (Nimfa dan Imago) Hama <i>R. linearis</i> terhadap Kerusakan Biji pada R3-4, R5-6, dan R7-8 .....	121
5.16.	Pengaruh Populasi (Nimfa dan Imago) Hama <i>R. linearis</i> terhadap Biomas Kering Biji pada R3-4, R5-6, dan R7-8 .....	122

5.17.	Plot Data Hasil Panen Prediksi dengan Hasil Panen Empiris pada R3-4 .....	127
5.18.	Plot Garis Regresi Hasil Panen Empirik dengan Hasil Panen Berdasarkan Prediksi pada R3-4.....	128
5.19.	Plot Data Hasil Panen Prediksi dengan Hasil Panen Empiris pada R5-6 .....	129
5.20.	Plot Garis Regresi Hasil Panen Empirik dengan Hasil Panen Berdasarkan Prediksi pada R5-6 .....	134
5.21.	Plot Data Hasil Panen Prediksi dengan Hasil Panen Empiris pada R7-8 .....	135
5.22.	Plot Garis Regresi Hasil Panen Empirik dengan Hasil Panen Berdasarkan Prediksi pada R7-8 .....	136



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Teks	Halaman
1.	Hasil Analisis Ragam Kerusakan Polong, Kerusakan Biji dan Biomass Kering Biji, Umur 54 HST pada R3-4 .....	189
2.	Regresi Hubungan Populasi Nimfa dan Imago <i>R. linearis</i> dengan Kerusakan Polong pada R3-4 .....	193
3.	Regresi Hubungan Populasi Nimfa dan Imago <i>R. linearis</i> dengan Kerusakan Biji pada R3-4 .....	195
4.	Regresi Hubungan Populasi Nimfa dan Imago <i>R. linearis</i> dengan Biomass Kering Biji pada R3-4 .....	197
5.	Hasil Analisis Ragam Kerusakan Polong, Kerusakan Biji, dan Biomass Kering Biji, Umur 68 HST pada R5-6 .....	199
6.	Regresi Hubungan Populasi Nimfa dan Imago <i>R. linearis</i> dengan Kerusakan Polong pada R5-6 .....	204
7.	Regresi Hubungan Populasi Nimfa dan Imago <i>R. linearis</i> dengan Kerusakan Biji pada R5-6 .....	206
8.	Regresi Hubungan Populasi Nimfa dan Imago <i>R. linearis</i> dengan Biomass Kering Biji pada R5-6 .....	208
9.	Hasil Analisis Ragam Kerusakan Polong, Kerusakan Biji, dan Biomass Kering Biji, Umur 81 HST pada R7-8 .....	210
10.	Regresi Hubungan Populasi Nimfa dan Imago <i>R. linearis</i> dengan Kerusakan Polong pada R7-8 .....	215
11.	Regresi Hubungan Populasi Nimfa dan Imago <i>R. linearis</i> dengan Kerusakan Biji pada R7-8 .....	217
12.	Regresi Hubungan Populasi Nimfa dan Imago <i>R. linearis</i> dengan Biomass Kering Biji pada R7-8 .....	219
13.	Regresi Hubungan Hasil Panen Empiris dengan Hasil Panen Prediksi pada R3-4 .....	221
14.	Regresi Hubungan Hasil Panen Empiris dengan Hasil Panen Prediksi pada R5-6 .....	222
15.	Regresi Hubungan Hasil Panen Empiris dengan Hasil Panen Prediksi pada R7-8 .....	223
16.	Data Hasil Pengamatan Kerusakan Polong dan Kerusakan Biji pada Umur 54 HST pada R3-4 .....	224
17.	Data Hasil Pengamatan Kerusakan Polong dan Kerusakan Biji Umur 68 HST pada R5-6 .....	226
18.	Data Hasil Pengamatan Kerusakan Polong dan Kerusakan Biji Umur 81 HST pada R7-8 .....	228
19.	Data Hasil Pengamatan Biomass Kering Biji pada R3-4, R5-6, dan pada R7-8 .....	230
20.	Kompilasi Pengaruh Investasi Nimfa dan Imago Pengisap Polong <i>R. linearis</i> terhadap Kerusakan Polong, Kerusakan Biji, dan Biomass Kering Biji pada R3-4, R5-6, dan R7-8 .....	231

## DAFTAR ISTILAH

1. Stadia : Periode atau masa dalam satu tahapan pertumbuhan
2. Instar : Fase pertumbuhan serangga dalam stadia nimfa diantara pergantian kulit.
3. Telur : Tahapan pertumbuhan diantara serangga dewasa (imago) dan serangga muda (nimfa atau larva) pada serangga dengan tipe metamorfose sederhana maupun sempurna.
4. Stadia telur : adalah waktu telur mulai diletakkan oleh imago sampai dengan telur menetas menjadi nimfa atau larva.
5. Nimfa : Tahapan pertumbuhan diantara telur dan imago (serangga dewasa), terjadi pada serangga yang mengalami metamorfose sederhana.
6. Stadia nimfa : adalah waktu telur menetas pertama kali sampai akhir periode instar nimfa.
7. Imago : Tahapan pertumbuhan diantara nimfa dan telur serangga, terjadi pada semua serangga ordo hemiptera
8. Stadia imago : adalah waktu akhir periode instar nimfa sampai serangga dewasa tersebut mati, terjadi pada serangga ordo hemiptera
9. Stadia tumbuh : Tingkatan perkembangan pertumbuhan tanaman
10. Vegetatif : Stadia pertumbuhan tanaman sebelum tanaman berbunga
11. Reproduksi : Stadia pertumbuhan setelah tanaman mulai berbunga sampai tanaman dipanen.
12. R3-4 : Stadia pembentukan polong, sejak tanaman mulai berpolong sampai dengan tanaman berpolong penuh
13. R5-6 : Stadia pengisian biji, yaitu sejak tanaman mulai membentuk biji sampai dengan berbiji penuh
14. R7-8 : Stadia pemasakan biji, yaitu dimulai sejak biji mulai masak sampai dengan masak penuh.

15. PHT : Pengendalian Hama Terpadu, merupakan suatu cara pendekatan / cara berfikir / falsafah pengendalian hama yang didasarkan pada pertimbangan ekologi dan efisiensi ekonomi dalam rangka pengelolaan agroekosistem yang bertanggung jawab.
16. TPR : Teorema Pengangkutan Renold, yaitu suatu proses untuk menerapkan suatu persamaan matematika pada sebuah daerah khusus dalam rangka mengubah sebuah analisis sistem menjadi sebuah volume kendali.



**DAFTAR NOTASI :**

- CV** : Control Volume (Volume kendali)
- CS** : Control Surface (Permukaan kendali)
- V** : Volume *Control Volume* (Volume kendali)
- v** : Kecepatan serangga masuk melalui permukaan kendali ke dalam CV
- A** : Luasan *Control Surface* (permukaan kendali) untuk satu sisi dimana serangga menyerang dan keluar dari volume kendali
- $\rho$**  : Kepadatan polong yang ada di dalam volume kendali yang akan diserang oleh serangga
- Z** : Jumlah polong yang telah diserang yang ada di dalam volume kendali
- $\vec{n}$**  : Vektor normal bidang atau luasan, tegak lurus dengan permukaan CS
- Y** : Produksi tanaman pada waktu panen
- Yk** : Produksi tanaman tanpa perlakuan
- N** : Konstan yang menyatakan produksi tanaman tanpa adanya kerusakan
- C** : Parameter konstan yang mengukur laju pengaruh kerusakan pada produksi tanaman
- $P_{t-n}$**  : Populasi hama pada waktu sebelum waktu  $t$
- R** : Laju kecepatan pertumbuhan populasi untuk setiap unit waktu
- n** : Jumlah unit waktu
- Dt** : Kerusakan pada waktu  $t$ ,
- Pt** : Populasi hama pada waktu  $t$
- A** : Bilangan konstan yang merupakan tingkat toleransi kerusakan
- B** : Suatu parameter konstan yang menjelaskan laju perubahan  $Pt$

## MAKALAH YANG TELAH DIDESIMINASIKAN

1. Achmadi Susilo, Kusrieningrum Rochiman S, Marwoto, and Basuki Widodo. 2007. New Mathematical Model of Relationship Between Population of Pod Sucking Bug *Riptortus linearis F.* And Soybean Production. This Paper was presented on the Second Joint Conference Indonesia Malaysia on Mathematics and Statistics. ITS Institute Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. Surabaya, East Java, Indonesia. January 11 – 12, 2007.





## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) merupakan salah satu jenis tanaman kacang-kacangan yang penting di daerah tropis dan subtropis. Di Indonesia tanaman ini dianggap penting karena, disamping memiliki kandungan nutrisi cukup tinggi (protein 40,8 %; lemak 17,9 %, dan karbohidrat 38,5 %), kedelai juga merupakan bahan baku untuk industri besar seperti kecap, minyak kedelai, susu kedelai, dan saos kedelai (Snyder dan Kwon, 1987; Adisarwanto, 2005). Lain dari pada itu kedelai juga merupakan bahan baku industri rumah tangga (seperti : tahu, tempe, taoco) dan bahan pakan untuk ternak, sehingga kedelai berperan penting dalam aspek ekonomi nasional (Anonim, 1997b; Adisarwanto, 2005; Anonim, 2005; ).

Kebutuhan kedelai secara nasional pada tahun 2005 sudah mencapai 2,39 juta ton, sedangkan produksi dalam negeri baru mencapai 0,808 juta ton. Dengan demikian terdapat kekurangan sekitar 66,10 % dari total kebutuhan kedelai yang harus dipenuhi melalui impor (BPS, 2006). Mengingat penduduk Indonesia cukup besar dan industri pangan berbahan baku kedelai berkembang pesat maka pengembangan kedelai perlu mendapat prioritas dalam pembangunan nasional.

Untuk mengatasi keadaan ini, pemerintah telah berusaha untuk memperbaiki produksi kedelai melalui Program Bangkit Kedelai Tahun 2006. Diharapkan melalui program ini dapat menggairahkan dan mendorong kembali budidaya kedelai dalam negeri sehingga dapat mengurangi laju impor kedelai.

Upaya meningkatkan produksi kedelai, banyak dijumpai faktor pembatas. Salah satu kendala yang menyebabkan rendahnya hasil kedelai adalah karena serangan hama (Marwoto, Wahyuni, dan Neering, 1991). Menurut Arifin (1997) terdapat sembilan jenis hama utama yang menyerang tanaman kedelai, dan salah satunya yang dianggap penting adalah hama pengisap polong *Riptortus linearis* F. Hama ini termasuk kelompok pengisap polong yang biasanya menyerang tanaman kedelai secara bersamaan dengan dua jenis pengisap polong lainnya, yaitu kepik hijau *Nezara viridula* L. dan *Piezodorus spp* yang dikenal dengan sebutan kepik coklat pucat (Kalshoven, 1981; Suharsono, 1997)

Khusus untuk hama pengisap polong telah dilaporkan bahwa rata-rata luas serangan kompleks hama pengisap polong kedelai selama 5 tahun (1997-2001) di Indonesia mencapai 497 hektar (Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan, 2004). Sedangkan untuk hama *R. linearis*, luas serangan di pulau Jawa pada tahun 1987 mencapai 317 hektar dengan intensitas serangan 4,7 persen (BPS, 1997), sedangkan Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura melaporkan luas serangan hama ini di Jawa Timur pada tahun 1999 mencapai 70 hektar meskipun dalam katagori agak ringan (BPTPH, 1999). Akibat dari serangan nimfa instar 3-4 hama ini pada stadia perkembangan polong dan biji menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil kedelai hingga mencapai 70 – 75 persen (Winoto, 1986; Suharsono, 1991; Suharsono, 2000).

*R. linearis* dianggap sebagai salah satu jenis hama pengisap polong yang penting karena jenis hama ini sangat aktif (*mobile*) dan mempunyai daya terbang yang amat kuat, mempunyai inang yang banyak dan daerah penyebarannya cukup luas (Suharsono, 1997). Stadia pertumbuhan hama yang merusak polong kedelai

adalah nimfa dan imago. Khususnya untuk stadia nimfa instar 3-4, mempunyai kemampuan merusak polong paling tinggi dibanding nimfa instar lainnya (Tengkano, 1985).

Respon tanaman kedelai terhadap gangguan yang terjadi berbeda pada setiap fase pertumbuhannya, tergantung dari besarnya kerusakan dan saat terjadinya gangguan. Menurut Hanway dan Thompson (1987) dari sebelas fase pertumbuhan pada tanaman kedelai, maka fase ke tujuh atau berlangsungnya pengisian biji merupakan fase paling peka terhadap gangguan hama perusak polong, dan serangan pada fase ini dapat menyebabkan kehilangan hasil terbesar dibanding pada fase sebelum dan sesudahnya.

Hasil penelitian Talekar (1997) menunjukkan bahwa serangan *R. linearis* ini meningkat terutama pada saat perkembangan biji pada periode pengisian polong kedelai atau fase R5-R6. Sedangkan menurut Koswanudin dan Djuwarso (1997), hama ini mulai menyerang pada saat tanaman kedelai memasuki fase perkembangan polong ( fase R3-R4) sampai dengan stadia pemasakan biji kedelai (fase R7-R8). Lebih lanjut dijelaskan bahwa hama ini lebih menyukai polong kedelai berumur sedang ( R5-R6) dibanding polong muda (R3-R4) atau polong umur tua (R7-R8). Hasil penelitian lain yang dilakukan Masu'dah (2000) menunjukkan bahwa fase pertumbuhan generatif yang sangat disukai oleh hama ini adalah mulai R5 (fase permulaan pembentukan biji) sampai dengan R7 (fase permulaan pemasakan biji), meskipun pada stadia R3-R4 sudah terjadi serangan.

Serangan hama *R. linearis* pada polong umur muda (stadia R3-R4) menyebabkan biji keriput, biji kempis dan polong gugur. Serangan pada fase perkembangan polong dan pengisian biji (stadia R5-R6) menyebabkan polong dan

biji kempis kemudian mengering. Sedangkan serangan hama ini pada periode polong tua atau fase pemasakan biji (stadia R7-R8) menyebabkan adanya bintik-bintik hitam pada biji sehingga kualitas biji menurun (Koswanudin dan Djuwarso, 1997; Marwoto, dkk., 1999). Dengan demikian fase reproduktif tanaman kedelai, terutama periode perkembangan polong (stadia R3-R4) sampai dengan periode pemasakan biji (stadia R7-8) perlu mendapat perhatian, karena pada fase ini amat peka terhadap serangan pengisap polong *R. linearis*. Lain daripada itu akibat serangan hama ini adalah polong dan biji kempis, polong gugur, biji keriput, biji hitam membusuk, adanya bercak hitam pada biji, atau biji berlubang dan akibat lebih lanjut daya tumbuh biji akan berkurang (Tengkano, Iman dan Tohir, 1991).

Tindakan untuk mengendalikan hama pengisap polong terutama di sentral produksi kedelai hingga saat ini masih menggunakan insektisida, namun masih belum berhasil dengan baik dan kehilangan hasil masih cukup tinggi (Marwoto, Suharsono, dan Supriyatin, 1999). Kegagalan pengendalian hama tersebut seringkali disebabkan oleh kurangnya pemahaman mengenai aspek bioekologi serangga hama seperti : (a) penentuan stadia serangga hama yang paling merusak tanaman, (b) hubungan antara kepadatan populasi hama dengan kerusakan tanaman dan (c) hubungan antara populasi hama dengan hasil tanaman.

Pengetahuan tentang pengaruh kerusakan oleh serangga hama pengisap polong terhadap kualitas dan kuantitas hasil diperlukan untuk penentuan cara pengambilan keputusan dalam implementasi Pengendalian Hama Terpadu (PHT). Oleh karena itu perlu diketahui dengan tepat berapa kemampuan daya serang hama yang dapat menimbulkan kerusakan pada tanaman, serta hubungan antara populasi hama dengan hasil (Pedigo, 2002). Pola hubungan antara kepekaan

tanaman terhadap kerusakan dan kehilangan hasil akibat serangan hama bila telah diketahui dapat digunakan untuk menentukan waktu yang tepat saat aplikasi insektisida guna mencegah kehilangan hasil akibat serangan hama (Rauf, 1991).

Di dalam ekosistem pertanian antara serangga hama dengan tanaman inang terdapat hubungan yang tidak dapat dipisahkan. Perkembangan populasi dan kehidupan serangga hama sangat dipengaruhi oleh tanaman inang sebagai makanannya, tempat untuk berlindung, mencari pasangan, dan tempat bertelur (Metcalf and Luckman, 1975). Selain itu hubungan serangga dengan tanaman inang juga dipengaruhi faktor internal dan eksternal lainnya. Daya biotik serangga merupakan faktor internal yang penting dalam hubungannya dengan tanaman inang. Sedangkan faktor eksternal umumnya akan menghambat kehidupan serangga, seperti faktor iklim dan musuh alami (Pedigo, 2002). Hal ini menunjukkan bahwa ekosistem pertanian sebagai tempat kehidupan bagi serangga hama, bersifat kompleks, rumit dan dinamis.

Mengingat kerumitan susunan dan interaksi ekosistem maka untuk memudahkan analisis dibutuhkan model-model yang dapat menggambarkan keadaan ekosistem yang sebenarnya. Model dapat berbentuk model konseptual, diagramatik, matematik, atau simulasi komputer. Kegunaan model ini dalam pengelolaan hama amat penting dan banyak dimanfaatkan untuk mengendalikan beberapa hama penting terutama di negara-negara maju (Schoemaker, C.A. 1980), namun di Indonesia hingga saat ini masih sangat sedikit.

Untuk kepentingan analisis pendugaan kehilangan hasil, beberapa peneliti berusaha untuk mengkuantitatifkan pengaruh populasi hama terhadap kerusakan tanaman dan hasil. Perkembangan kuantitatifasi tersebut telah mendorong para

ahli untuk memformulasikan hubungan antara populasi hama dengan kerusakan yang ditimbulkan, dan kehilangan hasil yang diakibatkan dengan menyusun suatu model matematika (Headley, 1972; Hammord dan Pedigo, 1982).

Model merupakan penjabaran sederhana dari berbagai bentuk hubungan dan interaksi antar komponen dalam suatu sistem. Bila bentuk hubungan ini diketahui dengan baik, maka dapat disusun menjadi suatu persamaan matematis untuk menjabarkan berbagai asumsi yang ada (Noordwijk dan Lusiana, 2006). Pemodelan pada prinsipnya bertujuan untuk mempelajari suatu sistem dengan cara menyederhanakan sistem tersebut. Penyederhanaan sistem dapat ditempuh dengan cara mempelajari unsur-unsur penyusunnya secara parsial, kemudian mencari tata hubungan dan cara kerja yang ada padanya (Boote, *et al.*, 1996). Hubungan antara populasi hama pengisap polong *R. linearis* dengan tanaman kedelai merupakan hubungan antar komponen di dalam ekosistem tanaman kedelai yang dinamis dan saling berinteraksi satu dengan lainnya.

Headley (1972) telah mempelajari suatu persamaan matematika atau model matematika mengenai hubungan antara populasi hama dengan hasil tanaman. Persamaan matematika ini merupakan suatu pendekatan untuk menghitung besarnya nilai ambang ekonomi (AE) suatu jenis hama dengan tipe alat mulut penggigit pengunyah yang diuraikan melalui dua tahap. Sedangkan untuk hama dengan tipe alat mulut pencucuk pengisap (hama pengisap polong kedelai *R. linearis*), pemanfaatan persamaan matematika seperti dimaksud hingga saat ini belum pernah diteliti.

Selain pendekatan berdasarkan persamaan matematika Headley (1972), ada berbagai metode yang dapat digunakan untuk mempelajari dan menganalisis

suatu hubungan antara populasi hama pengisap polong *R. linearis* dengan kerusakan polong kedelai, dan salah satunya adalah dengan mengimplementasikan persamaan matematika berdasarkan pendekatan Teorema Pengangkutan Reynold.

Menurut Munson, *et al* (1998), Teorema Pengangkutan Reynold (TPR) adalah langkah untuk menerapkan suatu persamaan matematika pada sebuah daerah khusus dalam rangka mengubah sebuah sistem menjadi sebuah volume kendali. Persamaan matematika yang berasal dari Teorema Pengangkutan Reynold ini sebelumnya dikenakan batasan-batasan dan asumsi tertentu sesuai dengan keadaan sistem dimana TPR ini akan diimplementasikan. Pada penelitian ini persamaan matematika tersebut akan digunakan untuk memprediksi banyaknya polong kedelai yang rusak akibat serangan serangga hama *R. linearis*. dan selanjutnya hasil prediksi kerusakan polong tersebut akan digunakan untuk menduga hasil kedelai.

Atas dasar alasan tersebut, maka perlu dilakukan penelitian tentang hubungan antara kepadatan populasi hama pengisap polong *R. linearis* pada berbagai stadia pertumbuhan polong (R3-4, R5-6, dan R7-8) dengan kerusakan polong dan pengaruhnya terhadap hasil kedelai (*Glycine max* (L.) Merriil.) berdasarkan pendekatan Teorema Pengangkutan Reynold.

Diharapkan hasil penelitian ini akan dapat memperkuat konsep ambang ekonomi khususnya untuk hama pengisap polong *R. linearis* dan menjadi masukan yang penting dalam rangka menyusun dan mengimplementasikan Program Nasional Pengendalian Hama Terpadu pada komoditas kedelai.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian tersebut di atas, dapat dirangkum beberapa permasalahan penelitian sebagai berikut :

1. Apakah kepadatan populasi nimfa dan imago serangga hama *R. linearis* yang berbeda berpengaruh terhadap kerusakan polong dan biji serta hasil kedelai pada berbagai stadia pertumbuhan polong (R3-4, R5-6, dan R7-8) ?
2. Apakah stadia nimfa dan imago serangga hama *R. linearis* berpengaruh terhadap kerusakan polong dan biji serta hasil kedelai pada berbagai stadia pertumbuhan polong (R3-4, R5-6, dan R7-8) ?
3. Apakah stadia reproduktif tanaman kedelai (R3-4, R5-6, dan 7-8) mempunyai kepekaan yang berbeda terhadap kerusakan polong, kerusakan biji, dan hasil kedelai akibat inokulasi nimfa dan imago serangga hama *R. linearis* ?
4. Apakah persamaan matematika yang diturunkan dari Teorema Pengangkutan Reynold dapat digunakan untuk memprediksi hubungan populasi serangga hama *R. linearis* dengan kerusakan polong kedelai pada stadia R3-4, R5-6, dan R7-8 ?
5. Apakah persamaan matematika dari hubungan populasi serangga hama *R. linearis* dengan kerusakan polong yang diturunkan dari Teorema Pengangkutan Reynold, dapat digunakan untuk memprediksi hasil kedelai pada stadia R3-4, R5-6, dan R7-8.



## 1.2. Tujuan Penelitian

### 1.2.1. Tujuan umum

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kepadatan populasi hama pengisap polong *R. linearis* terhadap kerusakan polong dan hasil kedelai serta menganalisis hubungan antara kepadatan populasi hama *R. linearis* dengan kerusakan polong kedelai yang disusun berdasarkan pendekatan Teorema Pengangkutan Reynold untuk menduga kerusakan polong dan hasil kedelai pada stadia R3-4, R5-6, dan R7-8

### 1.2.2. Tujuan khusus

Adapun tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui pengaruh kepadatan populasi nimfa dan imago hama pengisap polong *R. linearis* terhadap kerusakan polong dan biji serta hasil kedelai pada berbagai stadia pertumbuhan polong kedelai (R3-4, R5-6, dan R7-8).
2. Mengetahui pengaruh stadia nimfa dan imago hama pengisap polong *R. linearis* terhadap kerusakan polong dan biji, serta hasil kedelai pada stadia R3-4, R5-6, dan R7-8.
3. Mengetahui pengaruh kepekaan stadia pertumbuhan polong (R3-4, R5-6, dan R7-8) terhadap kerusakan polong dan biji serta hasil kedelai akibat inokulasi nimfa dan imago hama pengisap polong *R. linearis*.
4. Menduga bahwa persamaan matematikayang diturunkan dari Teorema Pengangkutan Reynold, dapat digunakan untuk memprediksi hubungan

populasi serangga hama *R. linearis* dengan kerusakan polong kedelai pada stadia R3-4, R5-6, dan R7-8.

5. Menduga bahwa kerusakan polong yang diperoleh dari hubungan populasi serangga hama *R. linearis* dengan kerusakan polong yang diturunkan dari Teorema Pengangkutan Reynold dapat digunakan untuk memprediksi hasil kedelai pada stadia R3-4, R5-6, dan R7-8.

#### 1.4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain :

1. Dengan menelaah hubungan fungsional antara kepadatan populasi pengisap polong *R. linearis* dengan kerusakan polong, maka akan didapatkan periode kritis tanaman kedelai terhadap serangan hama pengisap polong *R. linearis* yang selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam menyusun Program Pengendalian Hama Terpadu khususnya terhadap hama pengisap polong *R. linearis*
2. Dengan mengetahui hubungan antara kepadatan populasi hama *R. linearis* dengan kerusakan polong kedelai, selanjutnya persamaan matematik dari hubungan ini dapat digunakan untuk memprediksi besarnya kehilangan hasil kedelai di daerah sentral produksi kedelai akibat serangan hama pengisap polong *R. linearis* pada masa mendatang.
3. Setelah mengetahui pengaruh perbedaan kepadatan populasi hama *R. linearis* pada berbagai stadia pertumbuhan polong, maka akan memudahkan petani untuk mengetahui pada populasi berapa dari stadia

pembentukan polong hingga stadia pemasakan biji yang dianggap paling merugikan jika tidak dilakukan tindakan pengendalian.

#### 1.5. Batasan Masalah Penelitian

Penelitian ini dibatasi hanya pada pertanaman kedelai yang diserang oleh hama pengisap polong *R. linearis* di daerah Surabaya dan sekitarnya. Budidaya tanaman tersebut dilaksanakan pada Musim Tanam (MT) tahun 2004 / 2005. Dengan demikian pendekatan matematika yang dipilih / digunakan hanya berlaku untuk menduga kerusakan polong dan hasil kedelai akibat serangan hama pengisap polong tersebut di Surabaya dan sekitarnya. Untuk mengimplementasikan persamaan ini di tempat lain masih diperlukan kalibrasi dari model matematika yang telah diperoleh dan asumsi-asumsi tertentu sesuai dengan kondisi dan sifat dari ekosistem setempat.

## BAB. 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Landasan Teori

##### 2.1.1. Klasifikasi dan morfologi tanaman kedelai

Tanaman kedelai termasuk ke dalam divisi spermatophyta, kelas dycotiledonae, ordo polypetalae, famili leguminoseae, genus glycine, sub-genus glycine dan spesies *max* (Adisarwanto dan Wudiati, 1999). Tanaman kedelai berasal dari daratan Cina yang kemudian dikembangkan di berbagai negara seperti Amerika, Amerika Latin, dan Asia. Tanaman ini dibudidayakan di Indonesia mulai abad ke-17 sebagai tanaman pangan dan pupuk hijau. Penyebaran tanaman kedelai ke Indonesia berasal dari daerah Manshukuo menyebar ke daerah Manssuria Jepang (Asia Timur) dan ke negara-negara lain di Amerika dan Afrika (Anonim, 2003; Adisarwanto, 2005).

##### 2.1.2. Syarat tumbuh tanaman kedelai

Untuk mencapai pertumbuhan tanaman yang optimal, tanaman kedelai memerlukan kondisi lingkungan tumbuh yang optimal pula. Tanaman kedelai amat peka terhadap perubahan kondisi lingkungan tumbuh, khususnya iklim dan tanah. Tanaman kedelai sebagian besar tumbuh di daerah yang beriklim tropis dan subtropis. Iklim kering lebih disukai tanaman kedelai dibandingkan dengan iklim lembab. Tanaman kedelai dapat tumbuh dengan baik di daerah yang memiliki curah hujan sekitar 100-400 mm/bulan, sedangkan untuk mendapatkan hasil yang optimal, tanaman kedelai membutuhkan curah hujan antara 100-200 mm / bulan (Anonim, 2003 b; Adisarwanto, 2005).

Suhu yang cocok untuk tanaman kedelai di daerah tropis berkisar antara 25 - 27° C, sedangkan untuk proses perkecambahan benih kedelai memerlukan suhu yang lebih tinggi yaitu 30° C (Anonim, 2003), hal ini disebabkan perkecambahan benih tertekan pada kondisi kelembaban tanah tinggi. Sementara pada suhu tinggi (> 30° C) banyak biji yang mati akibat respirasi air dari dalam biji yang terlalu cepat (Adisarwanto, 2005).

Kedelai dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah asal saja draenase dan aerasi tanah cukup baik. Pada tanah jenis Alluvial, Regosol, Grumosol, Latosol dan Andosol, kedelai dapat tumbuh dengan baik. Tanah yang subur, gembur, dan kaya akan bahan organik sangat baik bagi pertumbuhan kedelai. Keasaman tanah atau pH yang dikehendaki adalah berkisar 5,8 – 7,0 (Anonim, 2002; 2003 b).

Tanaman kedelai amat peka terhadap perubahan panjang hari atau lama penyinaran matahari karena kedelai termasuk tanaman “hari pendek”, artinya tanaman kedelai tidak akan berbunga jika panjang hari melebihi batas kritis, yaitu 15 jam per hari. Oleh karena itu bila varietas yang berproduksi tinggi dari daerah subtropis (dengan panjang hari 14 – 16 jam) ditanam di daerah tropis (dengan rata-rata panjang hari 12 jam), maka varietas tersebut akan mengalami penurunan produksi karena masa berbunganya menjadi pendek (Adisarwanto dan Wudianti, 1999; Adisarwanto, 2005)

Tanaman kedelai perlu diberi pengairan sekitar 3-4 kali. Pengairan pertama diberikan sebelum penanaman. Kegiatan pengairan selanjutnya dilakukan 2-3 minggu sebelum berbunga, pada saat berbunga, dan pada saat pengisian polong. Penanaman pada bulan-bulan kering menghasilkan pertumbuhan tanaman kedelai yang optimum selama kelembaban tanah terjaga (Anonim, 1997 b).

### 2.1.3. Stadia pertumbuhan kedelai

Pengetahuan tentang stadia pertumbuhan tanaman kedelai sangat penting tidak hanya bagi para pengguna aspek produksi kedelai, tetapi juga penting bagi aspek perlindungan tanaman terutama terkait dengan hubungan stadia pertumbuhan tanaman kedelai dengan serangan serangga hama.

Tanaman kedelai mempunyai dua periode tumbuh, yaitu periode vegetatif dan periode generatif. Periode vegetatif adalah periode tumbuh dari mulai munculnya tanaman di permukaan tanah sampai terbentuknya bunga pertama. Periode reproduktif dinyatakan sejak waktu berbunga hingga perkembangan polong, perkembangan biji, dan saat biji matang.

Menurut Somaatmadja (1985) periode vegetatif dihitung sejak tanaman muncul dari dalam tanah. Setelah kotiledon keluar dari dalam tanah, ke dua lembar daun primer (daun unifoliolat) terbuka dua sampai tiga hari kemudian dan letaknya berseberangan. Pembentukan awal dari tanaman muda selanjutnya merupakan pembentukan daun bertangkai tiga (trifoliolat). Penandaan stadia vegetatif menggunakan huruf V dengan diikuti angka yang menunjukkan jumlah buku pada batang utama, mulai dari buku unifoliolat yang memiliki daun terurai penuh. Buku unifoliolat dihitung sebagai satu buku, karena terdapat pada batang. Daun terurai penuh apabila daun yang terletak pada buku di atasnya telah mulai membuka, tidak menggulung lagi. Stadia sebelum mencapai buku pertama adalah stadia pemunculan (VE) dan diikuti dengan stadia kotiledon (VC) (Somaatmadja, 1985). Uraian mengenai stadia vegetatif tanaman kedelai disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Perkembangan Stadia Vegetatif Tanaman Kedelai

No	Fase	Ciri- ciri
V.E.	Kecambah	Kotiledon tumbuh di atas permukaan tanah
V.C.	Kotiledon terbuka	Daun unifoliolat tunggal telah terbuka (tidak menggulung). Tepi-tepi daun tidak bersentuhan
V1	Buku ke satu	Daun tunggal tumbuh sempurna, daun trifoliolate telah ada, dan tepi –tepi anak daun sudah tidak bersentuhan
V2	Buku ke dua	Trifoliolate telah membuka sempurna. Trifoliolate ke dua masih kecil dengan tepi-teli anak daun tidak bersentuhan
V3	Buku ke tiga	Tiga buku pada batang utama dengan daun telah berkembang sempurna. Dimulai dengan buku unifoliolate.
Vn	Buku ke n	N buku pada batang utama dengan sembilan daun yang sudah mengembang penuh dimulai dari buku unifoliolate.

Sumber : Somaatmadja, (1985); Anonim. (2003 b)

Untuk periode generatif pada tanaman kedelai, Somaatmadja (1985) menguraikan bahwa untuk stadia reproduktif diberi tanda “R” dan diikuti dengan angka satu sampai dengan delapan. Penandaan stadia reproduktif tersebut berdasarkan terdapatnya bunga, polong, dan pengisian biji pada tanaman kedelai. Selain pembagian seperti di atas, stadia reproduktif pada tanaman kedelai dibedakan menjadi empat kelompok, yaitu : (1) stadia R1 dan R2, disebut sebagai stadia pembungaan, yaitu pada saat tanaman kedelai umur 28 – 35 hari setelah tanam (HST), (2) stadia R3 dan R4, disebut dengan stadia pembentukan polong, yaitu pada saat tanaman kedelai umur 40-54 HST, (3) stadia R5 dan R6, disebut

dengan stadia pengisian biji, yaitu pada saat tanaman kedelai berumur kurang lebih 55-68 HST, dan (4) stadia R7 dan R8, disebut sebagai stadia pemasakan biji, yaitu pada saat tanaman kedelai umur 69-84 HST (Tengkano, dkk. 1991; Anonim, 2003 b). Lebih rinci tentang perkembangan stadia reproduktif tanaman kedelai disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Perkembangan Stadia Reproduksi Tanaman Kedelai

Kode	Tingkat stadium	Uraian
R1	Mulai berbunga	Bunga terbuka pertama pada buku maupun pada batang utama.
R2	Berbunga penuh	Bunga terbuka pada satu dari dua buku teratas pada batang utama dengan daun terbuka penuh
R3	Mulai berpolong	Panjang polong 5 mm pada salah satu diantara 4 buku teratas pada batang utama, daun terbuka penuh.
R4	Berpolong penuh	Panjang polong 2 cm pada salah satu dari 4 buku teratas pada batang utama, daun terbuka penuh
R5	Mulai berbiji	Biji sebesar 3 mm dalam polong pada salah satu 4 buku teratas pada batang utama dan daun terbuka penuh
R6	Berbiji penuh	Polong berisis satu biji hijau mengisi rongga polong pada salah satu buku teratas pada batang utama dan daun terbuka penuh
R7	Mulai masak	Satu polong pada batang utama telah mencapai warna polong masak
R8	Masak penuh	95 persen dari polong telah mencapai warna polong masak.

Sumber : Somaatmadja (1985); Anonim (2003 b)



Lain dari pada itu menurut Suprpto (1995), stadia reproduktif kedelai dibagi menjadi delapan kelompok, yaitu R1, disebut stadia permulaan berbunga, R2 disebut stadia berbunga sempurna, R3 disebut stadia permulaan pembentukan polong, R4 disebut stadia pembentukan polong sempurna, R5 disebut stadia permulaan pembentukan biji, R6 disebut stadia pembentukan biji sempurna, R7 disebut stadia permulaan pemasakan biji, dan R8 disebut stadia pemasakan sempurna biji.

#### 2.1.4. Hama pengisap polong *Riptortus linearis* F.

##### Klasifikasi dan bioekologi

Serangga hama pengisap polong atau dikenal dengan kepik polong (*pod sucking bug*) termasuk ke dalam ordo: Hemiptera, famili : *Coreidae*, genus: *Riptortus* dan spesies: *R. linearis* (Talekar, 1997; Marwoto, dkk. 1999). Imago serangga ini berbadan panjang dan berwarna kuning coklat. Morfologinya mirip dengan walang sangit, tetapi mudah dikenal dengan garis putih kekuningan yang terdapat disepanjang sisi bandannya. Panjang badan imago betina 13-14 mm, sedangkan imago jantan 11-13 mm. Abdomen imago betina bagian tengahnya membesar dan gembung, sedangkan abdomen imago jantan lurus ke belakang. Umur imago berkisar antara 4-47 hari ( Marwoto, dkk. 1999) .

Telur dari *R. linearis* diletakkan secara berkelompok pada permukaan daun bagian bawah dan atau pada polong dengan jumlah 3-5 butir. Bentuk telur bulat dengan bagian tengahnya agak cekung. Telur yang baru diletakkan berwarna biru keabu-abuan, kemudian berubah menjadi coklat suram. Diameter telur 1,20 mm, dan stadium telur berkisar 6-7 hari (Anonim, 2004 b).

Nimfa *R. linearis* terdiri dari lima instar dan diantara instar terdapat perbedaan bentuk, warna, ukuran, dan umur. Nimfa instar pertama mirip semut gramang, warnanya mula-mula kemerah-merahan, kemudian berubah menjadi coklat kekuning-kuningan, umurnya satu sampai dengan tiga hari dengan panjang badan rata-rata 2,60 mm. Nimfa instar ke dua mirip dengan semut gramang, warnanya mula-mula coklat kekuning-kuningan kemudian berubah menjadi coklat tua. Umur instar dua adalah 2 - 4 hari dengan panjang tubuh 3,40 mm. Nimfa instar tiga mirip dengan semut rangrang, mula-mula berwarna kemerah-merahan kemudian berubah menjadi coklat. Umur instar ke tiga adalah 2-6 hari dengan panjang badan mencapai 6,00 mm. Nimfa instar ke empat mirip dengan semut polyrachis, mula-mula berwarna kemerah-merahan kemudian berubah menjadi coklat kehitaman. Umur instar empat adalah 3 - 6 hari dan panjang tubuh instar empat rata-rata 7,00 mm. Nimfa instar lima mirip dengan semut polyrachis, mula-mula berwarna kemerah-merahan kemudian berubah menjadi hitam agak ke abu-abuan. Umur dari instar lima adalah 5 - 8 hari dengan panjang badan rata-rata 9,90 mm. Lama hidup instar nimfa rata-rata 23 hari dan perkembangan serangga ini dari telur sampai dengan imago rata-rata 29 hari, sedangkan periode pra-peneluran adalah 5 hari (Anonim, 2004 b; Marwoto, dkk., 1999).

#### **Tanda serangan.**

Imago dan nimfa *R. linearis* merusak seluruh stadia pertumbuhan polong dan biji. Kerusakan yang diakibatkan berbeda-beda, ditentukan oleh frekuensi serangan dan umur biji atau polong. Cara merusaknya adalah dengan menusukkan stilet ke kulit polong terus ke biji kemudian mengisap cairan biji kedelai.

Infestasi pada polong muda menyebabkan biji kempis dan seringkali menyebabkan polong gugur. Infestasi pada fase pertumbuhan polong dan pengisian biji akan menyebabkan biji dan polong kempis kemudian mengering. Infestasi pada fase pengisian biji menyebabkan biji menjadi busuk dan hitam, dan serangan pada polong tua menyebabkan kualitas biji menurun oleh adanya bintik-bintik hitam pada biji (Kalshoven, 1981; Tengkan, 1985; Marwoto, dkk. 1991).

Tanda kerusakan akibat serangan hama *R. linearis* dapat dilihat pada bagian dalam kulit polong dan pada biji dengan cara membuka kulit polong. Seringkali ada tambahan serangan yaitu sejenis jamur yang masuk pada saat serangga menusukkan stiletnya dan mengisap cairan biji.

#### **Status hama, tanaman inang, dan daerah penyebaran**

Sampai saat ini *R. linearis* tercatat sebagai hama penting pada pertanaman kedelai di Indonesia, terutama di daerah Sulawesi Selatan, Sulawesi Utara, Jawa Timur, Jawa Barat, dan Sumatera Selatan (Kalshoven, 1981). Pada umumnya tanaman inang yang sesuai bagi serangga hama adalah apabila tanaman tersebut dipilih sebagai tempat untuk berlindung, meletakkan telur, tempat untuk mendapatkan makanan, dan tempat untuk mendapatkan pasangan.

Pengisap polong kedelai *R. linearis* merupakan jenis serangga yang memiliki sifat polifag. Selain menyerang kedelai serangga ini juga menyerang leguminosa lainnya, seperti : kacang panjang, kacang hijau, dan kacang tunggak (Suhardjan dan Tengkan, 1983). Selain menyerang jenis kacang-kacangan, kepik polong *R. linearis* dapat hidup pada berbagai jenis tanaman inang seperti *Tephrosia spp*, *Accasia vilosa Wilid*, dadap, *Dosmodium*, *Solanaceae*, *Cajanus indicus Spreng*, *Thea sinensis* dan *Crotalaria* (Kalshoven, 1981).

Hama pengisap polong ini terdapat juga di India dan diketahui menyerang tanaman kacang iris, di Filipina dan Indonesia diketahui menyerang kacang-kacangan : kacang panjang, kacang hijau, dan kedelai (Tengkan, 1985), sedangkan di Taichung (china) hama ini dikenal dengan nama *Riptortus clavatus* dan menyerang tanaman kedelai (Qingling, 1980).

#### 2.1.5. Hubungan populasi hama dengan tingkat kerusakan

Salah satu hal penting yang perlu mendapat perhatian apabila menghadapi serangan hama adalah kepadatan populasi. Populasi adalah merupakan kelompok individu dari spesies yang sama pada tempat tertentu dalam suatu waktu tertentu dan anggota kelompok itu mempunyai kesempatan satu dengan lainnya untuk berkembang biak (*interbreeding*) ditandai juga dengan tidak saling kontak atau hubungan dengan anggota kelompok lain dalam spesies yang sama (Pedigo, 2002; Walter, 2003).

Pertumbuhan populasi pada prinsipnya dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor di luar populasi (*external factor*) yang terdiri dari predator, makanan (faktor bertautan dengan padat populasi) dan iklim sebagai faktor yang tidak berpengaruh langsung terhadap populasi. Faktor ke dua adalah faktor dalam (*internal factor*) yang meliputi faktor genetik (Untung, 1995).

Populasi setiap organisme pada suatu ekosistem tidak pernah sama dari waktu ke waktu, tetapi populasi akan naik turun yang berkisar sekitar suatu garis asimtot yang dinamakan kedudukan keseimbangan populasi. Menurut Untung, (1993) pertumbuhan populasi organisme terbagi menjadi 5 tingkat yaitu : (1) periode peningkatan populasi yang tumbuh secara sigmoid, (2) pencapaian aras

atau letak keseimbangan yang merupakan garis asimtot dari kurve sigmoid, (3) merupakan tahap oksilasi dan fluktuasi populasi, (4) periode penurunan populasi atau periode pertumbuhan negatif dan (5) periode kepunahan dari suatu populasi. Kelima tingkatan perkumpulan populasi organisme tersebut dapat dilihat pada perkembangan populasi hama pada tanaman semusim, seperti pada tanaman kedelai.

Faktor populasi berhubungan erat dengan tingkat kerusakan tanaman yang juga erat dengan kehilangan hasil. Makin besar populasi suatu hama pada stadia yang merugikan, maka tingkat kerusakan makin besar pula. Sampai pada suatu jumlah tertentu populasi serangga dapat menimbulkan kerusakan yang mempunyai arti ekonomi. Dalam kedudukan ini serangga tersebut telah berada pada aras ekonomi dan perlu segera diadakan tindakan pengendalian untuk mencegah peningkatan populasi berikutnya yang dapat menurunkan hasil secara ekonomi (Untung, 1991).

Terjadinya serangan hama pada suatu tanaman disebabkan adanya kesesuaian fenologi antara tanaman dengan hama tersebut. Untuk tanaman kedelai, pada saat fenologi tanaman kedelai (memasuki periode pembentukan polong, pengisian sampai dengan pemasakan polong), sesuai dengan fenologi serangga *R. linearis* (saat stadia nimfa dan imago) di lapang, maka terjadilah serangan hama pengisap polong ini pada tanaman kedelai.

Perkembangan populasi pengisap polong *R. linearis* pada tanaman kedelai dimulai pada saat imago datang di pertanaman kedelai menjelang pembungaan untuk meletakkan telurnya. Segera setelah terbentuk polong, pengisap polong akan merusak polong dan biji sampai menjelang panen. Tingkat serangan terus

meningkat apabila tidak dilakukan usaha penekanan terhadap populasi pada awal pertumbuhan polong (Tengkano *et al*, 1992).

#### **2.1.6. Hubungan antara kerusakan dan kehilangan hasil**

Masalah hama muncul karena meningkatnya kepadatan populasi hama melebihi keadaan yang normal. Dalam keadaan normal meskipun dalam lingkungan pertanian yang tidak stabil, maka dalam kurun waktu yang panjang populasi hama relatif stabil, dan akan bergejolak disekitar suatu aras populasi yang dinamakan keseimbangan umum (*equilibrium position*). Dengan meningkatnya populasi serangga hama, maka akan membutuhkan makanan yang lebih banyak, artinya kerusakan tanaman akan makin meningkat.

Kerusakan tanaman adalah merupakan suatu keadaan atau kondisi yang ditimbulkan oleh aktivitas serangga pada tanaman, baik hal itu berfungsi sebagai makanannya (daun, bunga, polong) maupun tempat peletakan telur (daun, dan kadang-kadang polong) (Pedigo, 2002). Dengan adanya kerusakan ini berarti kelangsungan hidup tanaman tidak berjalan secara normal. Pada awalnya tanaman akan mengadakan respon terhadap serangan hama, namun apabila hal ini berlangsung terus menerus sampai melebihi batas toleransinya, maka terjadilah kerugian hasil dalam hal jumlah maupun kualitasnya.

Besarnya kehilangan hasil suatu tanaman akibat kerusakan oleh serangga hama, bervariasi tergantung pada berat tidaknya kerusakan serta pada bagian mana kerusakan tersebut terjadi. Kerusakan yang ditimbulkan oleh serangga pemakan daun tentunya akan memberikan penurunan hasil yang berbeda dengan

kerusakan yang ditimbulkan oleh hama perusak polong dan biji. Penaksiran kerusakan dan penurunan hasil yang ditimbulkan juga akan berbeda.

Hubungan antara kerusakan dan kehilangan hasil adalah faktor yang paling mendasari penentuan tingkat kerusakan ekonomi. Fenemore (1982 dalam Untung, 1993) menyebut ada empat faktor utama yang mempengaruhi hubungan kerusakan dengan kehilangan hasil yaitu: saat kerusakan terjadi, tipe kerusakan, intensitas kerusakan, dan keadaan lingkungan.

Saat kerusakan terjadi, dalam hubungannya dengan fase perkembangan tanaman, sangat mempengaruhi besarnya kehilangan hasil. Umumnya bibit adalah fase yang paling rentan, sedangkan tanaman yang lebih tua biasanya lebih mampu menahan atau mengimbangi kerusakan. Begitu pula halnya dengan tanaman yang sedang memasuki fase generatif biasanya lebih rentan, tetapi setelah menjadi tua akan lebih tahan terhadap kerusakan.

Bagian tanaman yang dirusak juga mempengaruhi besarnya kehilangan hasil. Pada tanaman kedelai misalnya perlu dibedakan antara kerusakan pada bagian yang dipanen (polong) dengan kerusakan pada bagian yang tidak dipanen (daun). Kerusakan polong oleh hama *Etiella zinckenella* Tr. berbeda dengan kerusakan oleh serangan *Heliothi sp.*, dan berbeda pula dengan kerusakan polong akibat serangan pengisap polong *R. linearis* atau *N. viridula*. Begitu pula dengan kerusakan daun oleh ulat dengan oleh kutu daun akan berbeda.

Larva *Etiella spp* lebih suka makan biji muda. Biji yang digerek dapat habis sama sekali atau tersisa sedikit. Dalam satu polong, jarang ditemukan lebih dari satu ekor larva (Djuwarso dan Harnoto, 1998). Kehilangan hasil akibat

serangan hama ini dapat mencapai 80 persen bahkan puso apabila tidak ada tindakan pengendalian (Marwoto, dkk., 1991; Marwoto, dkk., 1999).

Menurut Rauf (1992) secara garis besar kurva hubungan antara intensitas kerusakan dengan hasil terdiri dari tiga fase (1) fase kompensasi, yaitu tanaman mampu mentoleransi atau mengkompensasi kerusakan, (2) fase kerusakan tidak ekonomis, yaitu kehilangan hasil sangat rendah sehingga tidak terukur, dan (3) fase kerusakan ekonomis, yaitu kehilangan hasil cukup nyata sehingga memerlukan tindakan pengendalian.

#### **2.1.7. Distribusi populasi hama pengisap polong *R. linearis***

Menurut Andrewartha dan Birch (1974) pengertian distribusi organisme hidup dapat mempunyai arti statistik dan artian ekologi. Dalam pengertian statistik berarti frekuensi nisbi dari suatu satuan luas bujur sangkar mengandung 1, 2, 3, 4, 5, 6...dan seterusnya organisme hidup yang membentuk suatu distribusi frekuensi. Dalam artian ekologi, distribusi lebih menyangkut kelimpahan suatu organisme hidup pada lokasi-lokasi di dalam suatu area tertentu.

Distribusi populasi serangga merupakan unsur penting di dalam dinamika populasi maupun dalam pengendalian serangga hama, karena distribusi merupakan kendala efektifitas pengelolaan serangga untuk menentukan seberapa jauh serangga akan menyebar selama periode tertentu bukan merupakan hal yang mudah. Mengapa serangga itu menyebar dan apa keuntungan dan kerugian serangga itu melakukan penyebaran bagi kehidupannya adalah suatu hal yang sulit diketahui (Southwood, 1978; Pedigo, 2002).



Salah satu komponen penting di dalam PHT adalah program pengambilan contoh dan pemantauan populasi hama. Pada umumnya pemahaman mengenai distribusi populasi atau pemencaran serangga di lapangan dianggap mengikuti pola sebaran normal, tetapi pada kenyataannya cenderung mengelompok. (Odum, 1971). Pengambilan contoh dilakukan agar dapat mendekati sifat populasi sebenarnya di lapangan, sehingga sangat perlu diketahui pola pencar serangga agar contoh yang digunakan benar-benar telah mewakili keadaan populasi di lapangan. Menurut Tengkanan dan Karmawati (1989) imago serangga hama ini meletakkan telurnya secara acak, nimfa menyebar secara mengelompok, dan imago menyebar secara acak pada umur 50 dan 51 HST.

Penelitian tentang distribusi populasi untuk hama pengisap polong kedelai *R. linearis* yang dilakukan Tengkanan dan Karmawati (1989) menunjukkan bahwa imago serangga ini meletakkan telurnya secara acak, nimfanya menyebar secara mengelompok, dan imago menyebar secara acak pada tanaman bermur 50 HST dan 56 HST, dan pada tahap pertumbuhan selanjutnya, imago menyebar membentuk kelompok.

Selain pola distribusi populasi antar tanaman, juga telah diketahui sebaran vertikal dari pengisap polong *R. linearis* pada tanaman kedelai. Ternyata hasil penelitian menunjukkan bahwa 73,7 persen populasi imago *R. linearis* pada tanaman kedelai berada pada dua pertiga tanaman bagian atas (Tengkanan, dkk., 1990). Studi tentang pola distribusi antar tanaman dan dalam tanaman (*within-field and within plant distribution*) sangat penting terutama digunakan sebagai dasar untuk memantau populasi dan serangan hama pengisap polong kedelai.

Selanjutnya hasil studi ini dapat digunakan dasar penentuan pengambilan unit contoh / sampling populasi untuk hama *R. linearis*.

## 2.1.8. Diskripsi tentang model dan model matematika

### 2.1.8.1. Diskripsi tentang model

Pemecahan permasalahan yang berhubungan dengan pengendalian hama di bidang pertanian melalui pendekatan permodelan merupakan teknik yang tergolong relatif baru. Teknik ini dianggap cocok untuk dikembangkan karena adanya beberapa kelebihan dari penggunaan permodelan.

Model adalah suatu konsep yang digunakan untuk menyatakan sesuatu keadaan (permasalahan) ke dalam bentuk simbolik, ikonik atau analog (Meyer, 1987; Mulyono, 1991). Menurut Grant (1986) model adalah abstraksi realitas atau diskripsi formal unsur-unsur utama suatu permasalahan. Pendapat lain dikemukakan oleh Noordwijk dan Lusiana (2006), bahwa model merupakan penjabaran sederhana dari berbagai bentuk hubungan dan interaksi antar komponen dalam suatu sistem. Bila bentuk hubungan ini diketahui dengan baik, maka dapat disusun menjadi suatu persamaan matematik untuk menjabarkan berbagai asumsi yang ada. Hasil dari pendugaan model umumnya masih berupa “hipotesis” yang harus diuji kebenarannya pada “dunia yang nyata”.

Pada hakekatnya model adalah wakil dari suatu realitas, oleh sebab itu wujud model haruslah lebih sederhana. Jadi pemodelan sebenarnya merupakan upaya penyederhanaan (*simplifikasi*) dari suatu permasalahan. Permasalahan yang dapat didekati dengan model adalah bercirikan suatu sistem, misalnya sistem ekologi, sistem ekonomi, sistem biologi, sistem sosial, dan lain sebagainya.

Dengan demikian pemodelan bertujuan untuk mempelajari sistem dengan cara menyederhanakan sistem tersebut. Penyederhanaan sistem dapat ditempuh dengan cara mempelajari unsur-unsur penyusunnya secara parsial, kemudian mencari tata hubungan dan cara kerja yang ada padanya.

Model sebagai perwakilan realitas mempunyai bermacam-macam bentuk. Menurut Grant (1986) model dibedakan menjadi model fisik dan model simbolik (abstraksi). Model fisik adalah perwakilan suatu keadaan (baik dalam bentuk ideal maupun bentuk skala yang berbeda, misalnya foto (berdimensi dua) dan prototipe mesin (berdimensi tiga). Pendapat lain juga menyebutkan bahwa model fisik adalah model yang menggambarkan entitas dalam bentuk tiga dimensi atau bentuk nyata. Model ini biasanya berupa maket atau prototipe produk yang menggambarkan bagaimana hasil akhir produk tersebut (Anonim, 2006). Jika model tersebut berdimensi lebih dari tiga, maka tidak mungkin bisa dikonstruksi secara fisik, sehingga diperlukan model lain yaitu model simbolik, salah satu contoh dari model ini adalah model matematika (Grant, 1986; Anonim, 2006).

Model simbolik dapat digunakan untuk mengkonstruksi secara simbolik suatu permasalahan yang berdimensi lebih dari tiga. Meskipun demikian model simbolik ini juga dapat digunakan untuk mengkonstruksi suatu keadaan yang berdimensi lebih rendah dari tiga, yaitu dimensi satu atau dimensi dua. Dengan demikian sebenarnya model simbolik (dalam hal ini adalah model matematika) lebih luas implementasinya.

### 2.1.8.2. Model matematik

Model matematika adalah model yang melibatkan konsep matematika, seperti variabel, persamaan, pertidaksamaan dan lain sebagainya (Meyer, 1987). Sedangkan pendapat lain menyatakan bahwa model matematika merupakan model yang digambarkan dalam bentuk persamaan matematika (Anonim, 2006). Definisi tentang model matematik yang lebih aplikatif dikemukakan oleh Giordano dan Weir (1985), bahwa model matematika adalah konstruksi matematika yang dirancang untuk mempelajari suatu sistem atau fenomena alam nyata (dunia riil). Konstruksi yang dimaksud adalah upaya perancangan bentuk hubungan antar variabel, berbentuk persamaan atau pertidaksamaan. Model matematika yang berkembang luas penerapannya dalam bentuk persamaan atau fungsi. Persamaan atau fungsi ini dapat berupa fungsi biasa (linier dan non-linier), fungsi diferensial, fungsi beda atau fungsi integral.

Karena model merupakan wakil dari suatu realitas, maka model tersebut harus menggambarkan realitas sedekat mungkin atau simpangannya sekecil mungkin. Oleh karena itu prosedur merancang suatu model matematika harus memperhatikan persyaratan tersebut. Perancangan model matematika dapat didekati melalui teori atau fakta empirik. Perancangan model matematika tersebut memerlukan langkah-langkah penyusunan yang berbeda. Menurut Giordano dan Weir (1985) secara konseptual langkah-langkah pembentukan model matematika adalah sebagai berikut :

Langkah 1 : Identifikasi masalah

Langkah 2 : Membuat asumsi-asumsi, meliputi :

- a. Identifikasi dan klasifikasi variabel
- b. Determinasi hubungan antar variabel

Langkah 3 : Penyusunan dan penyelesaian model

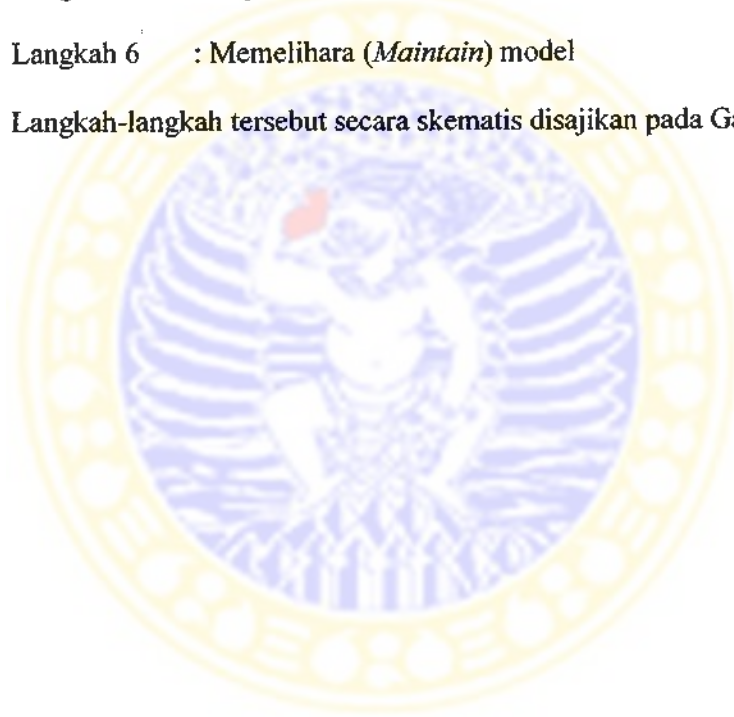
Langkah 4 : Verifikasi model

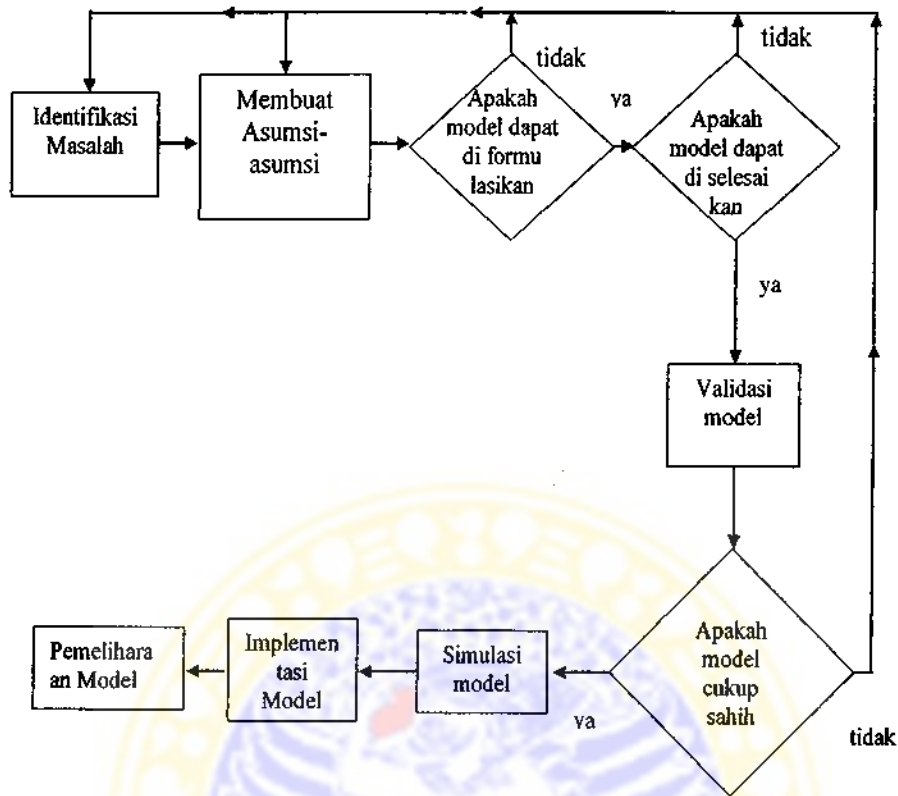
- a. Apakah sesuai dengan masalah ?
- b. Apakah sesuai dengan akal sehat ?
- c. Uji dengan data riil

Langkah 5 : Implementasi model

Langkah 6 : Memelihara (*Maintain*) model

Langkah-langkah tersebut secara skematis disajikan pada Gambar 2.1.





Gambar 2.1. Skema Pembentukan Model Matematika (Giordano, 1985)

Model yang dibangun dan akan digunakan untuk menyelesaikan suatu masalah harus cukup baik. Adapun kriteria baik tersebut menurut Meyer (1987) ditentukan oleh beberapa parameter : (1) ketepatan (*Accuracy*), (2) kebenaran asumsi. Model dikatakan tepat (*Accuracy*) jika output dari model tersebut memiliki nilai benar atau sangat dekat dengan benar. Model dikatakan benar dalam asumsinya (*descriptive realism*) jika didasarkan pada asumsi-asumsi yang benar. Model dikatakan teliti (*precision*) jika perkiraan berada dalam selang yang terbatas. Jika model perkiraan dalam selang tertentu maka dikatakan tidak teliti

(*Imprecision*). Model dikatakan tegar (*Robust*) adalah jika model tersebut relatif tahan terhadap kesalahan input data yang dicobakan terhadap model tersebut. Pada beberapa model dijumpai adanya potensi untuk memperbesar kesalahan, atau dengan kata lain model ini sensitif terhadap kesalahan input data. Sedangkan yang dimaksud dengan model yang robust adalah model yang mempunyai persentase kesalahan output lebih kecil dibandingkan dengan kesalahan input.

Model dikatakan berlaku umum (*general*) jika model tersebut dapat diterapkan pada segala situasi. Sedangkan model dikatakan bermanfaat (*fruitful*) apabila : (1) kesimpulannya berguna dan (2) menimbulkan inspirasi atau gagasan untuk model lain. Batasan pertama dapat digunakan sebelum model tersebut diterapkan. Sedangkan batasan ke dua membuat alasan berdasarkan pertimbangan analogi. Suatu model matematika dikatakan deskriptive realistik jika dideduksi dari keterangan-keterangan yang benar (paling tidak dapat dipercaya) dari mekanisme yang dijadikan model.

### 2.1.9. Model hubungan populasi hama dan hasil kedelai

Untuk mendapatkan model matematika hubungan antara populasi hama pengisap polong *R. linearis* dengan hasil kedelai digunakan pendekatan Teori Kontinum. Prinsip Kontinum menurut Apsley (2005) adalah sebagai berikut :

*“we characterize the behavior by considering the everage, or macroscopic, value of the quantity of interest. Where the everage is evaluated over a small volume containing a large number of molecules. When we say that the velocity at a certain point in fluid is so much, we are really indicating the everage velocity of the molecules in a small volume surrounding the point. The volume is small*

*compared with the physical dimensions of the system of interest, but large compared with the average distance between molecules. We thus treat this thing as a continuum”*

Konsep kontinum tersebut selanjutnya dapat diadopsi untuk penelitian hama di lahan pertanian dengan kriteria dan asumsi-asumsi seperti yang dipersyaratkan oleh Apsley (2005) bahwa satu unit contoh keadaan / kejadian riil (satu *polybag* yang ditanami kedelai dan pada saat berpolong, dilakukan infestasi serangga), dapat dianggap mewakili kondisi yang sebenarnya di lapangan. Adapun model matematika hubungan populasi serangga dengan kerusakan tanaman didekati dengan model prediksi terhadap besarnya kerusakan polong akibat serangan hama, yaitu besarnya sama dengan jumlah serangga yang menyerang polong tersebut per satuan waktu.

#### a. Asumsi model

Sifat dari asumsi model matematika adalah spesifik. Asumsi suatu model merupakan kendala (*constraint*) penerapan model, artinya model tersebut layak diterapkan jika asumsi-asumsinya telah terpenuhi. Semakin kompleks suatu model berarti semakin banyak unsur sistem yang terkait, dengan demikian asumsinya juga semakin banyak, sehingga penerapannya semakin sempit. Sebaliknya semakin sederhana suatu model, semakin sedikit asumsinya dan penerapannya makin luas.

Untuk model empirik yang mengandalkan informasi dari data mempunyai asumsi sesuai dengan keadaan dan pelaksanaan percobaan serta batasan-batasan yang diberikan. Misalnya : (a) penanaman sesuai dengan musim tanaman, (b)



pengendalian hama dan penyakit, pengairan dan pemupukan dilakukan secara optimal, dan (c) gulma dan tanaman muncul secara bersamaan (Barbour dan Bridges, 1995). Pada model mekanistik, suatu mekanisme dan respons biologik terjadi sesuai dengan keadaan yang ada (kondisi terkontrol). Kondisi lingkungan dan batasan-batasan ini merupakan asumsi-asumsi dari model mekanistik, misalnya: (a) distribusi akar dianggap homogen, (b) distribusi daun dianggap homogen, dan (c) tidak melibatkan mekanisme biokimia. Ketiga asumsi tersebut diajukan oleh Graf., *et al* (1990).

#### **b. Validasi model**

Validasi model adalah menentukan derajat kesesuaian antara model dengan data dari lapangan (Boote, *et al.*, 1996). Definisi lain dikemukakan bahwa validasi model adalah suatu tahap untuk pengujian keakuratan model dengan membandingkan perilaku model dengan dunia nyata (Anonim, 2006). Model haruslah mampu mewakili suatu permasalahan yang sedang dipelajari. Hal ini tergantung dari sah (valid) tidaknya model tersebut. Jadi validasi model berarti upaya pengukuran terhadap kesahihan model dalam mewakili realitas yang sedang dipelajari. Sedangkan kalibrasi model adalah suatu tindakan untuk perbaikan suatu model agar model tersebut sesuai dengan data, misalnya dengan cara justifikasi parameter atau mengubah bentuk hubungannya.

Menurut Pachepsky, *et al.*, (1996) validasi suatu model secara lengkap atau menyeluruh tidak mungkin bisa dilakukan, yang mungkin hanyalah meningkatkan kelayakan (*reliability*) model dalam hubungannya dengan suatu permasalahan yang sedang dipelajari. Dengan kata lain apabila suatu model sudah

bisa lolos dari beberapa kali pengujian, hanyalah dapat ditingkatkan kelayakannya dan bukan sebagai bukti bahwa model tersebut telah sah (valid). Suatu model dikatakan baik apabila : (a) memiliki jumlah parameter minimum, (b) sederhana dengan kesalahan minimum, (c) mendasarkan diri pada hukum fisika, kimia dan biologi, (d) memiliki simpangan antara dugaan dengan nilai pengamatan empirik minimum, dan (e) mempunyai ragam minimum.

Adapun metode pokok yang dapat digunakan untuk validasi model adalah salah satu dari metode berikut ini :

1. analisa regresi dan korelasi
2. *goodness-of-fit* (Uji F)
3. perbandingan nilai tengah (uji t)
4. analisis ragam dan peragaman
5. analisis sisa
6. uji  $\chi^2$  untuk normalitas.
7. regresi stepwise
8. korelasi diri (*autocorrelation*)
9. analisis sensitivitas

Grant (1986) menjelaskan bahwa validasi untuk berbagai jenis model tidak sama. Validasi model stokastik dapat dilakukan dengan jalan uji statistik, sedangkan untuk model deterministik dilakukan dengan cara mencocokkan antara mekanisme yang ada dalam model dengan mekanisme pada realitas. Konsep validasi yang sudah diimplementasikan secara luas adalah dengan analisis sisaan (*residual error*). Ukuran yang digunakan berupa RMSE (*Root Mean Square Error*), RSS (*Residual Sum Square*), dan simpangan antara dugaan dengan data

empirik dari lapangan melalui pengamatan pada kurva dan diagram pencar (Graf, *et al.*, 1990; Dieleman, *et al.*, 1995). Konsep statistik lainnya yang juga luas dalam pemakaiannya menurut Singh *et al.*, (1996) adalah penggunaan koefisien determinasi, yang sering disingkat  $R^2$ .

### c. Persyaratan pemodelan

Untuk mengkonstruksi model matematik yang terkait dengan pemecahan masalah di bidang hama tanaman diperlukan suatu persyaratan dan langkah-langkah tertentu sehingga semua data yang diperoleh dapat masuk pada mekanisme dan prosedur pembentukan model. Adapun prosedur yang harus diikuti meliputi beberapa langkah, antara lain :

1. Mempersiapkan tempat penelitian di Kebun Percobaan Dinas Pemantapan Pangan Pemerintah Kota Surabaya (Jl. Pagesangan II / 56 Surabaya)
2. Mempersiapkan serangga uji melalui pembiakan masal di laboratorium untuk mendapatkan stadia hama *R. linearis* dengan umur seragam sesuai dengan masing-masing perlakuan, yaitu stadia nimfa 3-4 dan Imago.
3. Jenis tanaman kedelai yang digunakan sebagai bahan penelitian ini telah ditentukan, yaitu kedelai varietas wilis yang diperoleh dari Balai Penelitian Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian, Malang. Varietas ini masih direkomendasikan pemerintah untuk dibudidayakan bagi para petani dalam upaya peningkatan produksi kedelai nasional.
4. Jumlah populasi hama *R. linearis* yang merusak tanaman kedelai (dalam hal ini polong) telah ditetapkan sebelumnya.

5. Lamanya waktu infestasi (penyerangan) hama *R. linearis* pada polong kedelai sudah ditetapkan, yaitu: (1) selama stadia pembentukan polong (R3-4), (2) selama stadi pengisian biji (R5-6), dan (3) selama stadia pemasakan biji (R7-8).
6. Untuk masing-masing fase perkembangan polong, hama yang diinfestasikan adalah serangga yang baru. Hama yang diinfestasikan pada stadia R3-4 tidak diteruskan ke stadia R5-6, juga tidak diteruskan ke stadia R7-8, tetapi masing-masing fase tersebut diinfestasikan hama yang baru.
7. Variabel pengamatan selama penelitian terdiri dari : variabel bebas dan variabel terikat. Sebagai variabel bebas dari penelitian ini adalah kepadatan populasi hama. Sedangkan variabel tergantung meliputi : (a) kerusakan polong (persen), (b) kerusakan biji dan (c) hasil kedelai
8. Semua data selanjutnya digunakan untuk membangun model matematika hubungan antara kepadatan populasi hama (nimfa dan imago) *R. linearis* dengan kerusakan polong kedelai.

## 2.2. Landasan Empirik

### 2.2.1. Perkembangan luas panen, produktivitas dan produksi

Data statistik FAO menunjukkan bahwa areal panen kedelai secara nasional meningkat dari 1,33 juta hektar pada tahun 1990 menjadi 1,48 juta hektar pada tahun 1995, dengan laju peningkatan 2,06 persen per tahun. Sejak tahun 1995 terjadi penurunan areal panen secara tajam, dari 1,48 juta hektar menjadi 0,83 juta hektar pada tahun 2000, dengan laju penurunan 11 persen pertahun. Dalam

periode tahun 2000 – 2004, areal panen kedelai terus mengalami penurunan dengan laju 9,7 persen per tahun ( Tabel 2.3.)

Tabel 2.3. Perkembangan Areal, Produktivitas, Produksi, dan Konsumsi Kedelai di Indonesia Tahun 1990 – 2004

Tahun	Areal (000 ha)	Produktivitas (ton / ha)	Produksi (000 ton)	Konsumsi (ton)
1990	1,334	1,11	1.487	2.028
1991	1,368	1,14	1.555	2.228
1992	1,665	1,12	1.870	2.560
1993	1,470	1,16	1.709	2.431
1994	1,407	1,11	1.565	2.365
1995	1,477	1,14	1.680	2.287
1996	1,273	1,19	1.517	2.263
1997	1.119	1,21	1.357	1.973
1998	1,095	1,19	1.306	1.649
1999	1.151	1,20	1.383	2.684
2000	825	1,23	1.018	2.294
2001	679	1,22	827	1.960
2002	545	1,24	673	2.017
2003	527	1,28	672	2.016
2004	563	1,29	721	2.015

Sumber: FAO.2004. BPS 2004, diolah (Anonim, 2005)

Dari Tabel 2.3. tampak bahwa menurunnya produksi kedelai berturut-turut selama lima tahun terakhir disebabkan karena menurunnya luas panen kedelai di Jawa Timur. Beberapa faktor diduga sebagai penyebab makin berkurangnya lahan penanaman untuk kedelai diantaranya adalah banyaknya lahan pertanian produktif yang telah beralih fungsi menjadi lahan untuk kepentingan non-pertanian.

Melihat keragaan usahatani kedelai di lapang saat ini, menurut Suyanto, Roesmiyanto, dan Kasijadi (2000), permasalahan pokok kedelai antara lain : (a) tingginya keragaman pertumbuhan dan hasil kedelai di tingkat petani, (b) rendahnya stabilitas hasil kedelai walaupun telah menerapkan teknologi anjuran, dan (c) rendahnya tingkat efisiensi dan keuntungan usahatani kedelai sehingga daya saingnya rendah dibanding komoditas lain ataupun komoditas yang sama yang diproduksi di negara-negara lain.

Dari segi agronomi-ekologis usahatani kedelai di Indonesia berhadapan dengan hal-hal yang kurang menguntungkan dibandingkan dengan usahatani kedelai di daerah subtropis (Sumarno dan Adisarwanto, 2000), termasuk diantaranya : (a) panjang hari atau periode penyinaran yang lebih pendek (12 jam) dengan intensitas radiasi yang rendah oleh adanya mendung dan naungan, (b) ekologi insekta-patogen-gulma yang memungkinkan organisme pengganggu tanaman (OPT) tersebut berkembang sepanjang tahun sehingga menjadi masalah besar dalam usahatani kedelai, (c) curah hujan yang tidak merata, sangat lebat pada musim hujan dan tidak ada hujan atau kering pada musim kemarau, (d) pada musim hujan dan tidak ada hujan atau kering pada musim kemarau, (d) kelengasan udara yang tinggi di daerah tropik mendorong berkembangnya OPT dan rusaknya biji dan benih kedelai, dan (e) suhu yang terus menerus tinggi bertindak sebagai pencekam (*stressor*) terhadap pertumbuhan kedelai. Dalam kondisi dan lingkungan seperti tersebutlah peneliti, penyuluh dan petani kedelai bekerja, yang kadang-kadang orang yang tidak terlibat langsung kurang melihat kemajuan yang dicapai.

### 2.2.2. Tingkat kerusakan polong akibat serangan hama *R. linearis*

Hasil pengamatan di 13 propinsi di Indonesia pada tanaman kedelai menunjukkan bahwa diantara hama utama yang ditemukan, terdapat tiga jenis pengisap polong yang penting yaitu pengisap polong atau kepik coklat *Riptortus linearis* F, kepik hijau *Nezara viridula* L, dan kepik hijau pucat *Piezodorus hyberii* (Tengkano dan Suhardjan, 1985). Pada tahun 2003, kerusakan tanaman kedelai yang diakibatkan oleh serangan hama seluas 5.726 hektar dan 8 hektar diantaranya puso. Khususnya untuk tiga jenis hama pengisap polong (termasuk serangan hama *R. linearis*), tercatat luas serangannya mencapai 199 hektar (Direktorat Perlindungan tanaman Pangan, 2004).

Kemampuan dari imago dan nimfa hama *R. linearis* merusak polong dan biji kedelai telah diteliti pada waktu dan tempat yang berbeda. Berdasarkan pengamatan di lapang yang dilakukan oleh Djuwarso, dkk (1986) menunjukkan bahwa hama *R. linearis* mulai terdapat di pertanaman kedelai pada waktu tanaman berumur 37 hari setelah tanam (pada saat ini tanaman kedelai telah memasuki periode pembungaan), namun serangan terhadap polong kedelai baru terjadi pada saat tanaman berumur 44 hari setelah tanam. Serangan tertinggi didapat pada saat tanaman kedelai berumur 58 hari setelah tanam dengan intensitas serangan sebesar 12,7 persen (Tabel 2.4 ). Fase perkembangan polong dan biji pada umur 58 – 72 hari setelah tanam adalah merupakan periode yang sangat rentan terhadap serangan hama pengisap polong (Sukriswanto, 1985).

Tabel 2.4. Jumlah Serangga Selama Tiga Hari Masa Infestasi, Persentase Biji Terserang dan Jumlah Telur yang Diletakkan oleh Hama Pengisap Polong *R. linearis* (Djuwarso, dkk. 1986)

Umur	Jumlah serangga 3 hari	Biji terserang (persen)	Jumlah telur (butir)
30	0,5 a	-	5,0
37	1,5 ab	-	6,3
44	7,5 c	0,7 a	8,8
51	10,5 cd	8,4 bc	7,8
58	18,8 e	12,7 c	12,3
65	14,5 cde	10,3 bc	11,3
72	13,8 cde	6,7 b	8,5
79	2,8 ab	2,2 a	7,5

Keterangan : Notasi yang sama tidak menunjukkan perbedaan pada taraf 0,05

Besarnya tingkat kerusakan polong akibat serangan hama *R. linearis* dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satu diantaranya adalah dipengaruhi oleh jumlah populasi yang menyerang polong kedelai. Menurut Winoto (1986) perbedaan jumlah nimfa *R. linearis* yang diinfestasikan memberikan pengaruh yang berbeda pula terhadap rata-rata persentase kerusakan polong yang dihasilkan. Kerusakan polong tertinggi terjadi pada perlakuan infestasi 6 ekor nimfa *R. linearis* dan makin rendah dengan makin sedikitnya jumlah nimfa yang diinfestasikan. . Kerusakan terendah terjadi pada perlakuan infestasi 2 ekor nimfa *R. lineari* dengan persentase kerusakan polong mencapai 27,26 persen dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Kerusakan polong ini sudah cukup besar dan hal ini dikarenakan pada saat infestasi, tanaman kedelai dalam kondisi fase pembentukan polong dan pengisian biji sehingga keadaannya masih lemah.



Hasil penelitian lapangan di Instalasi Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan (IP2TP) Mojosari dan Instalasi Penelitian Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian Genteng pada Musim Kemarau 1995 menunjukkan bahwa dua genotipe asal Brazilia (IAC-80-592-2 dan IAC-100) konsisten tahan terhadap hama pengisap polong *R. linearis*. Intensitas serangan hama ini berkisar antara 7,6 – 8,1 persen dan 2,7 – 15,7 persen jauh lebih rendah dibandingkan dengan varietas wilis yang terserang hingga 52,3 persen. Jumlah tusukan stilet pada kedua genotipe tersebut oleh nimfa maupun imago hama *R. linearis* berkisar antara 3,4 – 5,8 lebih rendah dibanding dengan varietas wilis yang mencapai 15,7 – 16,5 (Suharsono, 1996). Lebih rinci mengenai hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5. Kerusakan Polong dan Jumlah Tusukan pada Biji Kedelai oleh Hama Pengisap Polong *R. linearis* MK 1995.

Varietas	Polong terserang (persen)		Jumlah tusukan per-biji	
	Genteng	Mojosari	Nimfa	Imago
IAC-80-596-2	15,75	8,16	5,8	3,1
IAC-100	7,63	2,67	5,5	5,8
Wilis	52,13	52,33	16,5	15,7

Sumber: Suharsono (1997)

### 2.2.3. Model hubungan kerusakan tanaman dengan kehilangan hasil

Menurut Main (1997), perbedaan pengertian tentang luka, kerusakan, dan kehilangan hasil adalah sebagai berikut: Luka (*"Injury"*) adalah setiap penyimpangan yang terjadi pada tanaman dari keadaan normal akibat adanya serangan hama. Kerusakan (*"damage"*) adalah berbagai pengurangan dan

penyusutan dalam kualitas dan kuantitas hasil karena adanya serangan hama yang mengakibatkan kehilangan hasil. Sedangkan kehilangan hasil (*Yield*) adalah kerusakan tanaman akibat serangan hama yang dinyatakan dalam unit uang atau setiap penurunan pendapatan ekonomik yang terjadi karena pengurangan hasil akibat serangan hama dan adanya pengeluaran biaya yang digunakan untuk aktivitas pengendalian (Untung, 1993)

Pendugaan hasil dapat ditentukan sebelum dan sesudah panen. Penilaian sebelum panen diperoleh dari pengambilan tanaman contoh dengan menggunakan metode kualitatif yaitu membandingkan antara tanaman rusak dengan tanaman tidak rusak. Kemudian dengan mengkonversikan angka kerusakan ke dalam angka kemampuan hasil dapat diduga besarnya kehilangan hasil yang diderita oleh tanaman tersebut. Untuk keperluan analisis pendugaan kehilangan hasil, beberapa peneliti berusaha untuk mengkuantitatifkan pengaruh populasi hama terhadap kerusakan dan hasil. Perkembangan kuantitatifasi tersebut telah mendorong para ahli untuk memformulasikan hubungan antara populasi hama dengan kerusakan yang ditimbulkan dan kehilangan hasil yang diakibatkan dengan menyusun suatu model matematik (Hammord dan Pedigo, 1982; Headly, 1972).

Model yang berbentuk persamaan matematik seringkali dapat lebih mampu menjelaskan hubungan yang ada diantara beberapa faktor. Dengan model tersebut akan lebih mudah untuk diketahui secara kuantitatif sifat atau perilaku dari hubungan fungsional antara faktor-faktor yang dijelaskan. Salah satu model matematik yang dikembangkan Headly (1972) meliputi beberapa tahap, yaitu : (1) kerusakan yang diakibatkan oleh serangan hama merupakan fungsi dari populasi

hama. Sedangkan populasi hama merupakan fungsi dari waktu. Hubungan antara kerusakan tanaman dan populasi hama dinyatakan oleh persamaan :

$$D_t = b P_t^2 - A, \dots\dots\dots (1)$$

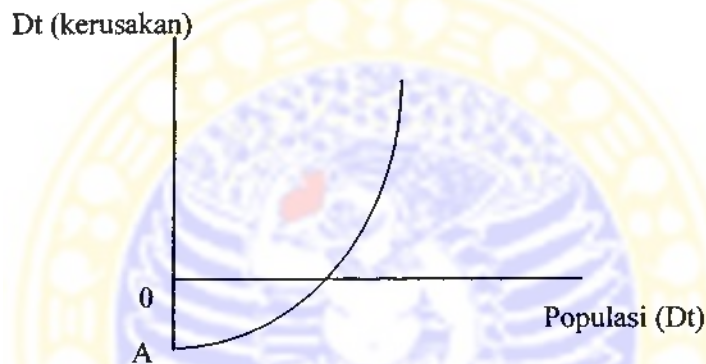
Keterangan :

$D_t$  = kerusakan pada waktu  $t$ ,

$P_t$  = populasi hama pada waktu  $t$

$A$  = bilangan konstan yang merupakan tingkat toleransi kerusakan

$B$  = suatu parameter konstan yang menjelaskan laju perubahan  $P_t$



Gambar 2.2. Hubungan antara Kerusakan Tanaman dengan Populasi Hama (Headley, 1972)

Populasi hama pada waktu  $t$  dipengaruhi populasi pada waktu sebelumnya, katakan,  $P_{t-n}$ . Perubahan populasi dari waktu  $(t-n)$  atau  $P_{t-n}$  ke populasi pada waktu  $t$  dapat dinyatakan oleh persamaan umum pertumbuhan populasi yaitu :

$$P_t = P_{t-n} (1 + r)^n \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

$P_{t-n}$  = Populasi hama pada waktu sebelum waktu  $t$

$r$  = laju kecepatan pertumbuhan populasi untuk setiap unit waktu

$n$  = jumlah unit waktu

Dengan memasukkan persamaan (2) pada persamaan (1) didapatkan suatu fungsi yang menunjukkan pengaruh populasi hama pada waktu  $(t - n)$  pada kerusakan oleh hama pada waktu  $t$ , sehingga akan didapatkan suatu persamaan baru sebagai berikut :

$$D_t = \{ b P_{t-n} (1 + r)^n \}^2 - A \dots\dots\dots (3)$$

Persamaan (3) ini dapat digunakan untuk menentukan kerusakan yang diakibatkan oleh hama pada waktu yang akan datang (misal, waktu  $t$ ), berdasarkan pada keadaan populasi hama yang ada pada waktu sekarang atau waktu  $(t - n)$ . Besarnya produksi tanaman pada suatu waktu ditentukan oleh besarnya kerusakan yang diderita oleh karena serangan hama dan pengaruh kerusakan hama pada hasil akhir dapat dijelaskan oleh persamaan berikut :

$$Y = N - c D_t \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

- Y = produksi tanaman pada waktu panen
- N = konstan yang menyatakan produksi tanaman tanpa adanya kerusakan
- c = parameter konstan yang mengukur laju pengaruh kerusakan pada produksi tanaman

Hubungan antara kerusakan tanaman dan kehilangan hasil disimulasikan sebagai hubungan yang bersifat linier sehingga laju kehilangan hasil akan semakin

meningkat dengan proporsi yang konstan sesuai dengan meningkatnya kerusakan. Karena itu model ini sangat dipengaruhi oleh keeratan hubungan antara bagian tanaman yang rusak dengan hasil yang dipanen. Pengetahuan tentang bagaimana pengaruh kerusakan tanaman akibat serangan hama terhadap kualitas dan kuantitas hasil tanaman penting bagi pengambilan keputusan pengendalian hama (Hammord dan Pedigo, 1982).

#### 2.2.4. Teorema Pengangkutan Reynold.

Untuk mendapatkan model matematika hubungan antara populasi hama pengisap polong *R. linearis* dengan polong kedelai pada berbagai stadia pertumbuhan polong R3-4, R5-6, dan R7-8, disamping mengadopsi prinsip Kontinum (Apsley, 2005), juga digunakan pendekatan Teorema Pengangkutan Reynold (Frank, 1986; Munson, *et al.*, 1998).

Umumnya, model matematika dibangun dari data sekunder dan dengan menggunakan program komputer selanjutnya data tersebut dapat dibuat suatu model matematika. Khususnya untuk menduga besarnya kerusakan polong akibat serangan hama pengisap polong, salah satu metoda yang dapat digunakan adalah pendekatan persamaan matematika dari Teorema Pengangkutan Reynold

Menurut Munson, *et al.*; (1998) Teorema Pengangkutan Reynold (TPR) adalah suatu proses untuk menerapkan suatu persamaan matematika pada sebuah daerah khusus dalam rangka mengubah sebuah analisis sistem menjadi sebuah volume kendali. Persamaan matematika yang berasal dari Teorema Pengangkutan Reynold ini dapat diterapkan pada semua persamaan-persamaan dasar dan sebelum diimplementasikan dikenakan batasan-batasan dan asumsi tertentu sesuai

dengan keadaan sistem dimana TPR ini akan diimplementasikan. Salah satu bentuk persamaan matematika Teorema Pengangkutan Reynold untuk suatu volume kendali sebarang menurut Frank (1986) adalah :

$$\frac{D}{Dt}(B_{Sist}) = \frac{\partial}{\partial t} \left( \int_{CV} \beta \rho dV \right) + \int_{CS} \beta \rho \cos \alpha dA_{out} - \int_{CS} \beta \rho \cos \alpha dA_{in} \dots \dots \dots (5)$$

Jika  $\alpha$  mendekati 0 ketika outflow dan mendekati  $\pi$  ketika inflow,  $\mu$  sebagai vektor kecepatan, dan  $\bar{n}$  sebagai vektor normal, maka persamaan (5) dapat ditulis dalam bentuk :

$$\frac{D}{Dt}(B_{Sist}) = \frac{\partial}{\partial t} \left( \int_{CV} \beta \rho dV \right) + \int_{CS} \beta \rho \mu \cdot \bar{n} dA \dots \dots \dots (6)$$

#### 2.2.5. Pengendalian hama pengisap polong *R. linearis*

Pengendalian hama pada tanaman kedelai di tingkat petani di pulau Jawa masih mengandalkan insektisida. Hasil survey sistem pengendalian hama kedelai di daerah produsen kedelai di beberapa kabupaten di Jawa Timur menunjukkan bahwa penggunaan insektisida untuk kedelai bervariasi antara tempat. Lebih dari 90 persen petani yang cukup modal di sentral produksi kedelai (Ponorogo, Jombang, Banyuwangi) menggunakan insektisida, sedangkan di lahan kering seperti di Lumajang kurang dari 50 persen (Marwoto, 1993). Hasil penelitian Marwoto (1992) menunjukkan bahwa penggunaan insektisida kimiawi metamidofos 200 LC = 2 lt per-hektar berdasarkan pemantauan hama cukup

efektif menekan intensitas serangan hama polong sebesar 71,12 persen, sehingga kehilangan hasil dapat ditekan sebesar 21,09 persen.

Hasil pengamatan Tarore (1989) mengenai pengaruh penggunaan insektisida untuk mengendalikan hama pengisap polong *R. linearis* pada tanaman kedelai disajikan lebih rinci pada (Tabel 2.6). Dari Tabel ini tampak bahwa meskipun diantara insektisida Azodrin dan Dursban tidak berbeda nyata, tetapi ke dua insektisida tersebut baik pada musim kering maupun musim hujan berbeda nyata dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa ke dua jenis insektisida tersebut dapat menekan kepadatan populasi hama pengisap polong *R. linearis* pada tanaman kedelai.

Tabel 2.6. Pengaruh Insektisida terhadap Kepadatan Populasi *R. linearis* pada Tanaman Kedelai Umur 77 HST di Toraut Musim Kering dan Musim Hujan 1988/1989 (Tarore, 1989).

Perlakuan	Rata-rata kepadatan populasi	
	Musim Kering	Musim Hujan
Kontrol	9 a	11 a
Azodrin	3 b	6 b
Dursban	3 b	5 b
BNT 5 %	1,34	1,84

Keterangan: Notasi yang sama tidak menunjukkan perbedaan nyata pada taraf 0,05

Insektisida adalah racun dan tetap dapat berdampak negatif terhadap lingkungan, untuk itu sistem perlindungan dan pengendalian hama secara sepihak (*ad hoc*) sudah tidak sesuai lagi dan harus berubah mengikuti kebijakan yang baru yaitu dengan pendekatan PHT. PHT adalah suatu cara pendekatan, cara berfikir atau falsafah pengendalian OPT, termasuk hama yang didasarkan pada

pertimbangan ekologi dan efisiensi ekonomi dalam rangka pengelolaan agroekosistem yang bertanggung jawab (Untung, 1993; Oka, 1995). Lebih lanjut diuraikan bahwa sasaran PHT adalah : (1) produktivitas tetap tinggi, (2) kesejahteraan petani meningkat, (3) populasi hama dan kerusakan yang ditimbulkan tetap berada pada tingkatan yang secara ekonomi tidak merugikan, dan (4) kualitas dan keseimbangan lingkungan terjamin.

Penerapan PHT pada tanaman kedelai menurut Marwoto, dkk (2001) dapat dilaksanakan dengan memadukan komponen-komponen pengendalian hama yang telah diketahui secara serasi. Banyak komponen teknologi atau sarana pengendalian yang tersedia untuk digunakan dalam PHT pada tanaman kedelai, seperti : (1) pengendalian secara kultur teknis ( pengolahan lahan, pergiliran tanaman dan tanam serentak dalam satu hamparan dan tanaman perangkap), (2) pengendalian fisik dan mekanik, (3) penggunaan varietas tahan, (4) pengendalian secara hayati, (5) penggunaan insektisida nabati, dan (6) penggunaan insektisida kimiawi atas dasar ambang kendali.

Salah satu komponen pengendalian secara kultur teknis yang dapat diimplementasikan untuk mengendalikan pengisap polong kedelai adalah penggunaan tanaman perangkap. Jenis hama pengisap polong yang dominan selain *Riptortus linearis* adalah jenis kepik pong hijau *Nezara viridula*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jika populasi hama pengisap polong cukup tinggi, tanaman perangkap *Sesbania rostrata* dapat menekan populasi hama pengisap polong pada tanaman kedelai hampir 35 persen (Tabel 2.7.). Hasil penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa *Sesbania rostrata* cukup efektif mengendalikan hama pengisap polong (Tengkano dkk., 1994).



Tabel 2.7. Populasi Hama Pengisap Polong *N. viridula* pada Tanaman Kedelai dan Tanaman Perangkap *Sesbania rostrata*, Muneng 1995.

Komoditas	Populasi <i>N. viridula</i> / m <sup>2</sup>		
	Insektisida	Tanpa insektisida	Rata-rata
Kedelai	9,66	11,16	10,41
<i>S. rostrata</i>	15,16	16,63	15,99
Rata-rata	12,41 a	13,99 a	

Sumber : Marwoto (1996)

Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan insektisida masih belum mampu menekan populasi hama pengisap polong, namun dengan menggunakan tanaman perangkap mampu menekan populasi hama pengisap polong pada tanaman kedelai hingga 10,41 ekor / m<sup>2</sup> dibanding pada tanaman perangkap mencapai 15,99 ekor / m<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan tanaman perangkap *S. rostrata* populasi hama pengisap polong dapat terperangkap lebih banyak (34,89 persen) daripada tanaman kedelai.

Komponen lain dari PHT terhadap hama pengisap polong pada tanaman kedelai adalah penggunaan varietas tahan. Hasil penelitian ketahanan varietas terhadap hama pengisap polong menunjukkan bahwa kulit polong yang tebal dan keras, dengan trikoma yang panjang dan rapat mempengaruhi orientasi pemilihan inang (host selection) hama pengisap polong *Riptortus liniaris* terhadap suatu varietas. Hal ini ditunjukkan oleh galur IAC-80-596-2 dan IAC - 100 dengan populasi hama pengisap polong yang rendah (Tabel 2. 8).

Kedua galur introduksi dari Brasilia tersebut cukup potensial untuk dikembangkan sebagai varietas atau tetua tanaman kedelai yang tahan terhadap hama pengisap polong di daerah tropis. Hasil penelitian di IPPTP Mojosari dan Inlitkabi Genteng pada MK 1995 menunjukkan bahwa dua genotipe asal Brasilia tersebut konsisten tahan terhadap hama pengisap polong. Intensitas serangan berkisar antara 7,6 – 8 persen dan 2,7 – 15,7 persen jauh lebih rendah dibanding dengan varietas Wilis yang terserang hingga 52,3 persen.

Tabel 2.8. Populasi Nimfa *R. linearis* 24 Jam Setelah Inokulasi

No	Genotipe	Populasi ( ekor / 10 polong)
1.	MLG 2873	15.50 abc
2.	MLG 2899	13.00 abc
3.	MLG 2888	19.75 ab
4.	MLG 2979	11.50 bc
5.	MLG 2998	27.00 a
6.	MLG 3002	7.75 bc
7.	MLG 3016	21.25 ab
8.	MLG 3032	21.50 ab
9.	IAC-80-596-2	2.50 c
10.	IAC – 100	3.75 c
11.	Wilis	11.25 bc
BNT 5 persen		14.08

Sumber : Suharsono (1996).

Komponen lain yang dapat diterapkan di dalam PHT untuk hama pengisap polong ini adalah penggunaan pestisida nabati. Pengalaman menunjukkan bahwa penggunaan insektisida sintesis saja untuk mengendalikan OPT ternyata tidak

cukup untuk menuntaskan masalah, bahkan akan menimbulkan masalah baru jika tidak digunakan secara benar dan bijaksana. Pedigo (2003) menjelaskan bahwa penggunaan pestisida secara berlebihan akan berdampak negatif terhadap lingkungan, diantaranya resistensi pestisida terhadap hama, resurgensi, biomagnifikasi, ledakan hama sekunder, terbunuhnya organisme non-target, dan pencemaran lingkungan serta *hazard*.

Pestisida nabati merupakan salah satu alternatif teknologi yang dapat ditawarkan untuk substitusi terhadap pemakaian pestisida sintetik. Hal ini karena pestisida nabati relatif lebih murah, aman bagi lingkungan, dan manusia, serta mudah terurai. Penelitian tentang efektifitas insektisida nabati telah dilakukan oleh Supriyatin (2002) dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9. memperlihatkan bahwa ekstrak daun aglaia efektif untuk mengendalikan nimfa dan imago hama pengisap polong *R. linearis*, masing-masing untuk nimfa menyebabkan mortalitas sebesar 63,67 persen dan untuk imago 40,67 persen. Sedangkan ekstrak serbuk biji mimba, sirsat, dan srikaya menyebabkan mortalitas yang cukup tinggi terhadap imago pengisap polong *R. linearis*, yakni masing-masing : 60,00 persen, 60,00 persen dan 60,33 persen. Dengan demikian daun aglaia, biji mimba, biji sirsat, dan biji srikaya mempunyai potensi cukup besar sebagai bahan baku biopestisida yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama pengisap polong kedelai khususnya *R. linearis*.

Tabel 2.9. Rata-Rata Mortalitas Nimfa-2 dan Imago *R. linearis* pada Berbagai Perlakuan Insektisida Nabati di Laboratorium MK 2000.

Perlakuan	Mortalitas nimfa-2 (persen)	Mortalitas imago (persen)
Eks. D aglaia	63.67 ab	40.67 b
Eks. D. Mimba	60.00 ab	40.33 b
Eks. D. Sirsat	32.67 ab	45.67 b
Eks. D. Srikaya	59.33 ab	59.67 b
Eks. D. Mindi	61.33 ab	40.00 b
Eks. D. Arumdalu	48.67 ab	40.00 b
Eks. Srt + Tembakau	46.67 ab	50.00 b
Eks. Biji Mimba	39.67 ab	60.00 ab
Eks. Biji Sirsat	50.00 ab	60.00 ab
Eks. Biji Srikaya	48.67 ab	60.33 ab
Deltametrin	100.00 a	100.00 a
Kontrol	17,33 b	33,33
KK (persen)	27,91	43,32

Sumber : (Supriyatin, 2002)

Jenis insektisida nabati lainnya yang dapat digunakan untuk mengendalikan hama *R. linearis* adalah limbah debu tembakau. Limbah ini berasal dari debu tembakau di pabrik rokok yang merupakan sisa produk tembakau terpilih untuk pembuatan industri rokok dalam jumlah yang cukup melimpah dan kebanyakan tidak dimanfaatkan. Tembakau mempunyai kandungan nicotin yang cukup berbahaya bagi kehidupan. Salah satu manfaat nicotin adalah dapat digunakan sebagai insektisida nabati yaitu bahan racun untuk serangga hama. Pemanfaatan limbah tembakau rokok sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan hama pengisap polong *Riptortus sp* telah diteliti oleh Marwoto (2004) dan hasil penelitian mengenai hal ini disajikan pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10. Mortalitas Nimfa *Riptortus sp.* pada Perlakuan Pelarut Ekstrak Debu Tembakau dan Konsentrasi Larutan Ekstrak Debu Tembakau di Laboratorium Entomologi Balitkabi. Malang Tahun 2003.

Perlakuan ekstrak dan konsentrasi	Mortalitas (persen) pada pengamatan :	
	24 jam	48 jam
A. 1. 5,0 persen	37.50 a	82.50 a
2. 3,5 persen	22.50 abc	70.00 ab
3. 2,0 persen	17.50 c	52.50 bc
4. 1,0 persen	20.00 abc	27.50 de
5. 0,5 persen	5.00 d	7.50 f
6. 0,0 persen	0.00 d	2.50 f
B. 1. 5,0 persen	25.00 abc	62.50 ab
2. 3,5 persen	20.00 bc	55.00 bc
3. 2,0 persen	35.00 ab	55.00 bc
4. 1,0 persen	20.00 bc	40.00 cd
5. 0,5 persen	20.00 bc	15.00 e
6. 0,0 persen	2.50 d	2.50 f

Sumber : Marwoto (2004)

Dari Tabel 2.10. tampak bahwa konsentrasi ekstrak debu tembakau berpengaruh terhadap mortalitas hama *Riptortus sp.*; konsentrasi 5 persen ekstrak debu tembakau yang direndam dengan air selama 24 jam pada pengamatan 48 jam, efektif membunuh nimfa *Riptortus sp.* hingga 82,50 persen dan tidak berbeda dengan konsentrasi 3,5 persen. Terdapat hubungan yang positif antara peningkatan konsentrasi dengan tingkat mortalitas hama pengisap polong. Semakin meningkat konsentrasi debu tembakau semakin besar pula tingkat mortalitas hama pengisap polong *Riptortus sp.*, dan ditunjukkan oleh persamaan regresi linier  $Y = 16,689 X + 7,0363$  ( $R^2 = 0,94$ ) untuk ekstrak debu tembakau tanpa bahan pembawa dan persamaan regresi  $Y = 10,946 X + 16,441$  ( $R^2 = 0,74$ ) untuk ekstrak debu tembakau dengan bahan pembawa etanol 1 persen dan diterjen 1 gram / liter (Marwoto, 2004).

Cara pengendalian lainnya yang dapat diterapkan terhadap pengisap polong *R. linearis* adalah pengendalian hayati. Pengendalian hayati pada dasarnya adalah pemanfaatan dan penggunaan musuh alami untuk mengendalikan populasi hama yang merugikan. Jenis-jenis predator dapat digunakan sebagai agen hayati adalah : laba-laba *Oxyopes javanus* Thorell, dan *Thomisius sp* (Sharma and Dutta, 1996; Tengkanoo dan Bedjo, 2002). Pengendalian hama *R. linearis* juga dapat dilakukan dengan memanfaatkan parasitoid *Oencyrtus malayensis* Fr dan *Gryon nigricorne*. Keduanya merupakan parasit telur dari hama *R. linearis*.

Kelompok patogen yang dapat digunakan sebagai agens hayati adalah cendawan *B. bassiana* dan *Verticillium sp*. Hasil penelitian Hu-Wen-Jin, *et al.* (1996) menunjukkan bahwa *B. bassiana* mampu menimbulkan patogen pada nimfa instar 3-5 dari hama pengisap polong *R. linearis*. Sedangkan cendawan *Verticillium sp* menurut Prayogo (2004) mampu menyebabkan kematian terhadap semua instar nimfa serangga hama *R. linearis* yang diuji. Kerentanan dari masing-masing instar nimfa pengisap polong *R. linearis* terhadap aplikasi cendawan *Verticillium sp* sangat berbeda-beda (Tabel 2.11).

Dari Tabel 2.11. di atas menunjukkan bahwa cendawan entomopatogen *Verticillium sp* mampu menginfeksi nimfa instar 1 sebesar  $80 \pm 11,51$  persen. Makin tua umur nimfa serangga ini, infeksi pada nimfa makin rendah. Kemampuan cendawan menginfeksi paling rendah adalah pada nimfa instar-4, yakni sebesar  $2 \pm 2,73$  persen. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan cendawan *Verticillium sp* menginfeksi nimfa sangat baik hanya pada instar awal, akan tetapi jika umur nimfa makin tua, nimfa lebih tahan terhadap cendawan ini.

Tabel 2.11. Mortalitas Lima Instar Nimfa *R. linearis* yang Terinfeksi Cendawan Entomopatogen *Verticillium sp*

Instar nimfa	Rerata nimfa <i>R. linearis</i> mati (persen)			
	3	6	9	12
I	67 ± 7,58 a	75 ± 9,35 a	79 ± 581 a	80 ± 11,51a
II	45 ± 16,20 b	63 ± 14,40 b	71 ± 1244 a	72 ± 11,51 a
III	13 ± 2,73 c	17 ± 2,73 c	27 ± 2.73 b	28 ± 273 b
IV	14 ± 2,23 c	15 ± 3,53 c	23 ± 4,47 bc	2 ± 2,73 b
V	7 ± 2,73 c	12 ± 2,73 c	16 ± 11,51c	18 ± 7,58 c

Sumber : Prayogo (2004)

Dengan demikian agens hayati ini cukup prospektif digunakan untuk mengendalikan hama pengisap polong *R. linearis* pada stadia nimfa instar awal.

Penggunaan jamur entomopatogen *B. bassiana* dan *M. anisopliae* terhadap tiga jenis hama pengisap polong juga pernah diteliti di Balitkabi. Hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium Balitkabi pada MK 2000 menunjukkan bahwa jamur entomopatogen *B. bassiana* lebih efektif daripada *M. anisopliae* terhadap ke tiga jenis pengisap polong kedelai (Tabel 2.12). Diantara ke tiga jenis hama pengisap polong pada tanaman kedelai tersebut, *P. hybneri* dan *N. viridula* lebih rentan daripada *R. linearis*.

Tabel 2.12. Mortalitas Nimfa-2 Tiga Jenis Pengisap Polong Setelah Aplikasi *M. anisopliae* dan *B. bassiana* di Laboratorium Balitkabi MK 2000

Perlakuan	Kepadatan Spora/ml	Mortalitas Nimfa-2 (persen) hingga 10 HSA		
		<i>R. linearis</i>	<i>N. viridula</i>	<i>P. hybneri</i>
<i>M. anisopliae</i>	10 <sup>4</sup>	23.33 c	46.67 c	43.33 cd
<i>M. anisopliae</i>	10 <sup>5</sup>	46.67 bc	40.00 c	40.00 d
<i>M. anisopliae</i>	10 <sup>6</sup>	36.67 bc	60.00 bc	46.67 cd
<i>B. bassiana</i>	10 <sup>4</sup>	46.67 bc	60.00 bc	60.00 abc
<i>B. bassiana</i>	10 <sup>5</sup>	50.00 bc	80.00 ab	80.00 ab
<i>B. bassiana</i>	10 <sup>6</sup>	70.00 ab	80.00 ab	83.33 ab
Deltametrin	2,5 EC	100.00 a	100.00 a	100.00 a
Kontrol	-	13.33	23.33	23.33
KK (persen)		29,32	24,56	27,88

HSA = hari setelah aplikasi

Sumber : Supriyatin dan Sri Hardaningsih (2001)

Dari Tabel 2.12. nampak bahwa meskipun *B. bassiana* dan *M. anisopliae* lebih peka terhadap pengisap polong *P. hybneri* dan *N. viridula*, namun untuk pengisap polong *R. linearis* penggunaan jamur entomopatogen ini sudah cukup efektif untuk mengendalikan hama ini terutama pada serangga muda (nimfa). Hal ini ditunjukkan dengan persentase kematian nimfa *R. linearis* akibat perlakuan jamur *M. anisopliae* mencapai 46,67 persen. Sedangkan aplikasi jamur entomopatogen *B. bassiana* dapat menekan nimfa *R. linearis* dengan mortalitas mencapai 83,33 persen.

Taulu (2001) melaporkan bahwa *Pardosa pseudoannulata* merupakan predator penghuni tajuk tanaman kedelai di Indonesia, namun status, potensi, dan pemanfaatannya belum diketahui. Barrion dan Litsinger (1995) menyatakan bahwa *Pardosa pseudoannulata* adalah sinonim dari *Lycosa pseudoannulata*.



Hasil penelitian Tengkan, dkk.,(2002) menunjukkan bahwa predator ini berpotensi sebagai pemangsa pada hama utama pada tanaman kedelai. Hasil penelitian mengenai kemampuan dan frekuensi pemangsaan predator ini ditunjukkan pada Tabel 2.13.

Tabel 2.13. Preferensi *L. pseudoannulata* terhadap lima jenis hama utama kedelai berdasarkan jumlah yang dimangsa selama dua hari di Laboratorium Entomologi Balitkabi TH 2001

Jenis mangsa (hama kedelai)	Banyaknya hama yang dimangsa (ekor)
Imago <i>E. zinkenella</i>	1.25
Nimfa <i>R. linearis</i>	2.25
Nimfa <i>N. viridula</i>	1.50
Nimfa <i>P. Hybneari</i>	4.25
Larva <i>S. Litura</i>	4.00
Total (ekor)	23.00

Sumber : Tengkan, dkk. (2002)

Dari Tabel 2.13. tampak bahwa predator laba-laba *L. pseudoannulata* ternyata mempunyai kemampuan memangsa berbagai jenis hama utama pada tanaman kedelai. Kemampuan tertinggi dari pemangsa ini adalah terhadap larva *S. Litura*, yakni mencapai 4 ekor per dua hari. Sedangkan pada pengisap polong *R. linearis*, laba-laba ini mempunyai kemampuan memangsa yang lebih rendah, yakni 2,25 ekor per dua hari. Jika dilihat keberadaan musuh alami ini dalam satu musim tanam kedelai, maka kemampuan memangsa predator ini perlu diperhitungkan. Hal ini mengindikasikan bahwa predator laba-laba *L. pseudoannulata* cukup potensial sebagai salah satu pemangsa hama pengisap polong *R. linearis*. pada ekosistem pertanian kedelai.

## BAB 3

### KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN

#### 3.1. Kerangka Konseptual Penelitian

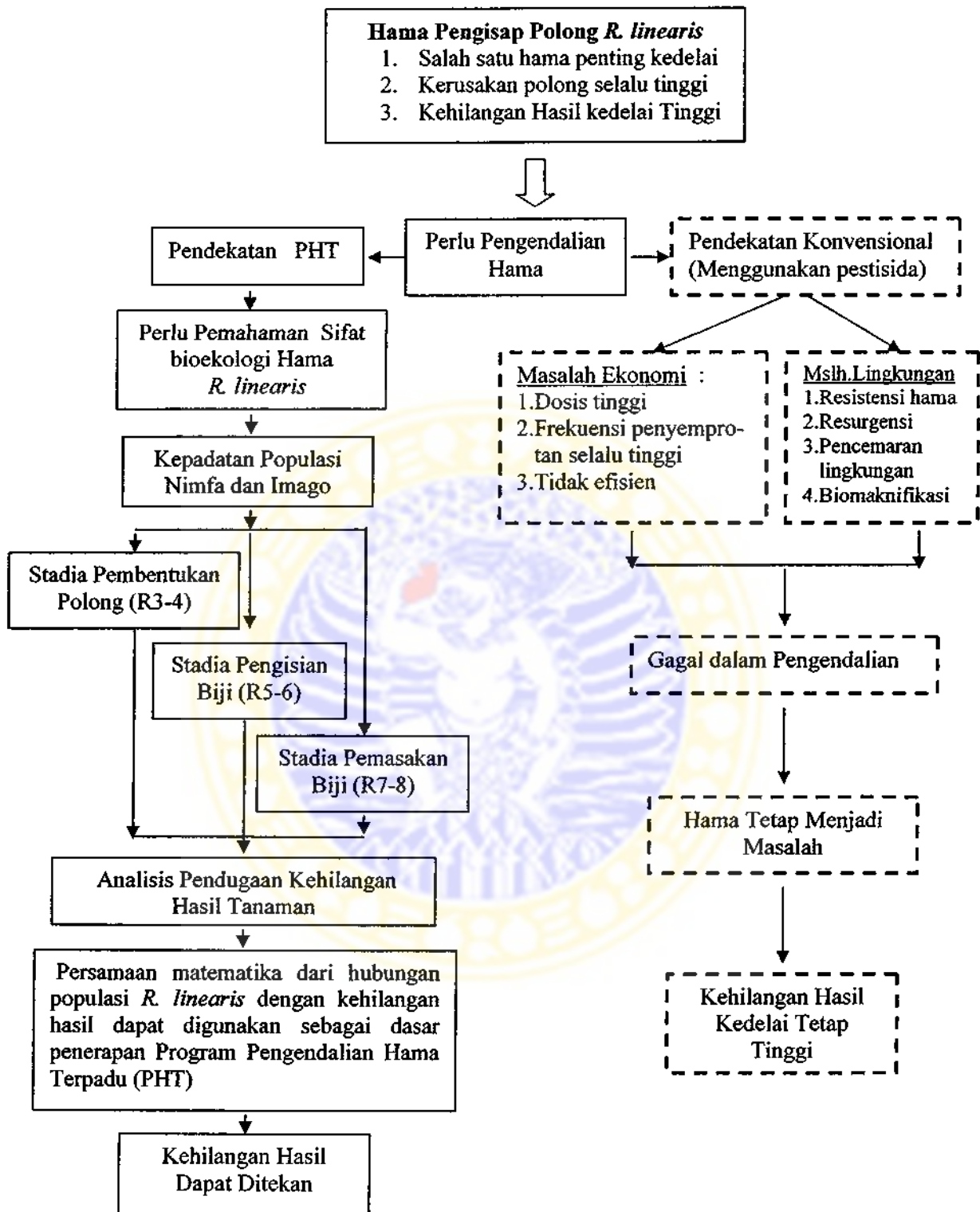
Pengisap polong *R. linearis* merupakan salah satu jenis hama utama yang penting pada tanaman kedelai. Hama ini dianggap penting karena menyerang secara langsung bagian tanaman yang dipanen yaitu polong kedelai. Serangan hama *R. linearis* dapat menyebabkan hasil panen berkurang hingga 70 persen, serta daya tumbuh biji rendah. Mengingat serangan hama ini dapat mengancam produksi kedelai baik kualitas maupun kuantitas, maka perlu dilakukan tindakan pengendalian.

Pengendalian hama *R. linearis* dengan menggunakan pestisida telah lama diupayakan, namun serangan hama ini masih menjadi kendala dalam usaha peningkatan produksi kedelai. Disamping itu pemakaian pestisida yang kurang tepat akan berdampak negatif terhadap lingkungan, diantaranya adalah : resistensi, resurgensi, biomagnifikasi, matinya jasad non-target, pencemaran lingkungan, dan hazard. Untuk itu penentuan saat yang tepat menggunakan pestisida adalah penting, karena penggunaan yang tepat akan menjamin efektivitas dan efisiensi pengendalian. Kegagalan upaya pengendalian hama pengisap polong *R. linearis* seringkali disebabkan kurangnya pemahaman mengenai aspek bioekologi hama, dan salah satu diantaranya adalah hubungan antara kepadatan populasi hama dengan tingkat kerusakan tanaman, dan kehilangan hasil.

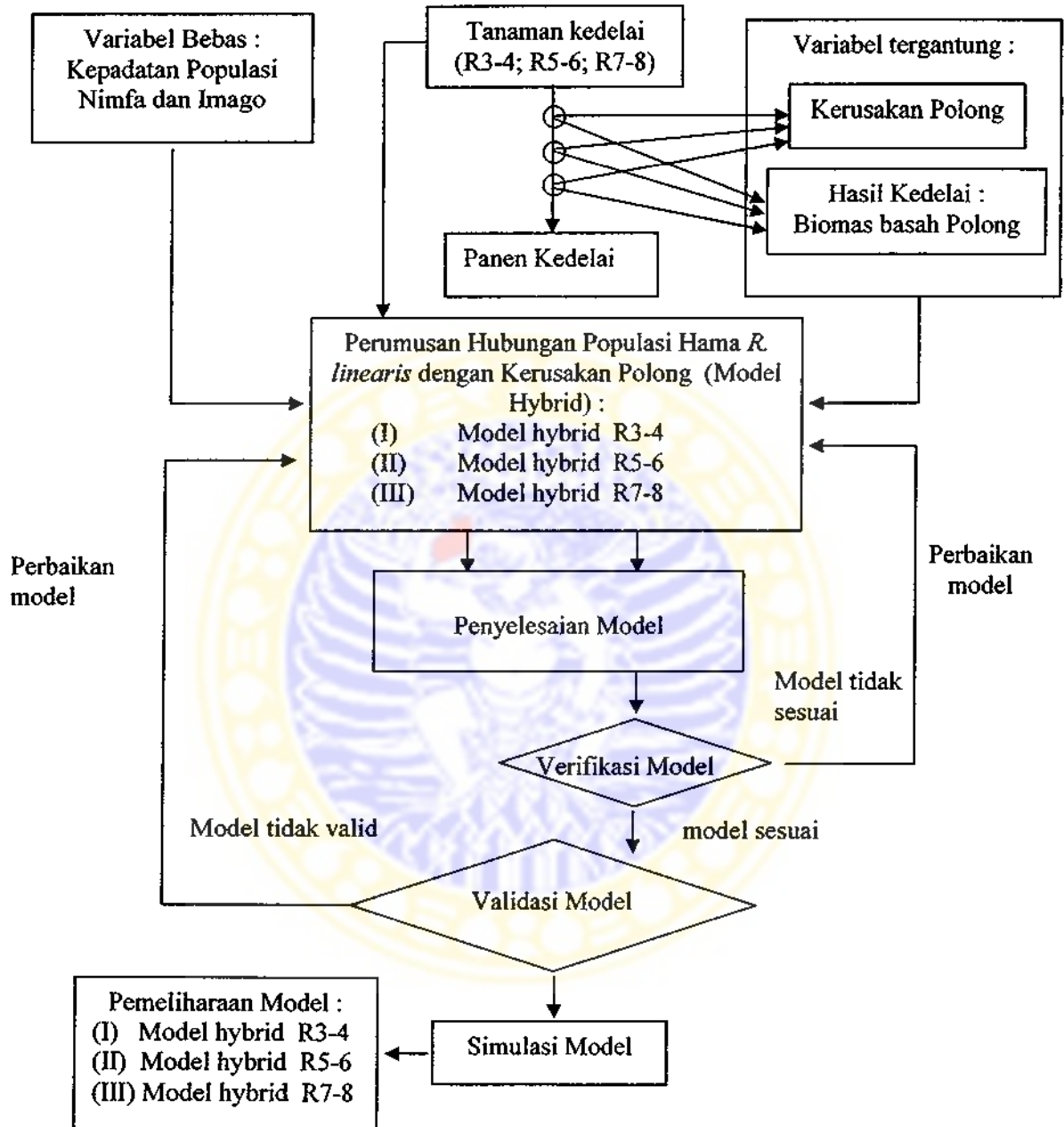
Kehilangan hasil akibat serangan hama dapat diduga dengan cara mengkuantitatifkan pengaruh kepadatan populasi hama terhadap kerusakan dan hasil

tanaman. Hubungan antara kepadatan populasi (nimfa dan imago) hama *R. linearis* dengan kerusakan polong kedelai digambarkan dalam suatu hubungan yang bersifat linier sehingga laju kerusakan polong akan semakin meningkat dengan proporsi yang konstan sesuai dengan meningkatnya populasi hama yang menyerang tanaman. Tahap linieritas ini bisa digunakan untuk mencari persamaan matematika yang sesuai untuk menunjukkan hubungan antara populasi hama *R. linearis* dengan kerusakan polong.

Bentuk hubungan antara kepadatan populasi hama dengan kerusakan polong kedelai pada stadia pertumbuhan polong (R3-4; R5-6; dan R7-8) dapat digambarkan dengan menggunakan pendekatan Teorema Pengangkutan Reynold. Model ini dapat ditentukan setelah mendapat masukan dari dua jenis variabel penelitian, yaitu hubungan antara variabel bebas (kepadatan populasi hama) dengan variabel tergantung (hasil kedelai). Konsep hubungan kepadatan populasi hama *R. linearis* dengan kerusakan polong kedelai dapat dilihat pada Gambar 3.1. dan Gambar 3.2.



Gambar 3.1. Kerangka Konseptual Penelitian



Gambar 3.2. Kerangka Konseptual Model

### 3.2. Kerangka Operasional

Penelitian tentang hubungan populasi hama *R. linearis* pada berbagai stadia pertumbuhan polong dengan kerusakan polong dan pengaruhnya terhadap hasil kedelai *Glycine max (L.) Merril.* akan dilakukan melalui tiga tahapan kegiatan penelitian dalam pot di lapangan.

Penelitian tahap pertama, ke dua, dan ke tiga, selain bertujuan untuk mengetahui pengaruh kepadatan populasi (nimfa dan imago) hama *R. linearis* terhadap hasil kedelai, juga ditujukan untuk memprediksi kerusakan polong dan hasil kedelai pada berbagai stadia pertumbuhan polong ( R3-4, R5-6, dan R7-8) berdasarkan persamaan matematika yang diturunkan melalui pendekatan Teorema Pengangkutan Reynolds.

Penelitian tahap pertama dimulai dengan mengumpulkan imago *R. linearis* yang diambil secara acak dari lapangan, kemudian dilakukan pemeliharaan (perbanyak) di laboratorium sampai dengan diperoleh umur yang seragam pada masing-masing stadia hama. Selanjutnya menyiapkan benih kedelai untuk ditanam pada polibag dengan jumlah sesuai perlakuan. Pada saat tanaman kedelai memasuki fase pembentukan polong atau R3-4, dilakukan infestasi nimfa dan imago *R. linearis* sesuai masing-masing perlakuan dan dilanjutkan dengan menyungkup setiap tanaman dengan kurungan kasa (*insect box*).

Untuk mengetahui pengaruh kepadatan populasi (nimfa dan imago) hama *R. linearis* terhadap hasil kedelai, dilakukan analisis statistik (anova). Untuk keperluan ini, maka data yang diamati adalah : tingkat kerusakan polong, tingkat kerusakan biji, dan biomas kering biji (sebagai variabel terikat). Sedangkan untuk menduga kerusakan polong dan hasil kedelai berdasarkan hubungan populasi

(nimfa dan imago) *R. linearis* pada stadia pembentukan polong (R3-4), maka data yang diamati adalah : kerusakan polong dan hasil kedelai (biomas basah polong).

Langkah penelitian tahap ke dua dan tahap ke tiga pada prinsipnya sama dengan penelitian pertama. Pembiakan massal *R. linearis* dilakukan bersamaan dengan persiapan penelitian pertama sampai didapatkan stadia nimfa 3-4 dan imago *R. linearis* yang memiliki umur seragam dan dalam jumlah yang cukup sesuai dengan perlakuan. Menyiapkan benih kedelai untuk ditanam pada *polybag* dengan jumlah sesuai perlakuan. Infestasi nimfa dan Imago *R. linearis* dilakukan pada fase pengisian biji R5-6 (penelitian tahap ke dua) dan pada fase pemasakan biji R7-8 (penelitian tahap ke tiga), dan dilanjutkan dengan menyungkup setiap rumpun tanaman kedelai dengan kurungan kasa (*insect box*).

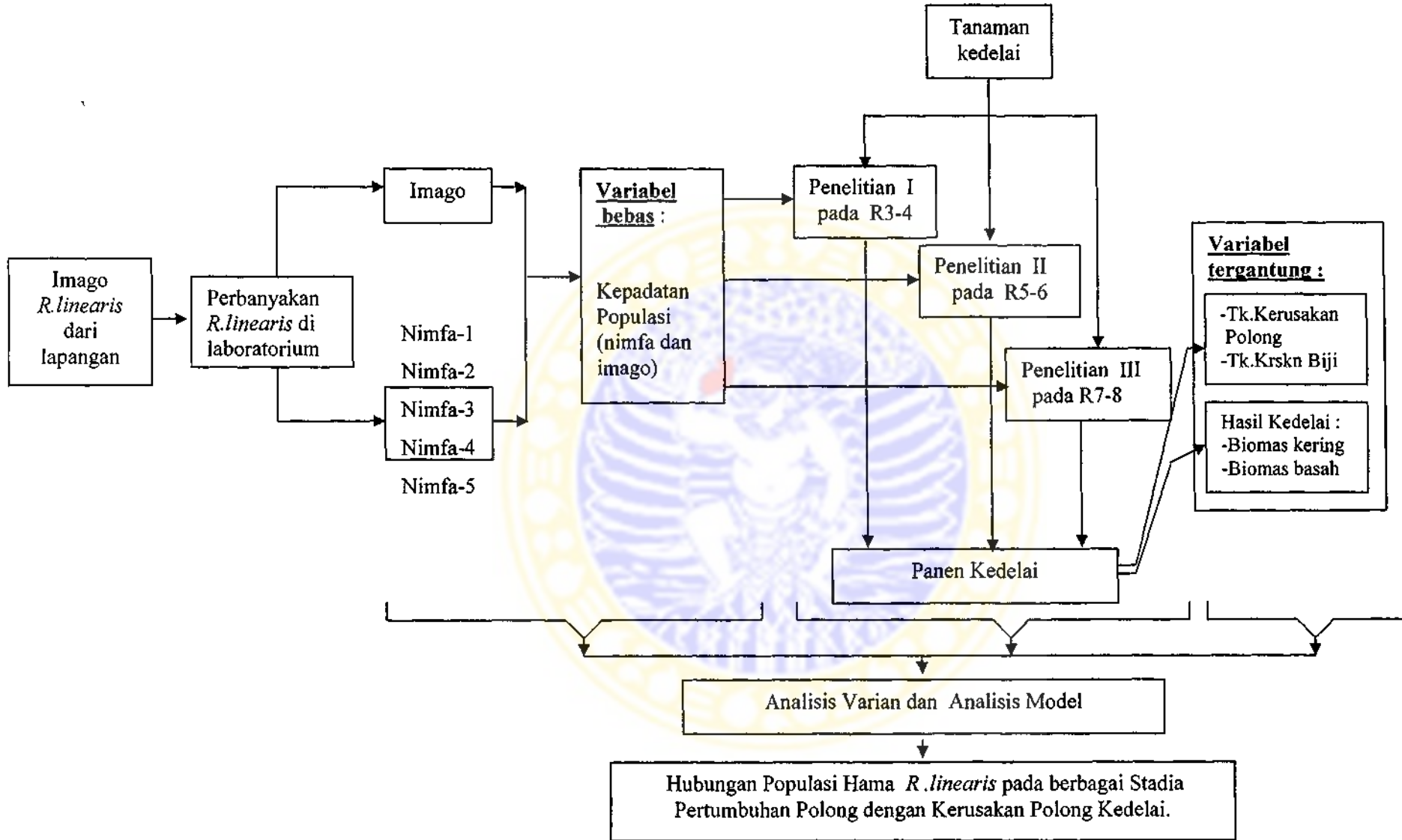
Pada penelitian tahap ke dua dan tahap ke tiga, untuk mengetahui pengaruh kepadatan populasi (nimfa dan imago) hama *R. linearis* terhadap hasil kedelai, dilakukan analisis statistik (Anova). Untuk keperluan ini, maka data yang diamati adalah : tingkat kerusakan polong, tingkat kerusakan biji, dan biomas kering biji (sebagai variabel terikat). Sedangkan untuk menduga kerusakan polong dan hasil kedelai pada hubungan populasi (nimfa dan imago) *R. linearis* dengan kerusakan polong pada stadia pengisian biji R5-6 (penelitian tahap ke dua) dan pada stadia R7-8 (penelitian tahap ke tiga), maka data yang diamati sama dengan penelitian tahap pertama, yaitu : data kerusakan polong dan hasil kedelai (biomas atau berat basah polong).

Dari hubungan fungsional antara masing-masing peubah tersebut, kemudian dengan menggunakan Teorema Pengangkutan Reynold, diturunkan menjadi persamaan matematik (*Governing equation*) untuk setiap stadia hama

(nimfa dan imago). Persamaan matematik yang didapatkan merupakan model empirik yang sekaligus digunakan untuk memprediksi jumlah polong rusak akibat infestasi hama pengisap polong *R. linearis*. Model empirik tersebut masih perlu dilakukan uji validasi dan simulai dengan data hasil percobaan di lapangan, lihat Gambar 3.3.







Gambar 3.3. Kerangka Operasional Penelitian

### 3.3. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan landasan teori di atas, dapat diajukan beberapa hipotesis penelitian sebagai berikut :

1. Kepadatan populasi nimfa dan imago hama pengisap polong *R. linearis* berpengaruh terhadap kerusakan polong dan biji serta hasil kedelai pada berbagai stadia pertumbuhan polong (R3-4, R5-6, dan R7-8)
2. Stadia nimfa dan imago hama pengisap polong *R. linearis* berpengaruh terhadap kerusakan polong dan biji serta hasil kedelai pada stadia R3-4, R5-6, dan R7-8.
3. Stadia reproduktif tanaman kedelai (R3-4, R5-6, dan R7-8) mempunyai kepekaan yang berbeda terhadap kerusakan polong, kerusakan biji, dan hasil kedelai akibat inokulasi nimfa dan imago hama pengisap polong *R. linearis*.
4. Hubungan populasi hama pengisap polong *R. linearis* dengan kerusakan polong kedelai yang diturunkan dari Teorema Pengangkutan Reynold dapat digunakan untuk menduga kerusakan polong kedelai pada berbagai stadia perkembangan polong R3-4, R5-6, dan R7-8.
5. Hubungan populasi hama pengisap polong *R. linearis* dengan kerusakan polong kedelai yang diturunkan dari Teorema Pengangkutan Reynold dapat diterapkan untuk menduga hasil kedelai pada stadia R3-4, R5-6, dan stadia R7-8.

## **BAB 4.**

### **METODE PENELITIAN**

Penelitian mengenai hubungan populasi hama *R. linearis* pada berbagai stadia pertumbuhan polong dengan kerusakan polong dan pengaruhnya terhadap hasil kedelai (*Glycine max* (L) Merril.), dilakukan dengan pendekatan secara eksperimental terdiri atas dua tahap penelitian, yaitu : (1) penelitian pendahuluan (di laboratorium), dan (2) penelitian lapangan

#### **4.1. Penelitian Pendahuluan**

##### **4.1.1. Tujuan penelitian.**

Penelitian ini bertujuan: (1) untuk mengetahui siklus hidup hama pengisap polong *R. linearis* di laboratorium, dan (2) mengadakan pembiakan serangga tersebut untuk mendapatkan stadia nimfa 3-4 dan imago dengan umur seragam dalam jumlah yang sesuai dengan perlakuan.

##### **4.1.2. Tempat dan waktu**

Penelitian pendahuluan dilaksanakan mulai bulan Mei 2005 sampai dengan April 2006. Kegiatan penelitian bertempat di laboratorium yang terletak di jalan Taman Indah VI / 36, Sepanjang, Kecamatan Taman, Kabupaten Sidoarjo.

##### **4.1.3. Bahan dan alat**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Serangga Imago pengisap polong kedelai *R. linearis* yang diambil dari lapangan di sentral produksi kedelai, yaitu di Kecamatan Puri dan

Kecamatan Mojosari, Kabupaten Mojokerto serta di Kecamatan Mojoagung Kabupaten Jombang.

2. Kacang panjang sebagai bahan makanan untuk serangga *R. linearis* baik pada saat stadia nimfa maupun imago (serangga dewasa).

Peralatan yang diperlukan untuk kegiatan penelitian ini terdiri atas :

1. Kurungan serangga (*Insect box*) yang dibuat dari kawat dan kain kasa, dengan ukuran : (a) diameter 20 cm, tinggi 30 cm; (b) diameter 30 cm, tinggi 50 cm; dan (c) diameter 38 cm dengan tinggi 65 cm .
2. Jaring untuk menangkap serangga (*sweep net*)
3. Tempat telur serangga terdiri atas stoples plastik (diameter 10 cm, tinggi 15 cm), dan cawan plastik (diameter 12 cm, tinggi 8 cm)
4. Benang siet yang digunakan sebagai tempat untuk meletakkan telur dari serangga imago *R. linearis*
5. Karet gelang untuk pengikat kacang panjang, dan kapas diberi air untuk menjaga kelembaban di dalam kurungan kasa.

#### 4.1.4. Pelaksanaan penelitian

Untuk mengamati siklus hidup disiapkan 20 butir telur *R. linearis*. Nimfa yang baru keluar dari telur langsung ditempatkan pada stoples kecil dengan diameter 6 cm dan tinggi 20 cm dan diberi pakan kacang panjang. Makanan diganti setiap tiga hari sekali. Pengamatan dilakukan setiap hari untuk mengamati pergantian kulit yang menunjukkan perubahan stadia tiap instar.

Untuk memperoleh nimfa stadia 3-4 dan imago yang seragam, dilakukan perbanyakan melalui pembiakan yang diawasi. Imago betina *R. linearis* yang sudah siap meletakkan telur diambil dari lapangan, kemudian dimasukkan ke dalam kurungan kasa dan diberi pakan kacang panjang serta benang siet sebagai tempat peletakan telur-telurnya. Setiap tiga hari, telur yang diletakkan oleh imago pada benang siet dipanen, selanjutnya telur ditempatkan pada toples plastik dan dibiarkan sampai dengan menetas menjadi nimfa. Nimfa instar pertama yang baru saja menetas, diambil dan dimasukkan ke dalam kurungan kasa yang lain yang telah diisi kacang panjang. Setiap pergantian kulit atau memasuki instar baru, maka pada waktu/hari yang sama nimfa dipindahkan ke kurungan serangga berikutnya yang telah berisi kacang panjang segar. Demikian seterusnya hingga diperoleh nimfa 3-4 dan imago yang seragam.

#### 4.1.5. Pengamatan penelitian

Untuk mendapatkan nimfa 3-4 dan serangga imago dengan umur yang seragam, dilakukan pengamatan tentang beberapa aspek biologi *R. linearis*, seperti : stadia telur (umur telur), umur nimfa instar 1-5, dan lama hidup (umur) serangga imago atau dewasa.

Dari penelitian pendahuluan ini maka akan diperoleh nimfa instar 3-4 dan serangga imago *R. linearis* dengan umur seragam yang siap digunakan sebagai bahan penelitian selanjutnya, yaitu penelitian dalam *polybag* di lapangan.

## 4.2. Penelitian Lapangan

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap kegiatan penelitian seperti disajikan pada Tabel 4.1. sebagai berikut :

Tabel 4.1. Tahapan Kegiatan Penelitian dalam Pot di Lapangan

No	Tahapan penelitian	Topik kegiatan penelitian
1	Tahap pertama	Pengaruh Kepadatan Populasi Serangga Hama <i>R. linearis</i> terhadap Hasil Kedelai pada Stadia Pembentukan Polong (R3-R4)
2	Tahap ke dua	Pengaruh Kepadatan Populasi Serangga Hama <i>R. linearis</i> terhadap Hasil Kedelai pada Stadia Pengisian Biji (R5-R6)
3	Tahap ke tiga	Pengaruh Kepadatan Populasi Serangga Hama <i>R. linearis</i> terhadap Hasil Kedelai pada Stadia Pemasakan Biji (R7-R8)

### 4.2.1. Bahan dan alat

Bahan untuk penelitian ini meliputi : serangga *R. linearis* stadia nimfa 3-4 dan Imago, benih kedelai (varietas wilis), diperoleh dari Balai Penelitian Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian, Malang; Biji kedelai ditanam dalam *polybag*, pupuk anorganik (Urea, SP-36, dan KCl) dengan dosis anjuran. Media penelitian yang digunakan adalah tanah jenis gromosol, insektisida Dekametrin 2,5 g l<sup>-1</sup> untuk melindungi serangan hama lalat bibit, dan Sihalotrin 25 g l<sup>-1</sup> untuk melindungi serangan hama daun serta asam fuchsin.

Peralatan yang dipakai untuk penelitian terdiri dari : kurungan tanaman yang dibuat dari kain kasa dengan ukuran : 60 cm x 60 cm x 70 cm, kawat, kurungan serangga dibuat dari kawat dengan ukuran : tinggi 50 cm dengan

diameter 30 cm (sebagai tempat serangga *R. linearis* hasil pembiakan di laboratorium), *polybag* ukuran: tinggi 40 cm, diameter 30 cm, kaca pembesar, timbangan analitik metter PJ 400, dan *Grain Moisture Tester*.

#### 4.2.2. Tempat dan waktu.

Penelitian dilaksanakan mulai bulan Oktober 2005 sampai dengan Agustus 2006. Kegiatan penelitian bertempat di lahan Kebun Percobaan Dinas Perikanan, Kelautan, Peternakan, Pertanian dan Kehutanan Kota Surabaya yang terletak di Jalan Pagesangan II No. 56, Surabaya.

#### 4.3. Penelitian Tahap I : Pengaruh Kepadatan Populasi Serangga Hama Pengisap Polong *R. linearis* terhadap Hasil Kedelai pada Stadia Pembentukan Polong (R3-4).

##### 4.3.1. Tujuan penelitian :

Penelitian ini dimaksudkan untuk : (1) mengetahui pengaruh kepadatan populasi (nimfa dan imago) serangga hama *R. linearis* terhadap kerusakan polong dan biji serta hasil kedelai, dan (2) memprediksi banyaknya polong rusak (terserang oleh serangga hama pengisap polong) pada stadia pembentukan polong (R3-4) berdasarkan hubungan populasi hama *R. linearis* dengan kerusakan polong melalui pendekatan persamaan matematika. Selanjutnya data kerusakan polong hasil prediksi dari persamaan matematika tersebut akan digunakan untuk menduga hasil kedelai.

#### 4.3.2. Rancangan penelitian :

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan sembilan macam perlakuan dan diulang tiga kali. Adapun jenis perlakuan dimaksud adalah sebagai berikut :

P0 = Kontrol

P1 = Inokulasi 1 ekor nimfa

P2 = Inokulasi 2 ekor nimfa

P3 = Inokulasi 3 ekor nimfa

P4 = Inokulasi 4 ekor nimfa

P5 = Inokulasi 1 ekor Imago

P6 = Inokulasi 2 ekor imago

P7 = Inokulasi 3 ekor imago

P8 = Inokulasi 4 ekor imago

Jumlah perlakuan seluruhnya ada sembilan, sedangkan jumlah ulangan ada tiga, maka terdapat  $9 \times 3 = 27$  unit percobaan. Setiap unit percobaan terdapat 3 (tiga) polibek yang berisi satu rumpun kedelai atau 2 tanaman per polibek . Dengan demikian setiap tahap kegiatan penelitian diperlukan sejumlah  $27 \times 3 = 81$  buah polibek dari satu unit percobaan yang ada. Lebih jelas mengenai keadaan penelitian di lapangan dapat dilihat pada Gambar 4.1.



(P0)I	(P1)I	(P3)III
(P2)I	(P4)I	(P5)I
(P4)II	(P1)II	(P2)II
(P6)I	(P0)II	(P5)II
(P7)I	(P8)I	(P7)III
(P1)III	(P3)I	(P0)III
(P7)II	(P2)III	(P5)III
(P4)III	(P8)II	(P8)III
(P6)III	(P6)II	(P3)II

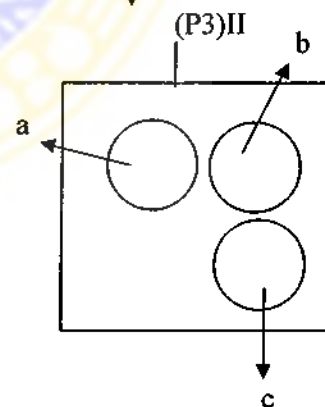
⇨  
utara

Gambar 4.1. Denah Percobaan

**Keterangan :**

○ = *polybag* berisi 2 tanaman kedelai

- a = *polybag* ke 1, untuk destruktif ke 1 (umur 54 HST)  
 b = *polybag* ke 2, untuk destruktif saat panen (umur 90 HST)  
 c = *polybag* ke III untuk cadangan



Model matematika dari rancangan tersebut menurut Kusrieningrum (1990) adalah :

$$Y_{ij} = \mu + \xi + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

- $i$  = 1, 2, 3, .....9  
 $j$  = 1, 2, 3.  
 $Y_{ij}$  = nilai pengamatan perlakuan ke  $i$ , faktor stadia (S) pada ulangan ke  $j$   
 $\mu$  = nilai tengah umum  
 $\xi$  = pengaruh perlakuan ke  $i$   
 $\epsilon_{ij}$  = pengaruh acak (galat percobaan) perlakuan ke  $i$  pada ulangan ke  $j$

#### 4.3.3. Variabel penelitian

Variabel penelitian terdiri dari : (a) variabel bebas, yaitu : kepadatan populasi hama (jumlah nimfa dan imago *R. linearis*), (b) variabel terikat (tergantung), meliputi: tingkat kerusakan polong, tingkat kerusakan biji, Hasil kedelai (biomas basah polong, biomas kering biji), dan (c) variabel kendali meliputi : keadaan cuaca (suhu, kelembaban, lama penyinaran, angin), penyiraman, pemupukan, media tanam ( jenis tanah, dan berat media) dan varietas kedelai yang digunakan.

#### 4.3.4. Pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan penelitian dibedakan menjadi dua kegiatan, yaitu :

##### a. Pembiakan serangga hama *R. linearis* di laboratorium.

Untuk keperluan bahan penelitian ini telah dilakukan pembiakan di laboratorium pada waktu penelitian pendahuluan sampai dengan dihasilkan nimfa instar 3-4 dan imago *R. linearis* yang siap untuk diinokulasikan di lapangan.

##### b. Persiapan tanaman kedelai dan inokulasi hama *R. linearis*

**b. Persiapan tanaman kedelai dan inokulasi hama *R. linearis***

Benih kedelai varietas wilis ditanam pada *polybag* yang telah disediakan sejumlah 81 *polybag*. Pada setiap *polybag* ditanami empat benih, dan penanaman dilakukan secara serentak sesuai dengan perlakuan. Setelah tumbuh dipilih bibit yang seragam, pertumbuhannya baik, dan disisakan dua tanaman per-*polybag*.

Inokulasi nimfa 3-4 dan imago ke dalam kurungan serangga dilakukan pada saat stadia R3-4, yaitu pada umur 40 hari setelah tanam (Gambar 4.2.). Serangga dibiarkan selama 14 hari, setelah itu semua serangga dikeluarkan dari kurungan. Tanaman kedelai dibiarkan tumbuh sampai dengan panen. Untuk menghindari kerusakan daun dan polong dari serangan hama lain, dilakukan penyemprotan dengan insektisida dekametrin 2,5 g l<sup>-1</sup> dan sihalotrin 25 g l<sup>-1</sup> (Gambar 4.3. dan Gambar 4.4.)



Gambar 4.2. Tanaman Kedelai pada Saat Stadia Pembentukan Polong (R3-4)



Gambar 4.3. Satu Unit Percobaan di Lapangan (dari sisi samping).



Gambar 4.4. Satu Unit Percobaan di Lapangan (dari sisi depan)

#### 4.3.5. Pengamatan penelitian

Untuk mengetahui pengaruh kepadatan populasi (nimfa dan imago) hama *R. linearis* pada stadia pembentukan polong (R3-4) terhadap kerusakan polong dan biji serta hasil kedelai, data yang diamati adalah : (a) kerusakan polong, (b) kerusakan biji, dan (c) hasil kedelai (biomas kering biji).

##### a. Kerusakan polong.

Data mengenai kerusakan polong dihitung dengan menggunakan rumus, sebagai berikut :

$$P = \frac{a}{a+b} \times 100 \%$$

Keterangan :

- P = Persentase kerusakan polong
- a = jumlah polong yang terserang *R. linearis*
- b = jumlah polong sehat

##### b. Kerusakan biji

Kerusakan biji dihitung menggunakan rumus sama dengan rumus yang digunakan untuk menghitung tingkat kerusakan polong.

##### c. Biomas kering biji

Data biomas kering biji diperoleh dengan cara menimbang biji kedelai hasil panen per-*polybag* setelah biji tersebut dikeringkan di bawah sinar matahari selama beberapa hari. Sebelum biji ditimbang, dilakukan pengukuran terhadap kadar air biji menggunakan *Grain Moisture Tester*. Kadar air biji kedelai ditentukan kurang lebih 10 – 12 persen.

Untuk keperluan memprediksi banyaknya polong rusak akibat serangan serangga hama *R. linearis* pada stadia pembentukan polong (R3-4) berdasarkan persamaan matematik Teorema Pengangkutan Reynold, maka data yang diamati adalah : jumlah polong rusak. Sedangkan untuk menduga hasil kedelai berdasarkan prediksi jumlah polong yang rusak tersebut, maka data yang diamati adalah : berat (biomas) basah polong.

a. Jumlah polong rusak.

Jumlah polong rusak akibat serangan (nimfa dan imago) serangga hama *R. linearis* dihitung untuk setiap perlakuan. Untuk mengetahui polong yang rusak (terserang) oleh hama *R. linearis*, tanaman kedelai dipanen (destruktif ke I) pada saat umur 54 HST kemudian polong direndam di dalam baskom (telah diisi aquades dan ditetesi asam fuchsin) selama 60 menit. Setelah itu polong dibuka satu persatu dan dilakukan pengamatan terhadap polong yang rusak terserang hama *R. linearis* menggunakan kaca pembesar (*loupe*). Polong yang rusak ditandai dengan adanya bercak warna merah pada kulit polong yang merupakan bekas gigitan alat mulut (*stylet*) serangga *R. linearis*.

b. Biomas basah polong

Data biomas basah polong diperoleh dengan cara menimbang polong basah pada petak kontrol. Biomas basah polong setiap perlakuan dihitung dengan cara mengurangkan biomas basah kontrol dengan biomas basah polong yang terserang oleh *R. linearis* untuk setiap perlakuan.

#### 4.3.6. Batasan penelitian

Beberapa keadaan pelaksanaan percobaan dan batasan-batasan yang diberikan yang merupakan asumsi model adalah sebagai berikut :

1. Jenis tanaman kedelai yang digunakan sebagai bahan penelitian ini telah ditentukan, yaitu kedelai varietas Wilis yang diperoleh dari Balai Penelitian Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian, Kendalpayak, Malang.
2. Jumlah populasi hama *R. linearis* yang merusak tanaman kedelai (dalam hal ini polong) telah ditetapkan sebelumnya.
3. Lamanya waktu inokulasi (penyerangan) hama *R. linearis* pada polong kedelai sudah ditetapkan, yaitu: (a) selama stadia pembentukan polong (R3-4), (b) selama stadia pengisian biji (R5-6), dan (c) selama stadia pemasakan biji (R7-8).
4. Untuk masing-masing stadia perkembangan polong, serangga hama yang diinokulasikan adalah serangga yang baru. Serangga yang diinokulasikan pada stadia R3-4 tidak diteruskan ke stadia R5-6, juga tidak diteruskan ke stadia R7-8, tetapi masing-masing stadia pertumbuhan tanaman kedelai diinokulasikan hama yang baru.
5. Keadaan cuaca (suhu, radiasi matahari, kelembaban, dan angin) dianggap mempunyai pengaruh yang sama selama pertumbuhan tanaman kedelai.

#### 4.3.7. Pengujian model

Untuk melihat kehandalan model empiris dalam memprediksi variabel terikat, dilakukan analisis grafis dan analisis statistik antara data prediksi model dan data observasi (hasil eksperimen) yaitu dengan melihat linieritasnya. Uji

validasi dilanjutkan dengan melihat pola penyebaran residual dengan memplotkan data prediksi dengan residualnya. Analisis data secara statistik digunakan untuk mengetahui kesahihan suatu model dan tingkat keeratan hubungan antar variabel dengan menentukan koefisien determinasi ( $R^2$ ) dan koefisien korelasi ( $r$ ).

#### 4.3.8. Analisis data

Untuk melihat pengaruh dari perlakuan yang dicobakan, data hasil pengamatan yang telah diperoleh dilakukan analisis ragam (Anova) menggunakan program komputer SPSS 13. Untuk melihat perbedaan diantara perlakuan yang diuji, digunakan Uji Jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5 persen.

#### 4.3.9. Analisis prediksi model

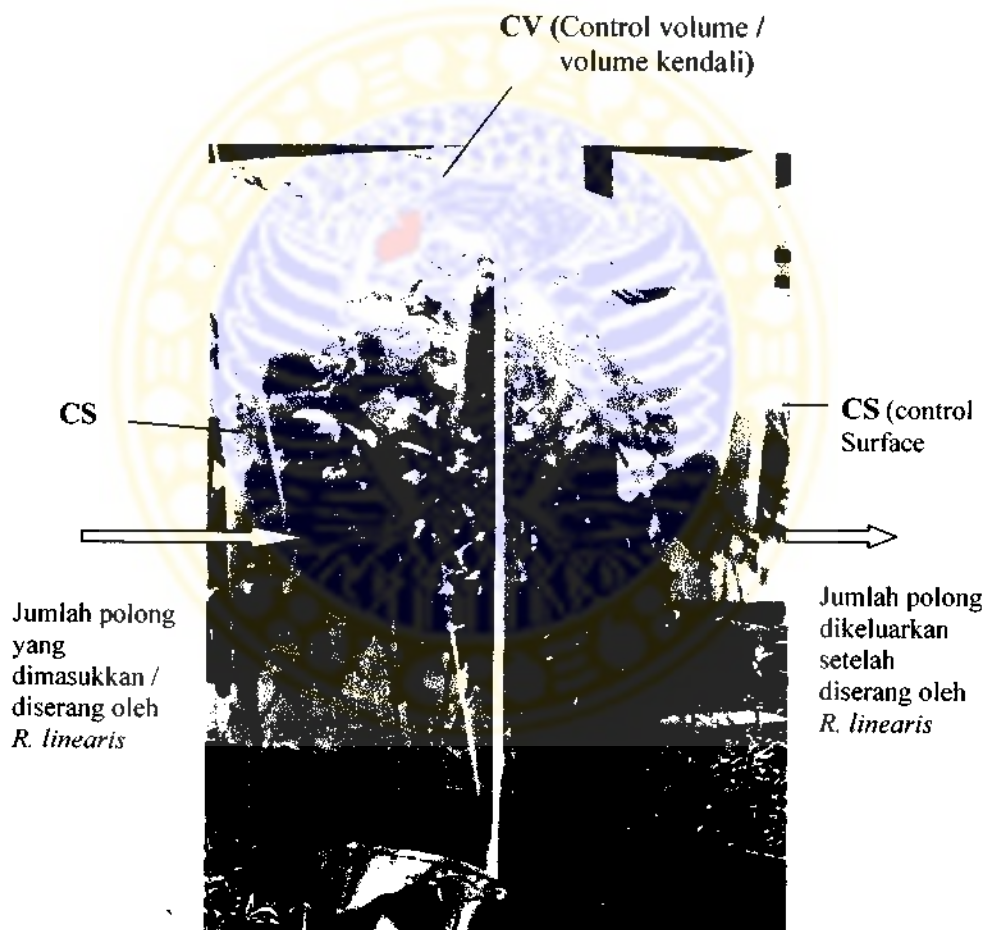
Untuk memprediksi nilai kerusakan polong kedelai pada hubungan antara populasi serangga hama pengisap polong *R. linearis* dengan kerusakan polong, digunakan pendekatan Teori Kontinum (Apsley, 2005) dan Teorema Pengangkutan Reynold (Frank, 1986; Munson, *et al.*, 1998). Prinsip kontinum menjelaskan bahwa suatu luasan lahan pertanian yang ditanami kedelai (saat itu sedang memasuki stadia polong dan terserang oleh serangga hama pengisap polong *R. linearis*), dapat dibawa ke satu contoh riil dalam bentuk satu unit kurungan kasa / serangga (di dalamnya terdapat tanaman kedelai yang telah berpolong dan diserang oleh serangga hama *R. linearis*), dengan asumsi tertentu dapat dianggap mewakili kondisi yang sebenarnya terjadi di lapangan.

Dengan menggunakan Teorema Pengangkutan Reynold (Munson, *et al.*, 1998) yang berbunyi “*The rate of change of some quantity with in an arbitrary*



*control volume (CV) is determined by the net rate of transport across it's boundary surface ( flux ) and the rate of production with in that control volume ( Source*". Selanjutnya dari definisi tersebut dapat diuraikan menjadi :

The rate of change inside the control volume + net outward flux through surface of the CV = The rate production of the source inside the control volume



Gambar 4.5. Satu Unit Kurungan Kasa yang di Dalamnya Terdapat Satu Rumpun Kedelai

The rate of change inside the control volume + net outward flux through surface of the CV = The rate production of the source inside the control volume

$$\frac{D}{Dt} [\text{Jumlah polong terserang}] = \frac{\text{Jumlah serangga hama yg ada di CV}}{\text{Waktu}} \dots\dots (7)$$

Persamaan (7) ini kemudian dapat dinyatakan dalam bentuk matematika seperti berikut ini :

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{CV} \rho dV + \int_{CS} \rho v \cdot \hat{n} dA = \frac{\text{Jumlah serangga hama yg ada di CV}}{\text{Waktu}} \dots\dots\dots (8)$$

dimana  $\rho$  = adalah kepadatan polong yang ada di dalam CV per-satuan volume (kepadatan polong ini dapat berubah-ubah terhadap waktu). Sedangkan  $v$  = adalah kecepatan serangga masuk/keluar (melalui control surface) ke dalam CV untuk menyerang polong, dan  $\hat{n}$  = vektor satuan dari CS dan tegak lurus dengan permukaan CS. Sedangkan A adalah luasan permukaan CS (satu sisi) tempat serangga hama tersebut masuk dan keluar (besarnya tetap), dengan asumsi bahwa (a) arah kecepatan serangga masuk sejajar dengan normal bidang atau luasan, (b) luasan A hanya mempunyai satu vektor normal, artinya luasan A adalah suatu bidang datar. Selanjutnya Persamaan (8) dapat diselesaikan menjadi :

$$\frac{\partial}{\partial t} \left[ \underbrace{\rho}_{CV} dV \right] + \rho v \cdot \hat{n} \int dA = \frac{\text{Jumlah serangga hama yg ada di CV}}{\text{waktu}} \dots\dots\dots (8a)$$

atau dapat ditulis,

$$\frac{\partial}{\partial t} \left( \underbrace{\rho V}_{CV} \right) + \underbrace{\rho v \cdot \hat{n} A}_{CS} = \frac{\text{Jumlah serangga hama yg ada di CV}}{\text{waktu}} \dots\dots\dots (9)$$

Karena  $V$  pada Persamaan (9) adalah volume dari CV yang besarnya diasumsikan tetap (tidak berubah-ubah terhadap waktu), persamaan tersebut selanjutnya dapat ditulis menjadi :

$$\underbrace{\rho \frac{\partial V}{\partial t}}_{CV} + \frac{V \partial \rho}{\partial t} + \underbrace{\rho v \cdot \hat{n} A}_{CS} = \frac{\text{Jumlah serangga hama yg ada di CV}}{\text{waktu}} \dots\dots\dots (10)$$

karena  $V$  tetap terhadap waktu, maka jika diturunkan nilai  $\frac{\partial V}{\partial t} = 0$ , sehingga

Persamaan (10) berubah menjadi :

$$V \frac{\partial \rho}{\partial t} + \underbrace{\rho v \cdot \hat{n} A}_{CS} = \frac{\text{Jumlah serangga hama yg ada di CV}}{\text{waktu}} \dots\dots\dots (11)$$

berdasarkan prinsip Teorema Pengangkutan Reynold ( Munson, *et al.*, 1998), maka untuk kecepatan serangga “masuk” nelalui CS diberi kode - (negatip), sedangkan untuk kecepatan serangga keluar melalui CS, diberi kode + (positip), maka Persamaan (11) selanjutnya akan berubah menjadi :

$$V \frac{\partial \rho}{\partial t} - \underbrace{\rho v \cdot \hat{n} A}_{\text{masuk}} + \underbrace{\rho v \cdot \hat{n} A}_{\text{keluar}} = \frac{\text{Jumlah serangga hama yg ada di CV}}{\text{waktu}} \dots\dots\dots (12)$$

Dari Persamaan (12) selanjutnya dapat dilihat bahwa  $v \cdot \hat{n}$  = kecepatan serangga untuk masuk ke dalam CS, yang besarnya tidak lain adalah sama dengan laju perubahan jumlah polong yang ada di CV untuk menerima serangan, dinyatakan dengan  $\frac{\partial Z}{\partial t}$  , sehingga Persamaan (12) berubah menjadi :

$$V \frac{\partial \rho}{\partial t} - \underbrace{\rho A \frac{\partial Z}{\partial t}}_{\text{Masuk}} + \underbrace{\rho A \frac{\partial Z}{\partial t}}_{\text{Keluar}} = \frac{\text{Jumlah serangga hama yg ada di CV}}{\text{waktu}} \dots\dots\dots (13)$$

dimana :

V = Volume dari CV (volume kendali), tempat serangga menyerang  
(yaitu :  $P \times L \times t = 0,70 \times 0,6 \times 0,6 \times 1 \text{ m}^3 = 0,25 \text{ m}^3$ )

A = Luas permukaan dari CS (permukaan kendali) untuk satu sisi dimana serangga menyerang dan keluar dari CV ( yaitu :  $0,70 \times 0,6 \times 1 \text{ m}^2 = 0,42 \text{ m}^2$ )

$\rho$  = Kepadatan polong yang ada di dalam CV yang akan diserang

$\frac{\partial Z}{\partial t}$  = Laju perubahan jumlah polong yang diserang per-satuan waktu

Masuk = adalah jumlah polong untuk diserang.

Keluar = adalah jumlah polong setelah diserang.

Selanjutnya agar lebih mudah dalam operasionalnya, diperlukan kode tertentu dan dalam hal ini diasumsikan bahwa kode-kode tersebut tidak berpengaruh terhadap bentuk persamaan matematika yang telah dikonstruksi. Untuk stadia reproduktif tanaman kedelai (R), yaitu : Stadia R3-4, maka diberi kode 1 (diletakkan pada  $Z_1$ ), untuk R5-6 diberi kode 2 (diletakkan pada  $Z_2$ ), dan untuk stadia R7-8 diberi kode 3 (ditempatkan pada  $Z_3$ ). Sedangkan pada stadia hama, untuk nimfa diberi kode : N (Nimfa) dan untuk serangga hama dewasa diberi kode : I (Imago). Dengan demikian persamaan matematika tersebut (berdasarkan pendekatan Teorema Pengangkutan Reynold) selanjutnya akan digunakan untuk memprediksi jumlah polong kedelai yang rusak akibat serangan hama pengisap polong *R. linearis* pada berbagai stadia pertumbuhan polong (R3-4, R5-6, dan R7-8).

- a. Menentukan jumlah polong (rusak) yang terserang oleh nimfa *R. linearis* pada stadia pembentukan polong (R3-4), dengan persamaan matematik sebagai berikut :

$$V \frac{\partial \rho_N}{\partial t} - \underbrace{\rho_N A \frac{\partial Z_1}{\partial t}}_{\text{masuk}} + \underbrace{\rho_N A \frac{\partial Z_1}{\partial t}}_{\text{keluar}} = \frac{\text{Jumlah nimfa di CV}}{\text{waktu}} \dots\dots\dots (14)$$

Secara umum bentuk rumus (14) dapat ditulis menjadi :

$$V \frac{\partial \rho_N}{\partial t} - \underbrace{\rho_N A \frac{\partial Z_1}{\partial t}}_{\text{masuk}} + \underbrace{\rho_N A \frac{\partial Z_1}{\partial t}}_{\text{keluar}} = \frac{\text{Jumlah serangga di suatu area}}{\text{waktu}}$$

- b. Menentukan jumlah polong yang terserang imago *R. linearis* pada stadia pembentukan polong (R3-4) dengan persamaan matematik, sebagai berikut :

$$V \frac{\partial \rho_I}{\partial t} - \underbrace{\rho_I A \frac{\partial Z_1}{\partial t}}_{\text{masuk}} + \underbrace{\rho_I A \frac{\partial Z_1}{\partial t}}_{\text{keluar}} = \frac{\text{Jumlah imago di CV}}{\text{waktu}} \dots\dots\dots (15)$$

Secara umum bentuk rumus (15) dapat ditulis menjadi :

$$V \frac{\partial \rho_I}{\partial t} - \underbrace{\rho_I A \frac{\partial Z_1}{\partial t}}_{\text{masuk}} + \underbrace{\rho_I A \frac{\partial Z_1}{\partial t}}_{\text{keluar}} = \frac{\text{Jumlah serangga di suatu area}}{\text{waktu}}$$

- c. Menentukan jumlah polong rusak akibat serangan nimfa *R. linearis* pada stadia pengisian biji (R 5-6), dengan persamaan matematika sebagai berikut :

$$V \frac{\partial \rho_N}{\partial t} - \underbrace{\rho_N A \frac{\partial Z_2}{\partial t}}_{\text{masuk}} + \underbrace{\rho_N A \frac{\partial Z_2}{\partial t}}_{\text{keluar}} = \frac{\text{Jumlah nimfa di CV}}{\text{waktu}} \dots\dots\dots (16)$$

Secara umum bentuk rumus (16) dapat ditulis menjadi :

$$V \frac{\partial \rho_N}{\partial t} - \underbrace{\rho_N A \frac{\partial Z_2}{\partial t}}_{\text{masuk}} + \underbrace{\rho_N A \frac{\partial Z_2}{\partial t}}_{\text{keluar}} = \frac{\text{Jumlah serangga di suatu area}}{\text{waktu}}$$

- d. Menentukan jumlah polong rusak akibat serangan imago *R. linearis* pada stadia pengisian biji (R5-6), dengan persamaan matematik sebagai berikut :

$$V \frac{\partial \rho_I}{\partial t} - \underbrace{\rho_I A \frac{\partial Z_2}{\partial t}}_{\text{masuk}} + \underbrace{\rho_I A \frac{\partial Z_2}{\partial t}}_{\text{keluar}} = \frac{\text{Jumlah imago di CV}}{\text{waktu}} \dots\dots\dots (17)$$

Secara umum bentuk rumus (17) dapat ditulis menjadi :

$$V \frac{\partial \rho_I}{\partial t} - \underbrace{\rho_I A \frac{\partial Z_2}{\partial t}}_{\text{masuk}} + \underbrace{\rho_I A \frac{\partial Z_2}{\partial t}}_{\text{keluar}} = \frac{\text{Jumlah serangga di suatu area}}{\text{waktu}}$$

- e. Menentukan jumlah polong rusak akibat serangan nimfa *R. linearis* pada stadia pemasakan biji (R7-8) dengan persamaan matematik sebagai berikut :

$$V \frac{\partial \rho_N}{\partial t} - \underbrace{\rho_N A \frac{\partial Z_3}{\partial t}}_{\text{masuk}} + \underbrace{\rho_N A \frac{\partial Z_3}{\partial t}}_{\text{keluar}} = \frac{\text{Jumlah nimfa di CV}}{\text{waktu}} \dots\dots\dots (18)$$

Secara umum bentuk rumus (18) dapat ditulis menjadi :

$$V \frac{\partial \rho_N}{\partial t} - \underbrace{\rho_N A \frac{\partial Z_3}{\partial t}}_{\text{masuk}} + \underbrace{\rho_N A \frac{\partial Z_3}{\partial t}}_{\text{keluar}} = \frac{\text{Jumlah serangga di suatu area}}{\text{waktu}}$$

f. Menentukan jumlah polong rusak karena serangan imago *R. linearis* pada stadia pemasakan biji kedelai (R7-8) dengan persamaan matematik sebagai berikut :

$$V \frac{\partial \rho_I}{\partial t} - \underbrace{\rho_I A \frac{\partial Z_3}{\partial t}}_{\text{masuk}} + \underbrace{\rho_I A \frac{\partial Z_3}{\partial t}}_{\text{keluar}} = \frac{\text{Jumlah imago di CV}}{\text{waktu}} \dots\dots\dots (19)$$

Secara umum bentuk rumus (19) dapat ditulis menjadi

$$V \frac{\partial \rho_I}{\partial t} - \underbrace{\rho_I A \frac{\partial Z_3}{\partial t}}_{\text{masuk}} + \underbrace{\rho_I A \frac{\partial Z_3}{\partial t}}_{\text{keluar}} = \frac{\text{Jumlah serangga di suatu area}}{\text{waktu}}$$

#### 4.4. Penelitian Tahap ke Dua : Pengaruh Populasi Hama Pengisap Polong *R. linearis* Terhadap Hasil Kedelai pada Stadia Pengisian Biji (R5-6).

##### 4.4.1. Tujuan penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk : (1) mengetahui pengaruh kepadatan populasi (nimfa dan imago) hama *R. linearis* terhadap kerusakan polong dan biji serta hasil kedelai, dan (2) memprediksi banyaknya polong rusak (terserang oleh pengisap polong) pada stadia pengisian biji (R5-6) berdasarkan hubungan populasi hama *R. linearis* dengan kerusakan polong melalui pendekatan persamaan matematika (Teorema Pengangkutan Reynold). Selanjutnya data kerusakan polong hasil prediksi persamaan matematika tersebut akan digunakan untuk menduga hasil kedelai.

#### 4.4.2. Rancangan penelitian :

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan sembilan macam perlakuan dan diulang tiga kali. Adapun jenis perlakuan dimaksud adalah sebagai berikut :

P0 = Kontrol

P1 = Inokulasi 1 ekor Nimfa

P2 = Inokulasi 2 ekor nimfa

P3 = Inokulasi 3 ekor nimfa

P4 = Inokulasi 4 ekor nimfa

P5 = Inokulasi 1 ekor Imago

P6 = Inokulasi 2 ekor imago

P7 = Inokulasi 3 ekor imago

P8 = Inokulasi 4 ekor imago

Mengenai satuan unit percobaan, jumlah tanaman per *polybag*, dan jumlah seluruh *polybag* dari unit percobaan yang ada yang diperlukan untuk penelitian ini, sama dengan pada penelitian tahap pertama dan dapat dilihat pada Gambar 4.1. Sedangkan model matematika yang dipakai untuk rancangan penelitian ini, sama dengan model matematika yang digunakan pada penelitian tahap pertama.

#### 4.4.3. Variabel penelitian

Variabel bebas dari penelitian ini adalah: kepadatan populasi hama (jumlah nimfa dan imago *R. linearis*). Sedangkan variabel terikat dari penelitian



ini meliputi : tingkat kerusakan polong dan biji, biomas (berat) basah polong dan biomas (berat) kering biji. Variabel kendali pada penelitian ini adalah : keadaan cuaca (suhu, kelembaban, lama penyinaran, kecepatan angin), cara penyiraman, pemupukan, media tanam ( jenis tanah, dan berat media) dan varietas kedelai yang digunakan.

#### **4.4.4. Pelaksanaan penelitian**

Untuk pembiakan massal serangga *R. linearis* telah dilakukan pada penelitian pendahuluan. Untuk persiapan tanaman kedelai pada penelitian tahap ke dua ini dilakukan seperti pada penelitian tahap pertama. Perbedaannya pada penelitian tahap ke dua ini, inokulasi nimfa 3-4 dan imago ke dalam kurungan serangga dilakukan pada saat stadia pengisian biji (R5-6), yaitu pada saat kedelai umur 54 HST (Gambar 4.6.). Serangga dibiarkan selama periode R5-6 (14 hari), setelah itu dikeluarkan dari kurungan. Tanaman kedelai dibiarkan tumbuh sampai dengan dipanen.

#### **4.4.5. Pengamatan penelitian**

Prosedur pengumpulan data dan pengamatan terhadap variabel penelitian sama dengan metode pengumpulan, pengamatan dan perhitungan data yang dilakukan pada penelitian tahap pertama.



Gambar 4.6. Tanaman Kedelai pada Saat Stadia Pengisian Biji (R5-6)

#### 4.4.6. Analisis data

Untuk melihat pengaruh dari perlakuan yang dicobakan, data hasil pengamatan yang telah diperoleh dilakukan analisis ragam (*Anova*). Untuk melihat adanya perbedaan diantara perlakuan yang diuji, digunakan Uji Jarak berganda Duncan (*Duncan Multiple Test*) pada taraf nyata 5 persen.

Untuk memprediksi kerusakan polong kedelai pada stadia R5-6 berdasarkan hubungan populasi *R. linearis* dengan kerusakan polong, digunakan persamaan matematik melalui pendekatan Teorema Pengangkatan Reynold (Munson, *et al.*, 1998). Data jumlah polong rusak hasil prediksi model matematika tersebut selanjutnya akan digunakan untuk menduga hasil kedelai.

#### 4.4.7. Analisis model matematika

Untuk menghitung jumlah polong yang rusak akibat serangan nimfa dan imago hama pengisap polong *R. linearis* pada stadia pengisian biji (R5-6), digunakan pendekatan rumus persamaan matematika (16) dan (17) dari Teorema Pengangkutan Reynold (formula dapat dilihat pada penelitian tahap pertama).

#### 4.5. Penelitian Tahap ke Tiga : Pengaruh Kepadatan Populasi Serangga Hama *R. linearis* pada Stadia Pemasakan Biji (R7-8) terhadap Hasil Kedelai.

##### 4.5.4. Tujuan penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk : (1) mengetahui pengaruh kepadatan populasi (nimfa dan imago) hama *R. linearis* terhadap kerusakan polong dan biji serta hasil kedelai, dan (2) memprediksi banyaknya polong rusak (terserang oleh pengisap polong) pada stadia pemasakan biji (R7-8) berdasarkan hubungan populasi hama *R. linearis* dengan kerusakan polong melalui pendekatan persamaan matematika (Teorema Pengangkutan Reynold). Selanjutnya data kerusakan polong hasil prediksi persamaan matematika tersebut akan digunakan untuk menduga hasil kedelai.

##### 4.5.5. Rancangan penelitian :

Penelitian menggunakan RAL dengan sembilan macam perlakuan dan setiap perlakuan diulang tiga kali, dengan rincian sebagai berikut :

P0 = Kontrol

P1 = Inokulasi 1 ekor Nimfa

P2 = Inokulasi 2 ekor nimfa

P3 = Inokulasi 3 ekor nimfa

P4 = Inokulasi 4 ekor nimfa

P5 = Inokulasi 1 ekor Imago

P6 = Inokulasi 2 ekor imago

P7 = Inokulasi 3 ekor imago

P8 = Inokulasi 4 ekor imago

Mengenai satuan unit percobaan, jumlah tanaman per *polybag*, dan jumlah seluruh *polybag* dari unit percobaan yang ada yang diperlukan untuk penelitian ini, sama dengan pada penelitian tahap pertama dan tahap ke dua, juga dapat dilihat pada Gambar 4.1. Persamaan matematika dari rancangan yang digunakan tersebut juga sama dengan persamaan matematika pada penelitian tahap pertama dan penelitian tahap ke dua.

#### 4.5.6. Variabel penelitian

Variabel bebas, dan variabel tergantung, yang diamati dalam penelitian ini sama dengan variabel yang diamati pada penelitian tahap pertama dan penelitian tahap ke dua. Sedangkan sebagai variabel kendali pada penelitian tahap ke tiga ini adalah sama dengan variabel kendali pada penelitian tahap pertama dan ke dua.

#### 4.5.7. Pelaksanaan penelitian

Untuk pembiakan massal serangga *R. linearis* telah dilakukan pada penelitian pendahuluan. Sedangkan untuk persiapan tanaman kedelai pada penelitian dalam pot di lapangan dilakukan seperti pada penelitian tahap pertama dan tahap ke dua. Perbedaannya pada penelitian tahap ke tiga ini, inokulasi nimfa dan imago *R. linearis* ke dalam kurungan serangga dilakukan pada saat stadia pemasakan biji atau stadia R7-8 pada umur 68 HST (Gambar 4.7.). Serangga

## **BAB. 5.** **ANALISIS HASIL PENELITIAN**

### **5.1. Penelitian Pendahuluan**

Penelitian pendahuluan telah dilakukan di laboratorium, dengan tujuan (a) mengetahui siklus hidup hama *R. linearis*, dan (b) mengadakan pembiakan serangga *R. linearis* untuk mendapatkan stadia nimfa 3-4 dan imago dengan umur yang sama. Pelaksanaan kegiatan penelitian dimulai dengan cara mengambil imago *R. linearis* yang sudah siap meletakkan telur dari lapangan. Selanjutnya imago tersebut dimasukkan ke dalam kurungan kasa dan diberi pakan kacang panjang serta benang siet untuk meletakkan telur-telurnya. Tiga hari kemudian telur-telur yang diletakkan oleh imago pada benang siet dipanen.

Untuk mendapatkan nimfa 3-4 dan imago dengan umur yang seragam, dimulai dengan mengambil telur hasil panen pada benang siet yang ada di dalam kurungan kasa. Telur-telur tersebut ditempatkan pada beberapa toples plastik dibiarkan sampai menetas menjadi nimfa. Setelah menetas, instar pertama dari nimfa dipindahkan ke dalam kurungan kasa yang lain untuk selanjutnya dilakukan pemeliharaan dengan menggunakan kacang panjang. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa *R. linearis* yang dipelihara dengan kacang panjang dapat menghasilkan telur antara 180 – 630 butir selama hidupnya dengan rata-rata  $408,4 \pm 167,85$  butir.

Untuk mengamati siklus hidup disiapkan 20 butir telur *R. linearis*. Nimfa yang baru keluar dari telur langsung ditempatkan pada stoples kecil dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm dan diberi pakan kacang panjang. Makanan diganti setiap tiga hari sekali. Pengamatan dilakukan setiap hari untuk mengamati

pergantian kulit yang menunjukkan perubahan stadia tiap instar. Stadia telur adalah waktu telur mulai diletakkan oleh imago sampai telur menetas menjadi nimfa. Stadia nimfa adalah waktu telur menetas pertama kali sampai akhir periode instar nimfa. Stadia imago adalah waktu antara periode akhir instar nimfa terakhir sampai dengan serangga tersebut mati. Dari data ini selanjutnya akan didapatkan nimfa instar 3-4 dan imago dengan umur yang seragam yang siap sebagai bahan penelitian di lapangan. Data mengenai stadia telur, nimfa, dan imago disajikan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Stadia Telur, Stadia Nimfa dan Imago Pengisap Polong *R. linearis* Hasil Pembiakan di Laboratorium

No	Stadia Pertumbuhan	Umur (hari)
1.	Telur	$7,05 \pm 0,49$
2.	Nimfa instar 1	$2,95 \pm 0,73$
3.	Nimfa instar 2	$4,95 \pm 1,24$
4.	Nimfa instar 3	$4,70 \pm 1,26$
5.	Nimfa instar 4	$5,35 \pm 1,01$
6.	Nimfa instar 5	$5,85 \pm 1,09$
7.	Imago	$20,26 \pm 0,95$

Sumber : Analisis data primer (2006)

Tabel 5.1. menunjukkan bahwa rata-rata umur dari stadia telur (periode telur) adalah  $7,05 \pm 0,49$  hari. Stadia nimfa *R. linearis* terdiri atas lima instar, antara instar pertama dengan instar berikutnya ditandai dengan proses pergantian kulit (*moulthing*). Nimfa instar pertama adalah nimfa yang baru keluar dari telur. Rata-rata stadia instar I adalah  $2,95 \pm 0,73$  hari, instar II adalah  $4,95 \pm 1,24$  hari, instar III adalah  $4,70 \pm 1,26$  hari, instar IV adalah  $5,35 \pm 1,01$  dan instar V adalah  $5,85 \pm 1,09$  hari. Sedangkan rata-rata umur dari stadia imago adalah

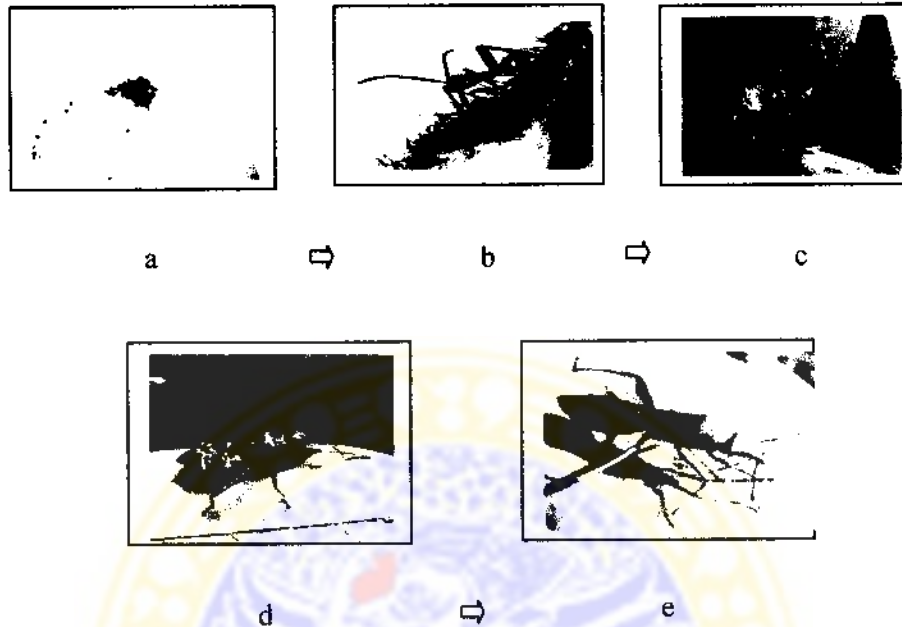
20,26 ± 0,95 hari. Gambaran mengenai pembiakan pengisap polong *R. linearis* di laboratorium disajikan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1. Pembiakan Pengisap Polong *R. linearis* yang Diawasi di Laboatorium

Gambar 5.1. menunjukkan peralatan yang terdiri dari beberapa macam kurungan serangga (*insect box*) dari berbagai ukuran yang digunakan untuk pembiakan serangga. Di dalam setiap kurungan serangga disediakan kacang panjang yang digunakan untuk pakan bagi serangga baik nimfa maupun imago *R. linearis*. Selain itu pada setiap kurungan serangga juga diletakkan / digantungkan beberapa benang siet (lihat panah) yang digunakan sebagai media untuk meletakkan telur-telur *R. linearis*. Kacang panjang selalu dijaga agar tetap segar, untuk itu setiap 3 hari kacang panjang diganti dengan yang baru. Telur imago

hama *R. linearis* yang diletakkan (menempel) pada setiap benang siet selanjutnya akan dipanen dan dipindahkan ke tempat lain (mangkok plastik)

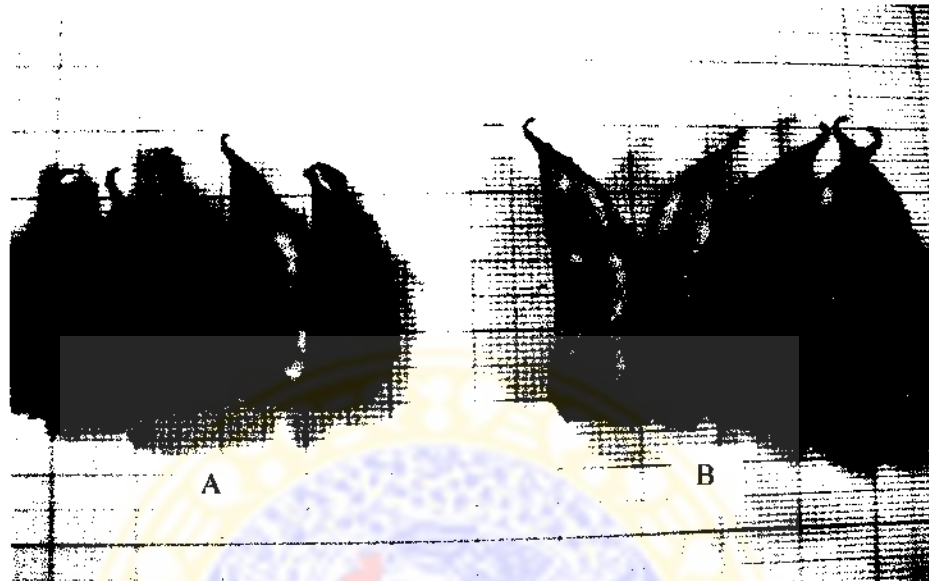


Gambar 5.2. Siklus Hidup *R. linearis* : (a) Kelompok Telur, dalam Skala Perbesaran 25 Kali (b) Nimfa 1-2; (c) Nimfa 3-4. (d) Nimfa-5 (e) Imago (Anonim, 1990; Marwoto, dkk. 1991)

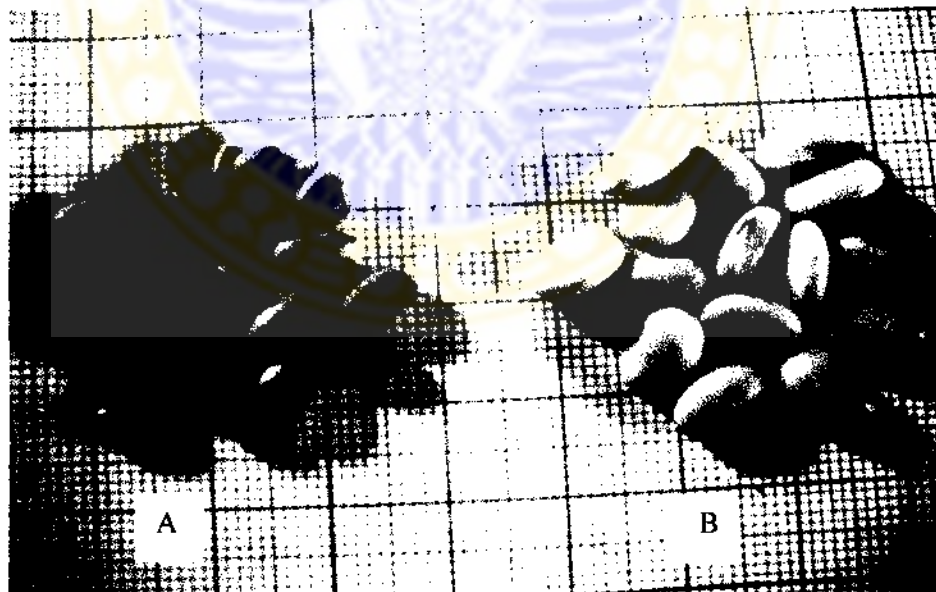
Kerusakan polong dan biji kedelai akibat serangan hama *R. linearis* menunjukkan gejala serangan sebagai berikut : inokulasi pada polong muda menyebabkan biji kempis dan seringkali menyebabkan polong gugur. Inokulasi pada fase pertumbuhan polong dan pengisian biji akan menyebabkan biji dan polong kempis kemudian mengering. Serangan hama pengisap polong *R. linearis* pada stadia pengisian biji menyebabkan biji menjadi busuk dan hitam (Kalshoven, 1981; Tengkano, 1984; Marwoto dkk, 1991) dan serangan pada polong tua



menyebabkan kualitas biji menurun oleh adanya bintik-bintik hitam pada biji (Gambar 5.3. dan 5.4.)



Gambar 5.3. Gejala Kerusakan Polong Kedelai Akibat Serangan *R. linearis*. Polong Terserang (A) dan Polong Sehat (B)



Gambar 5.4. Gejala Kerusakan Biji Kedelai Akibat Serangan *R. linearis*. Biji Rusak (A) dan Biji Sehat (B)

## 5.2. Penelitian Lapangan

### 5.2.1. Pengaruh kepadatan populasi hama *R. linearis* terhadap hasil kedelai pada stadia pembentukan polong (R3-4)

#### 5.2.1.1. Kerusakan polong dan biji

Hasil analisis statistik (Lampiran 1.) menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi nimfa dan imago pengisap polong *R. linearis* berpengaruh nyata terhadap rata-rata persentase kerusakan polong dan biji pada umur 54 HST (Hari Setelah Tanam), serta biomas kering biji saat panen. Data mengenai rata-rata persentase kerusakan polong dan biji pada umur 54 HST, serta biomas kering biji saat panen disajikan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Rata-Rata Persentase Kerusakan Polong dan Biji Umur 54 HST dan Biomas Kering Biji Akibat Inokulasi *R. linearis* pada Stadia R3-4

	Kerusakan polong		Kerusakan Biji		Biomas Kering Biji (gram)
	(persen)	$\sqrt{y + 0,5}$	(persen)	$\sqrt{y + 0,5}$	
Po : Kontrol	0.00	0.70 a	0.00	0.70 a	6.15 a
P1 : 1 ekor nimfa	6.45	2.63 b	5.73	2.49 b	4.54 b
P2 : 2 ekor nimfa	7.64	2.85 c	7.23	2.78 c	3.24 cd
P3 : 3 ekor nimfa	8.86	3.06 d	8.76	3.04 d	2.82 d
P4 : 4 ekor nimfa	10.12	3.25 e	9.14	3.10 de	2.23 e
P5 : 1 ekor imago	7.06	2.75 c	6.77	2.69 c	3.40 c
P6 : 2 ekor imago	8.84	3.05 d	8.27	2.96 d	3.08 cd
P7 : 3 ekor imago	10.20	3.27 e	9.73	3.19 e	2.82 d
P8 : 4 ekor imago	11.40	3.45 f	11.23	3.42 f	2.18 e

Sumber : Analisis data primer (2006)

Keterangan : Dalam kolom yang sama, angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji Duncan's ( $p = 0,05$ )

Tabel 5.2. menunjukkan bahwa untuk nimfa, perlakuan inokulasi 1 ekor nimfa *R. linearis* (P1) menyebabkan kerusakan polong paling rendah, yakni sebesar 6,45 persen. Sedangkan inokulasi 4 ekor nimfa (P4) menyebabkan kerusakan polong paling tinggi yakni 10,12 persen. Untuk imago, perlakuan inokulasi 1 ekor imago hama *R. linearis* (P5) menyebabkan kerusakan polong paling rendah, yakni 7,06 persen. Sedangkan perlakuan inokulasi 4 ekor imago (P8) menyebabkan kerusakan polong paling tinggi, yaitu sebesar 11,40 persen.

Pada perlakuan nimfa dan imago, inokulasi 1 ekor nimfa *R. linearis* (P1) menyebabkan kerusakan polong paling rendah yakni 6,45 persen. Selanjutnya inokulasi 2 ekor nimfa (P2) menyebabkan kerusakan polong yang sama besarnya dengan inokulasi 1 ekor imago (P5). Sedangkan perlakuan inokulasi 3 ekor nimfa (P3) menyebabkan kerusakan polong yang sama besarnya dengan inokulasi 2 ekor imago (P6). Inokulasi 4 ekor nimfa (P4) menyebabkan kerusakan polong yang sama besarnya dengan inokulasi 3 ekor imago (P7) dan kerusakan polong kedelai paling tinggi (11,40 persen) disebabkan perlakuan inokulasi 4 ekor imago (P8).

Untuk kerusakan biji akibat serangan *R. linearis*, nampak bahwa inokulasi 1 ekor nimfa (P1) menyebabkan kerusakan biji paling rendah yaitu 5,73 persen. Sedangkan inokulasi 4 ekor nimfa (P4) menyebabkan kerusakan biji yang sama besarnya dengan inokulasi 3 ekor nimfa (P3), yaitu masing-masing 9,14 persen dan 8,76 persen. Untuk imago, perlakuan inokulasi 1 ekor imago (P5) menyebabkan kerusakan biji paling rendah, yaitu sebesar 6,77 persen. Sedangkan kerusakan biji paling tinggi yakni 11,23 persen, adalah akibat perlakuan inokulasi 4 ekor imago hama *R. linearis* (P8).

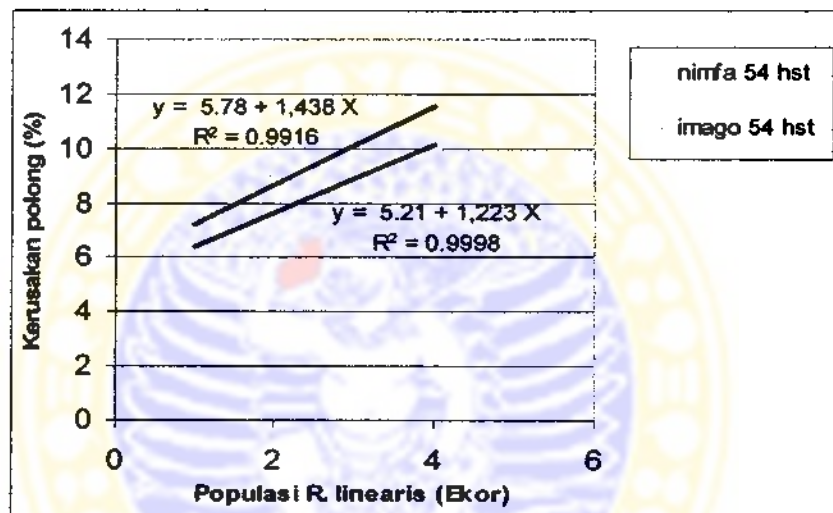
Pada perlakuan nimfa maupun imago *R. linearis*, inokulasi 1 ekor nimfa (P1) menyebabkan kerusakan biji paling rendah, yakni 5,73 persen. Sedangkan perlakuan inokulasi 2 ekor nimfa (P2) menyebabkan kerusakan biji yang sama besarnya dengan inokulasi 1 ekor imago (P5). Inokulasi 3 ekor nimfa (P3) menyebabkan kerusakan biji yang sama besarnya dengan inokulasi 4 ekor nimfa (P4) dan 2 ekor imago (P6). Selanjutnya inokulasi 4 ekor nimfa (P4) juga menyebabkan kerusakan biji yang sama besarnya dengan inokulasi 3 ekor imago (P7). Sedangkan kerusakan biji paling tinggi adalah 11,23 persen diakibatkan oleh perlakuan inokulasi 4 ekor imago (P8).

Pada stadia R3-4 ini apabila dibandingkan antara nimfa dan imago, ternyata imago serangga hama pengisap polong *R. linearis* menyebabkan kerusakan pada polong yang lebih tinggi dibanding dengan nimfa *R. linearis* (Gambar 5.5.). Dengan kata lain imago *R. linearis* mempunyai kemampuan merusak polong kedelai yang lebih besar dibanding dengan kemampuan nimfa.

Pengaruh inokulasi nimfa pengisap polong *R. linearis* terhadap kerusakan polong menunjukkan bahwa semakin meningkat jumlah nimfa *R. linearis* yang diinokulasikan, diikuti oleh semakin meningkatnya persentase kerusakan polong dan menunjukkan korelasi positif ( $r = 0,99991$ ), dengan persamaan regresi :  $Y = 5,21 + 1,223 X$ . dan nilai  $R^2 = 0,9998$ . Hal ini mempunyai makna bahwa serangan nimfa mempunyai hubungan yang amat kuat dengan kerusakan polong kedelai dan 99,98 persen dari kerusakan polong disebabkan oleh nimfa *R. linearis*, sedangkan sisanya disebabkan oleh faktor lain di luar perlakuan.

Pengaruh inokulasi imago *R. linearis* terhadap kerusakan polong menunjukkan bahwa semakin meningkat jumlah imago yang diinokulasikan,

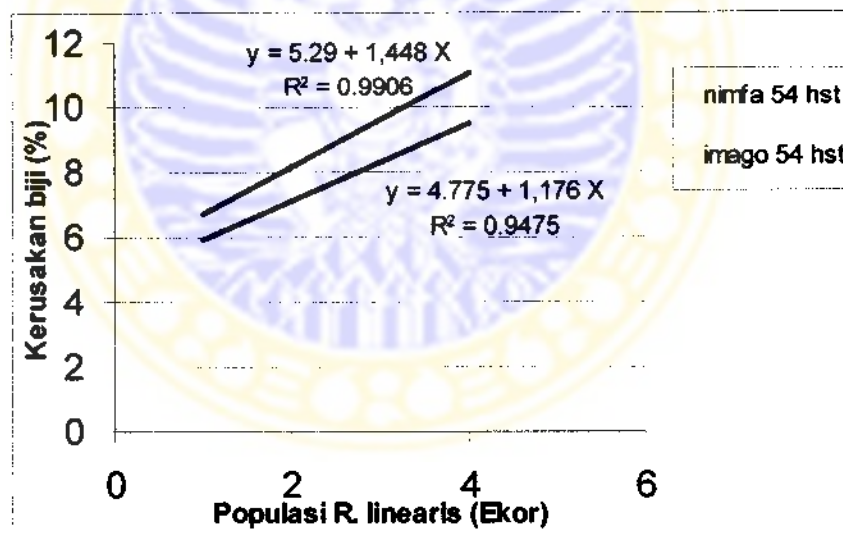
semakin meningkat pula persentase kerusakan polong dan menunjukkan korelasi positif ( $r = 0,99579$ ), dengan persamaan regresi  $Y = 1,438 X + 5,78$  dan nilai  $R^2 = 0.9916$  (Lampiran 2.). Makna dari hal ini adalah serangan imago mempunyai hubungan yang amat kuat dengan kerusakan polong dan 99,16 persen dari kerusakan polong disebabkan oleh serangan imago *R. linearis* dan sisanya kerusakan polong ini dipengaruhi oleh faktor di luar perlakuan (Gambar 5.5.)



Gambar 5.5. Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) *R. linearis* dengan Kerusakan Polong Umur 54 HST pada R3-4

Pengaruh inokulasi nimfa pengisap polong *R. linearis* terhadap kerusakan biji menunjukkan bahwa semakin meningkat jumlah nimfa yang diinokulasikan, menyebabkan semakin meningkat persentase kerusakan biji dan ke duanya menunjukkan korelasi positif ( $r = 0,9733$ ) dengan persamaan regresi  $Y = 4.775 + 1.176 X$ . dan nilai  $R^2 = 0.9475$ . Hal ini berarti bahwa serangan nimfa mempunyai hubungan yang amat kuat dengan kerusakan biji kedelai dan 94,75

persen dari kerusakan biji tersebut disebabkan oleh nimfa *R. linearis*, sedangkan sisanya disebabkan oleh faktor lain di luar perlakuan. Sedangkan pengaruh inokulasi imago *R. linearis* terhadap kerusakan biji menunjukkan bahwa makin meningkat jumlah imago yang diinokulasikan, makin meningkat persentase kerusakan biji dan menunjukkan hubungan positif ( $r = 0,99998$ ) dengan persamaan regresi  $Y = 5.29 + 1.448 X$  dan nilai  $R^2 = 0.9906$  (Lampiran 3.). Hal ini mengandung makna bahwa serangan imago mempunyai hubungan yang amat kuat dengan kerusakan biji dan 99,06 persen dari kerusakan biji disebabkan oleh serangan imago serangga hama *R. linearis* dan sisanya kerusakan biji ini dipengaruhi oleh adanya faktor di luar perlakuan (Gambar 5.6.)



Gambar 5.6. Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) *R. linearis* dengan Kerusakan Biji Umur 54 HST pada R3-4

### 5.2.1.2. Berat (Biomass) kering biji

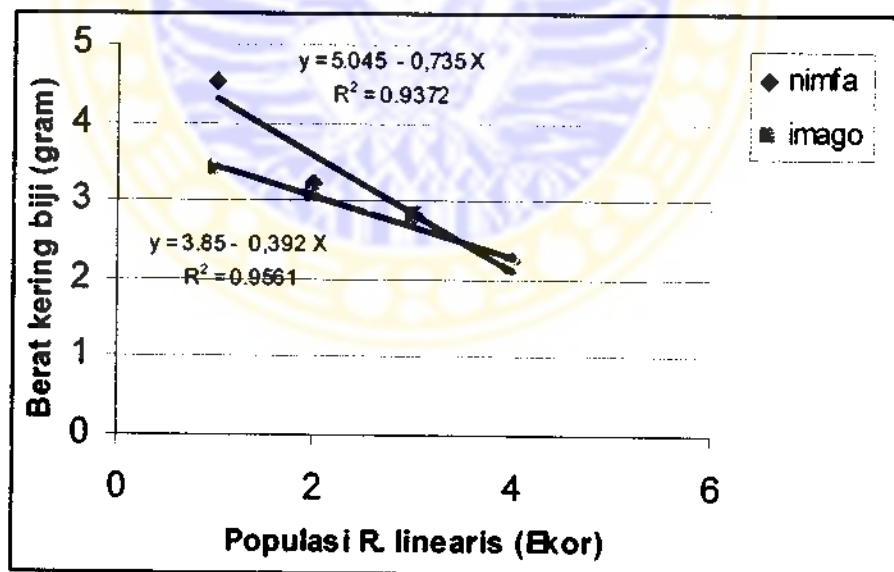
Hasil analisis statistik (Lampiran 1.) menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi nimfa dan imago pengisap polong *R. linearis* berpengaruh nyata terhadap rata-rata biomassa kering biji kedelai. Tabel 5.1. menunjukkan bahwa dengan inokulasi 1 ekor nimfa (P1), diperoleh rata-rata biomassa kering biji kedelai sebesar 4,54 gram. Sedangkan perlakuan inokulasi 4 ekor nimfa (P4), mengakibatkan rata-rata biomassa kering biji kedelai paling rendah, yakni sebesar 2,23 gram. Untuk perlakuan imago, ternyata inokulasi 1 ekor imago (P5) dan 2 ekor imago (P6) mempunyai pengaruh yang sama besarnya terhadap rata-rata biomassa kering biji kedelai. Sedangkan rata-rata biomassa kering biji kedelai paling rendah (2.18 gram) diperoleh akibat inokulasi 4 ekor imago *R. linearis*.

Pada perlakuan inokulasi nimfa dan imago *R. linearis*, ternyata perlakuan inokulasi 2 ekor nimfa (P2) menyebabkan rata-rata biomassa kering biji kedelai yang sama besarnya dengan inokulasi 1 ekor imago (P5). Inokulasi 2 ekor nimfa (P2) juga menyebabkan biomassa kering biji kedelai yang sama besarnya dengan inokulasi 3 ekor nimfa (P3), 2 ekor imago (P6), dan 3 ekor imago (P7). Selanjutnya inokulasi 4 ekor nimfa (P4) juga menyebabkan biomassa kering biji yang paling rendah dan sama besarnya dengan inokulasi 4 ekor imago (P8). Sedangkan biomassa kering biji kedelai paling tinggi diperoleh akibat perlakuan inokulasi 1 ekor nimfa (P1).

Pengaruh inokulasi nimfa pengisap polong *R. linearis* terhadap rata-rata biomassa kering biji menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah nimfa yang diinokulasikan, mengakibatkan semakin menurun rata-rata biomassa kering biji kedelai dan menunjukkan hubungan linier negatif ( $r = - 0,9680$ ) dengan

persamaan regresi  $Y = 5,045 - 0,735 X$ , dan nilai  $R^2 = 0,9372$ . Hal ini mempunyai arti bahwa serangan nimfa mempunyai hubungan yang amat kuat dengan biomas kering biji dan 93,72 persen dari turunnya biomas kering biji tersebut disebabkan oleh nimfa *R. linearis*, sedangkan sisanya disebabkan oleh faktor lain di luar perlakuan.

Demikian pula untuk imago bahwa makin banyak jumlah imago yang diinokulasikan, menyebabkan makin menurun nilai rata-rata biomas kering biji kedelai dan menunjukkan hubungan linier negatif ( $r = - 0,9778$ ) dengan persamaan regresi  $Y = 3,85 - 0,392 X$ , dengan nilai  $R^2 = 0,9372$  (Lampiran 4). Makna dari hal ini adalah serangan imago mempunyai hubungan yang amat kuat dengan biomas kering biji kedelai dan 93,72 persen dari turunnya biomas kering biji tersebut disebabkan oleh serangan imago *R. linearis*, sedangkan sisanya disebabkan oleh faktor lain di luar perlakuan (Gambar 5.7).



Gambar 5.7. Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) *R. linearis* dengan Biomas Kering Biji pada R3-4.



## 5.2.2. Pengaruh kepadatan populasi hama *R. linearis* terhadap hasil kedelai pada stadia perkembangan biji (R5-6)

### 5.2.2.1. Kerusakan polong dan biji

Hasil analisis statistik (Lampiran 5.) menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi nimfa dan imago pengisap polong *R. linearis* berpengaruh nyata terhadap rata-rata persentase kerusakan polong dan biji pada umur 68 HST, serta biomas kering biji saat panen. Data mengenai rata-rata persentase kerusakan polong dan biji umur 68 HST, serta rata-rata biomas kering biji saat panen disajikan pada Tabel 5.3. sebagai berikut :

Tabel 5.3. Rata-Rata Persentase Kerusakan Polong dan Biji pada Umur 68 HST dan Biomas Kering Biji Akibat Inokulasi *R. linearis* Stadia R5-6

	Kerusakan polong		Kerusakan Biji		Biomas Kering Biji (gram)
	(persen)	$\sqrt{y + 0,5}$	(persen)	$\sqrt{y + 0,5}$	
Po : Kontrol	0.00	0.70 a	0.00	0.70 a	5.20 a
P1 : 1 ekor nimfa	10.18	3.26 b	12.62	3.62 b	3.10 b
P2 : 2 ekor nimfa	12.54	3.61 c	15.17	3.95 c	2.05 c
P3 : 3 ekor nimfa	14.67	3.89 d	17.65	4.26 d	2.03 c
P4 : 4 ekor nimfa	15.83	4.04 e	18.78	4.39 e	1.02 d
P5 : 1 ekor imago	12.12	3.55 c	15.24	3.96 c	2.10 c
P6 : 2 ekor imago	14.26	3.84 d	17.74	4.27 d	1.98 c
P7 : 3 ekor imago	16.28	4.09 e	18.68	4.37 e	1.02 d
P8 : 4 ekor imago	17.85	4.28 f	20.69	4.60 f	0.05 e

Sumber : Analisis data primer (2000)

Keterangan : Dalam kolom yang sama, angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji Duncan's  $\frac{1}{2}$  ( $p = 0,05$ ). Data sebelumnya ditransformasikan ke dalam  $\sqrt{y + 0,5}$

Tabel 5.3. memperlihatkan bahwa perlakuan inokulasi 1 ekor nimfa hama *R. linearis* (P1), mengakibatkan kerusakan polong paling rendah, yaitu sebesar 10,18 persen. Sedangkan inokulasi 4 ekor nimfa (P4), menyebabkan kerusakan polong tertinggi, yakni sebesar 15,83 persen. Untuk imago, memperlihatkan bahwa perlakuan inokulasi 1 ekor imago hama *R. linearis* (P5), menyebabkan kerusakan polong paling rendah yaitu sebesar 12,12 persen. Sedangkan kerusakan polong paling tinggi yakni 17,85 persen ternyata disebabkan oleh perlakuan inokulasi 4 ekor imago hama pengisap polong *R. linearis* (P8).

Pada inokulasi nimfa maupun imago, ternyata perlakuan inokulasi 1 ekor nimfa (P1) menyebabkan kerusakan polong paling rendah. Perlakuan inokulasi 2 ekor nimfa (P2) menyebabkan kerusakan polong yang sama besarnya dengan inokulasi 1 ekor imago (P5). Inokulasi 3 ekor nimfa (P3) menyebabkan kerusakan polong yang sama besarnya dengan inokulasi 2 ekor imago (P6). Sedangkan perlakuan inokulasi 4 ekor nimfa (P4) dan inokulasi 3 ekor imago, menyebabkan kerusakan polong yang sama besar. Perlakuan inokulasi 4 ekor imago (P8) menyebabkan kerusakan polong kedelai paling tinggi.

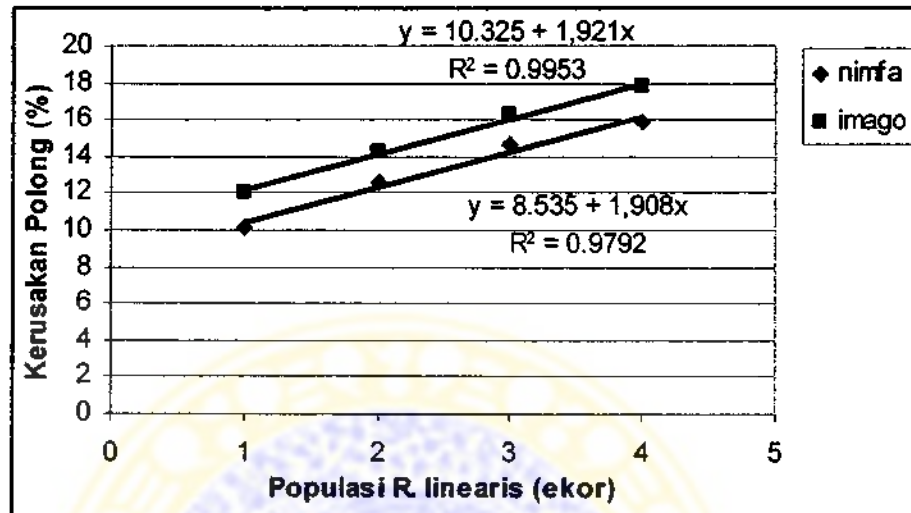
Untuk kerusakan biji, nampak bahwa perlakuan inokulasi 1 ekor nimfa *R. linearis* (P1), mengakibatkan kerusakan biji paling rendah, yaitu sebesar 12,62 persen. Sedangkan inokulasi 4 ekor nimfa (P4), menyebabkan kerusakan biji tertinggi, yakni sebesar 18,78 persen. Untuk imago, memperlihatkan bahwa perlakuan inokulasi 1 ekor imago *R. linearis* (P5), menyebabkan kerusakan biji paling rendah yaitu sebesar 15,24 persen. Sedangkan kerusakan biji paling tinggi yakni 20,68 persen ternyata disebabkan oleh perlakuan inokulasi 4 ekor imago *R. linearis* (P8).

Pada perlakuan nimfa dan imago, ternyata inokulasi 2 ekor nimfa (P2) menyebabkan kerusakan biji yang sama besarnya dengan inokulasi 1 ekor imago (P5). Inokulasi 3 ekor nimfa (P3) menyebabkan kerusakan biji yang sama besarnya dengan inokulasi 2 ekor imago (P6). Perlakuan inokulasi 4 ekor nimfa (P4) dan inokulasi 3 ekor imago (P7), menyebabkan kerusakan polong yang sama besar. Dengan demikian perlakuan inokulasi 1 ekor nimfa (P1) menyebabkan kerusakan polong kedelai paling rendah, sedangkan inokulasi 4 ekor imago (P8) menyebabkan kerusakan polong kedelai paling tinggi.

Pengaruh inokulasi populasi nimfa *R. linearis* terhadap kerusakan polong menunjukkan bahwa semakin meningkat jumlah nimfa yang diinokulasikan, makin meningkat persentase kerusakan polong dan keduanya menunjukkan korelasi positif ( $r = 0,98952$ ) dengan persamaan regresi :  $Y = 10,325 + 1,921 X$ , dan nilai  $R^2 = 0,9953$ . Hal ini menunjukkan bahwa serangan nimfa mempunyai hubungan yang amat kuat dengan kerusakan polong kedelai dan 99,53 persen dari polong yang rusak tersebut adalah disebabkan oleh nimfa *R. linearis*, sedangkan sisanya disebabkan oleh faktor lain di luar perlakuan.

Sedangkan untuk pengaruh inokulasi imago *R. linearis* terhadap kerusakan polong menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah imago yang diinokulasikan, diikuti oleh makin meningkatnya persentase kerusakan polong dan menunjukkan korelasi positif ( $r = 0,99766$ ) dengan persamaan regresi  $Y = 8,535 + 1,908 X$ , dan nilai  $R^2 = 0,9792$  (Lampiran 6.). Maksud dari hal ini adalah serangan imago hama *R. linearis* mempunyai hubungan yang amat kuat dengan kerusakan polong kedelai dan 97,92 persen dari polong yang rusak

tersebut adalah disebabkan oleh imago *R. linearis*, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar perlakuan (Gambar 5.8.).

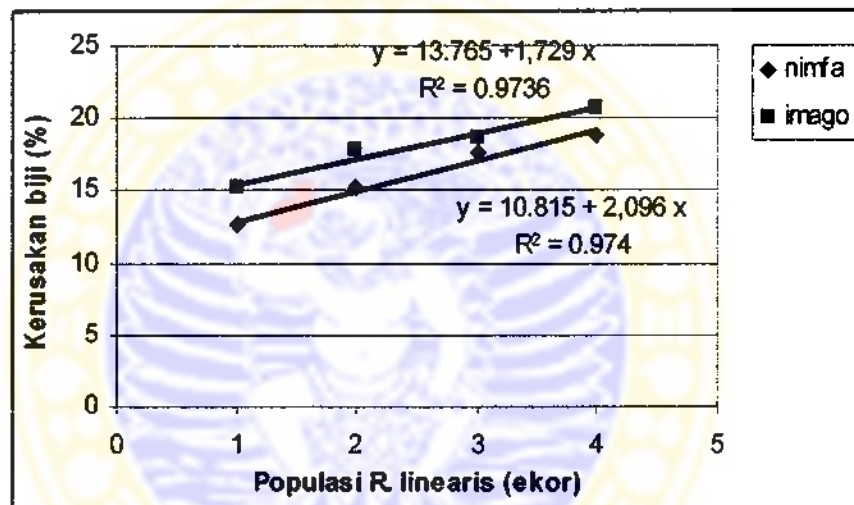


Gambar 5.8. Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) *R. linearis* dengan Kerusakan Polong Umur 68 HST, pada R5-6

Pengaruh inokulasi nimfa pengisap polong *R. linearis* terhadap kerusakan biji menunjukkan bahwa semakin meningkat jumlah nimfa yang diinokulasikan, menyebabkan semakin meningkat persentase kerusakan biji dan keduanya menunjukkan korelasi positif ( $r = 0,9868$ ) dengan persamaan regresi  $Y = 0,815 + 2,006 X$  dan nilai  $R^2 = 0.9740$ . Hal ini mempunyai makna bahwa serangan nimfa mempunyai hubungan yang amat kuat dengan kerusakan biji kedelai dan 97,40 persen dari kerusakan biji tersebut adalah disebabkan oleh nimfa *R. linearis*, sedangkan sisanya disebabkan oleh faktor lain di luar perlakuan.

Sedangkan pengaruh inokulasi imago *R. linearis* terhadap kerusakan biji menunjukkan bahwa makin meningkat jumlah imago yang diinokulasikan, makin

meningkat persentase kerusakan biji dan keduanya menunjukkan hubungan positif ( $r = 0,9861$ ) dengan persamaan regresi  $Y = 3,765 + 1726 X$ , dan nilai koefisien determinan  $R^2 = 0.9724$  (Lampiran 7.). Maksud dari hal ini adalah serangan imago mempunyai hubungan yang amat kuat dengan kerusakan biji kedelai dan 97,24 persen dari kerusakan biji kedelai tersebut adalah disebabkan oleh imago *R. linearis*, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar perlakuan (Gambar 5.9.).



Gambar 5.9. Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) *R. linearis* dengan Kerusakan Biji Umur 68 HST, pada RS-6

#### 5.2.2.2. Biomass kering biji

Hasil analisis statistik (Lampiran 5.) menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi nimfa dan imago *R. linearis* berpengaruh nyata terhadap rata-rata biomass kering biji kedelai. Tabel 5.3. menunjukkan bahwa untuk perlakuan nimfa, inokulasi 1 ekor nimfa (P1), mengakibatkan biomass kering biji paling tinggi yakni sebesar 3,10 gram. Sedangkan perlakuan inokulasi 4 ekor nimfa (P4)

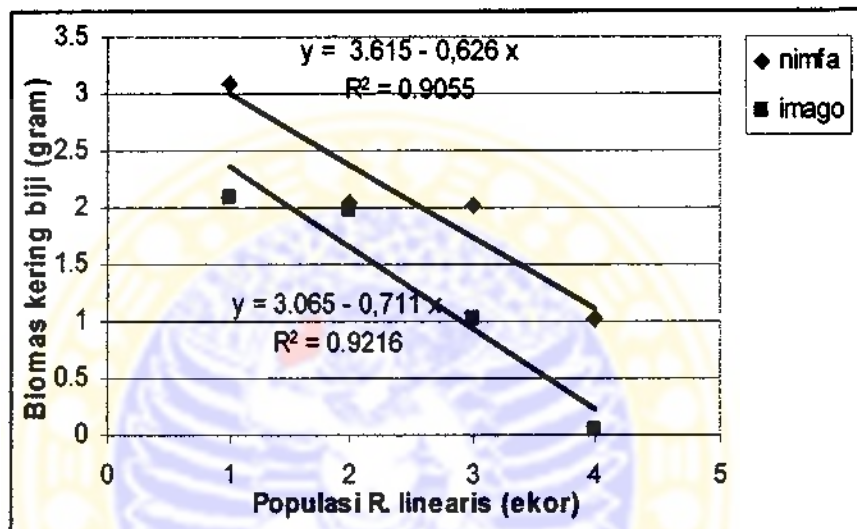
mengakibatkan biomas kering biji kedelai yang paling rendah, yakni 1,02 gram. Untuk perlakuan imago, inokulasi 1 ekor imago (P5), menyebabkan biomas kering biji paling tinggi. Sedangkan rata-rata biomas kering biji kedelai paling rendah (0,05 gram) diperoleh akibat inokulasi 4 ekor imago (P8).

Apabila dilihat pada inokulasi nimfa dan imago, ternyata perlakuan 1 ekor nimfa (P1) menyebabkan biomas kering biji kedelai tertinggi. Inokulasi 2 ekor nimfa (P2) menyebabkan biomas kering biji yang sama besarnya dengan inokulasi 3 ekor nimfa (P3), 1 ekor imago (P5), dan 2 ekor imago (P6). Inokulasi 4 ekor nimfa (P4) menyebabkan rata-rata biomas kering biji kedelai yang sama besarnya dengan inokulasi 3 ekor imago (P7). Sedangkan inokulasi 4 ekor imago (P8) menyebabkan rata-rata berrat kering biji kedelai yang paling rendah.

Pengaruh inokulasi nimfa pengisap polong *R. linearis* terhadap rata-rata biomas kering biji menunjukkan bahwa semakin meningkat jumlah nimfa *R. linearis* yang diinokulasikan, diikuti semakin menurunnya rata-rata biomas kering biji kedelai dan menunjukkan korelasi negatip ( $r = - 0,95159$ ) dengan persamaan regresi linier :  $Y = 3,615 - 0,626 X$  , dengan nilai  $R^2 = 0,9055$ . Hal ini mempunyai makna bahwa serangan nimfa mempunyai hubungan yang amat kuat dengan biomas kering biji dan 90,55 persen dari turunnya biomas kering biji tersebut disebabkan oleh serangan nimfa *R. linearis*, sedangkan sisanya disebabkan oleh faktor lain di luar perlakuan.

Pengaruh inokulasi imago pengisap polong *R. linearis* terhadap biomas kering biji menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah imago *R. linearis* yang diinokulasikan, diikuti dengan semakin menurunkan rata-rata biomas kering biji kedelai dan menunjukkan korelasi negatip ( $r = - 0,95999$ ) dengan persamaan

regresi :  $Y = 3,065 - 0,711 X$  , dengan nilai  $R^2 = 0,9216$  (Lampiran 8.). Hal ini menunjukkan bahwa serangan imago mempunyai hubungan yang amat kuat dengan biomas kering biji dan 92,16 persen dari turunnya biomas kering biji tersebut disebabkan oleh serangan imago *R. linearis*, sedangkan sisanya disebabkan oleh faktor lain di luar perlakuan (Gambar 5.10.).



Gambar 5.10. Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) *R. linearis* dengan Biomass Kering Biji pada R5-6

### 5.2.3. Pengaruh kepadatan populasi hama *R. linearis* terhadap hasil kedelai pada stadia pemasakan biji (R7-8)

#### 5.2.3.1. Kerusakan polong dan biji

Hasil analisis statistik (Lampiran 9.) menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi nimfa dan imago pengisap polong *R. linearis* berpengaruh nyata terhadap rata-rata persentase kerusakan polong dan biji pada umur 81 HST, serta biomas kering biji saat panen. Data mengenai rata-rata persentase kerusakan

polong dan biji umur 81 HST, serta biomas kering biji pada saat panen disajikan pada Tabel 5.4. sebagai berikut :

Tabel 5.4. Rata-Rata persentase Kerusakan Polong dan Biji pada Umur 81 HST dan Biomas Kering Biji Akibat Inokulasi *R. linearis* pada R7-8

	Kerusakan polong		Kerusakan Biji		Biomas Kering Biji (gram)
	(persen)	$\sqrt{y + 0,5}$	(persen)	$\sqrt{y + 0,5}$	
Po : Kontrol	0.00	0.70 a	0.00	0.71 a	5.68 a
P1 : 1 ekor nimfa	2.14	1.62 b	1.07	1.25 b	5.10 b
P2 : 2 ekor nimfa	3.08	1.89 c	1.57	1.43 c	4.62 bc
P3 : 3 ekor nimfa	3.56	2.01 d	3.00	1.87 e	3.50 d
P4 : 4 ekor nimfa	4.57	2.25 e	4.01	2.12 f	2.85 e
P5 : 1 ekor imago	2.31	1.67 b	1.65	1.46 c	4.51 c
P6 : 2 ekor imago	3.25	1.93 cd	2.15	1.63 d	3.86 d
P7 : 3 ekor imago	4.10	2.14 e	4.09	2.14 f	2.20 f
P8 : 4 ekor imago	5.10	2.36 f	4.87	2.32 g	1.86 f

Sumber : Analisis data primer (2006)

Keterangan : Dalam kolom yang sama, angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada  $p : 0,05$  pada uji Duncan

Tabel 5.4. memperlihatkan bahwa inokulasi 1 ekor nimfa pengisap polong *R. linearis* (P1) mengakibatkan kerusakan polong sebesar 2,14 persen. Kerusakan polong tersebut adalah paling rendah dibanding kerusakan polong lainnya. Sedangkan inokulasi 4 ekor nimfa (P4) mengakibatkan kerusakan polong paling tinggi, yakni sebesar 4,57 persen. Untuk imago, menunjukkan bahwa perlakuan inokulasi 1 ekor imago (P5) mengakibatkan kerusakan polong paling rendah, yaitu 2,31 persen. Sedangkan perlakuan inokulasi 4 ekor imago (P8) menyebabkan kerusakan polong paling tinggi, yaitu sebesar 5,10 persen.



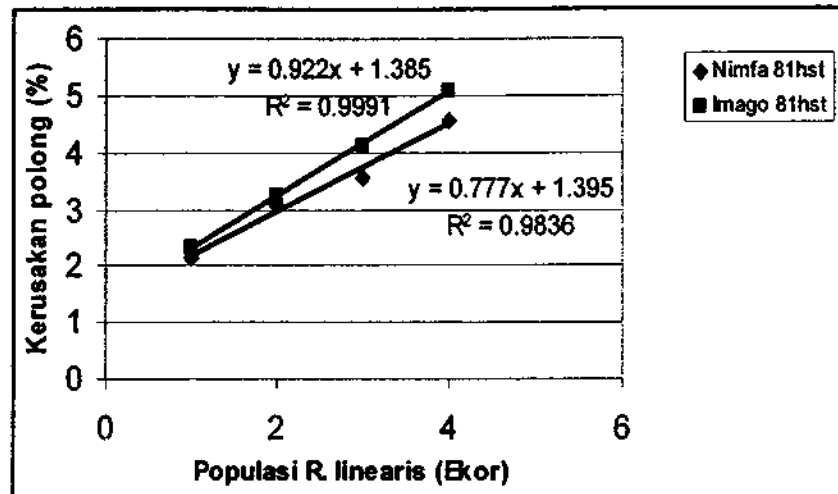
Secara umum untuk perlakuan inokulasi baik nimfa maupun imago menunjukkan bahwa inokulasi 1 ekor nimfa (P1) menyebabkan kerusakan polong yang sama besarnya dengan inokulasi 1 ekor imago (P5). Kerusakan tersebut adalah paling rendah diantara semua perlakuan. Perlakuan inokulasi 2 ekor nimfa (P2) dan 2 ekor imago (P6), menyebabkan kerusakan polong yang sama besarnya. Perlakuan inokulasi 3 ekor nimfa (P3) menyebabkan kerusakan polong yang sama besarnya dengan perlakuan inokulasi 2 ekor nimfa (P2). Demikian pula inokulasi 4 ekor nimfa (P4) menyebabkan kerusakan polong yang sama besarnya dengan inokulasi 3 ekor imago (P7). Sedangkan inokulasi 4 ekor imago (P4) mengakibatkan kerusakan polong paling tinggi diantara semua perlakuan.

Untuk kerusakan biji, nampak bahwa perlakuan inokulasi 1 ekor nimfa *R. linearis* (P1), mengakibatkan kerusakan biji paling rendah, yaitu sebesar 1,07 persen. Sedangkan inokulasi 4 ekor nimfa (P4), menyebabkan kerusakan biji tertinggi, yakni sebesar 4,01 persen. Untuk imago, memperlihatkan bahwa perlakuan inokulasi 1 ekor imago *R. linearis* (P5), menyebabkan kerusakan biji paling rendah yaitu sebesar 1,65 persen. Sedangkan inokulasi 4 ekor imago (P8) menyebabkan kerusakan biji paling tinggi, yakni 4,87 persen

Apabila dilihat pada inokulasi nimfa maupun imago, ternyata perlakuan inokulasi 1 ekor nimfa (P1) menyebabkan kerusakan biji paling rendah. Sedangkan inokulasi 2 ekor nimfa (P2) menyebabkan kerusakan biji yang sama besarnya dengan inokulasi 1 ekor imago (P5). Inokulasi 4 ekor nimfa (P4) menyebabkan kerusakan biji yang sama besarnya dengan inokulasi 3 ekor imago (P7). Adapun kerusakan biji tertinggi adalah 4,87 persen. Kerusakan ini terjadi sebagai akibat dari perlakuan inokulasi 4 ekor imago (P8).

Pengaruh inokulasi nimfa *R. linearis* terhadap kerusakan polong umur 81 HST menunjukkan bahwa semakin meningkat jumlah nimfa yang diinokulasikan, makin meningkat pula nilai rata-rata persentase kerusakan polong, dan ke duanya menunjukkan korelasi positif ( nilai  $r = 0,99178$  ) dengan persamaan regresi linier  $Y = 1,395 + 0,777 X$  dan nilai  $R^2 = 0,9836$ . Hal ini mempunyai makna bahwa serangan nimfa mempunyai hubungan yang kuat dengan kerusakan polong kedelai dan 98,36 persen dari polong yang rusak tersebut adalah disebabkan oleh nimfa *R. linearis*, sedangkan sisanya disebabkan oleh faktor lain di luar perlakuan.

Pengaruh inokulasi imago terhadap kerusakan polong menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah imago yang diinokulasikan, mengakibatkan semakin meningkat pula rata-rata persentase kerusakan polong dan menunjukkan korelasi positif ( $r = 0,9995$ ), dengan persamaan regresi  $Y = 1,395 + 0,922 X$ , dan nilai  $R^2 = 0,9991$  (Lampiran 10.). Hal ini mempunyai makna bahwa serangan imago mempunyai hubungan yang kuat dengan kerusakan polong kedelai dan 99,91 persen dari polong yang rusak tersebut adalah disebabkan oleh imago *R. linearis*, sedangkan sisanya disebabkan oleh faktor lain di luar perlakuan. Regresi hubungan populasi (nimfa dan imago) pengisap polong *R. linearis* dengan kerusakan polong umur 81 HST pada R5-6 dapat dilihat pada Gambar 5.11.

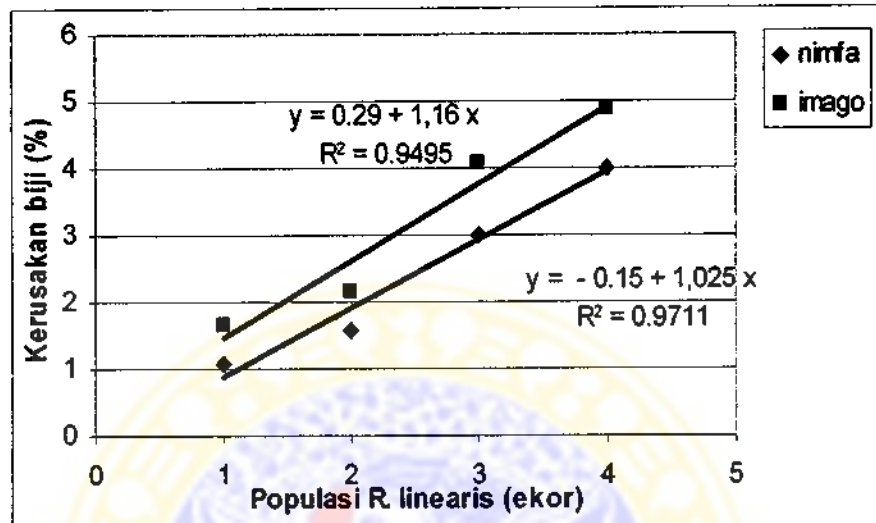


Gambar 5.11. Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) *R. linearis* dengan Kerusakan Polong Umur 81 HST pada R7-8

Pengaruh inokulasi nimfa *R. linearis* terhadap kerusakan biji umur 81 HST menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah nimfa yang diinokulasikan, makin meningkat nilai rata-rata persentase kerusakan biji, dan menunjukkan korelasi positif ( $r = 0,98546$ ) dengan persamaan regresi linier  $Y = -0,15 + 1,025 X$  dengan nilai  $R^2 = 0,9711$ . Hal ini menunjukkan bahwa serangan nimfa mempunyai hubungan yang kuat dengan kerusakan biji kedelai dan 97,11 persen dari biji yang rusak tersebut disebabkan oleh nimfa *R. linearis*, sedangkan sisanya disebabkan oleh faktor lain di luar perlakuan.

Pengaruh inokulasi imago *R. linearis* terhadap kerusakan biji umur 81 HST menunjukkan bahwa semakin meningkat jumlah imago yang diinokulasikan, diikuti makin meningkatnya rata-rata persentase kerusakan biji dan menunjukkan hubungan positif ( $r = 0,97443$ ) dengan persamaan regresi  $Y = 0,29 + 1,16 X$ , dengan nilai  $R^2 = 0,9495$  (Lampiran 11.). Hal ini mempunyai makna bahwa serangan imago mempunyai hubungan yang kuat dengan kerusakan biji kedelai

dan 94,95 persen dari biji yang rusak tersebut disebabkan oleh imago *R. linearis*, sedangkan sisanya disebabkan oleh faktor lain di luar perlakuan (Gambar 5.12).



Gambar 5.12. Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) *R. linearis* dengan Kerusakan Biji Umur 81 HST pada R7-8

### 5.2.3.2. Biomass kering biji

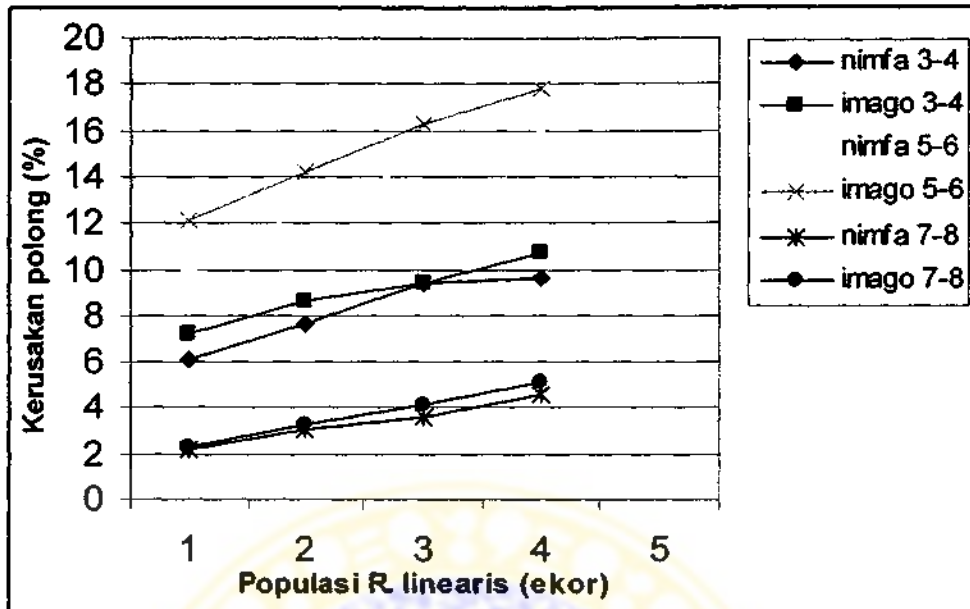
Hasil analisis statistik (Lampiran Tabel 9.) menunjukkan bahwa perlakuan, inokulasi nimfa dan imago *R. linearis* berpengaruh nyata terhadap rata-rata biomass kering biji kedelai. Tabel 5.5. menunjukkan bahwa untuk perlakuan nimfa, inokulasi 1 ekor nimfa (P1), mengakibatkan biomass kering biji yang sama besarnya dengan inokulasi 2 ekor nimfa (P2), yaitu 5,10 gram dan 4,62 gram. Sedangkan perlakuan inokulasi 4 ekor nimfa *R.* (P4), mengakibatkan biomass kering biji kedelai sebesar 2,85 gram. Untuk perlakuan imago, inokulasi 1 ekor imago *R. linearis* menyebabkan biomass kering biji kedelai sebesar 4,51 gram. Sedangkan inokulasi 4 ekor imago *R. linearis*, mengakibatkan biomass kering

biji yang sama besarnya dengan inokulasi 3 ekor imago, yakni 1,86 gram dan 2,20 gram.

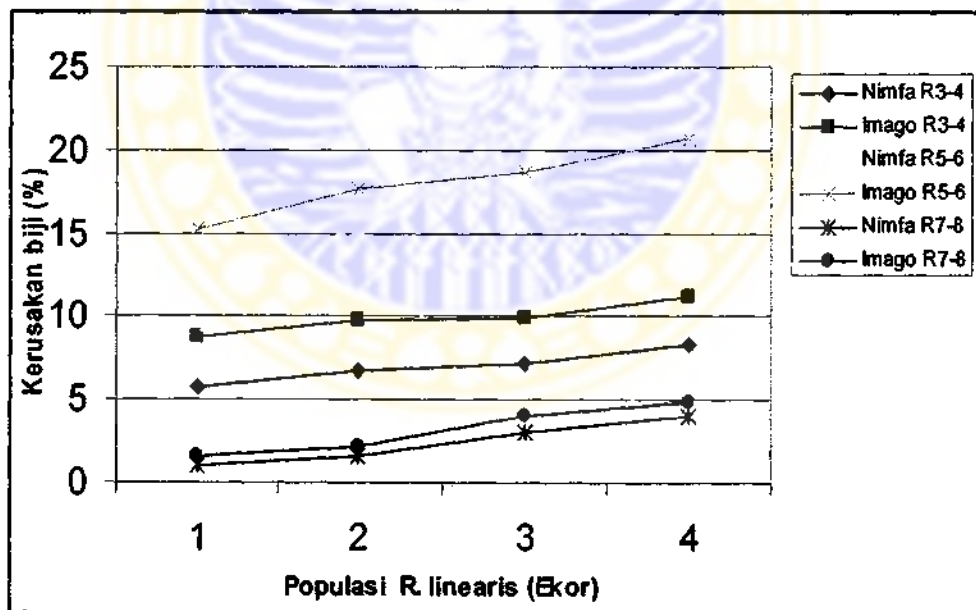
Dilihat pada perlakuan nimfa dan imago, inokulasi 1 ekor nimfa pengisap menyebabkan *R. linearis* menyebabkan rata-rata biomas kering biji paling tinggi, yakni sebesar 5,10 gram, sedangkan perlakuan 4 ekor imago *R. linearis* dan 3 ekor imago *R. linearis* mengakibatkan rata-rata biomas kering biji paling tinggi, yakni masing-masing sebesar 1,86 gram dan 2,20 gram.

Perlakuan inokulasi imago *R. linearis* ternyata memberikan pengaruh yang lebih besar terhadap penurunan biomas kering biji kedelai dibandingkan dengan nimfa (Gambar 5.10). Pengaruh inokulasi nimfa *R. linearis* terhadap biomas kering biji menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah nimfa yang diinokulasikan, menyebabkan makin menurunnya rata-rata biomas kering biji, dan mempunyai hubungan linier negatif ( $r = -0,98907$ ) dengan persamaan regresi linier  $Y = 5,985 - 0,787 X$  dengan nilai  $R^2 = 0,9783$ . Hal ini mempunyai makna bahwa serangan nimfa mempunyai hubungan yang amat kuat dengan biomas kering biji dan 97,83 persen dari turunnya biomas kering biji tersebut disebabkan oleh serangan nimfa *R. linearis*, sedangkan sisanya disebabkan oleh faktor lain di luar perlakuan.

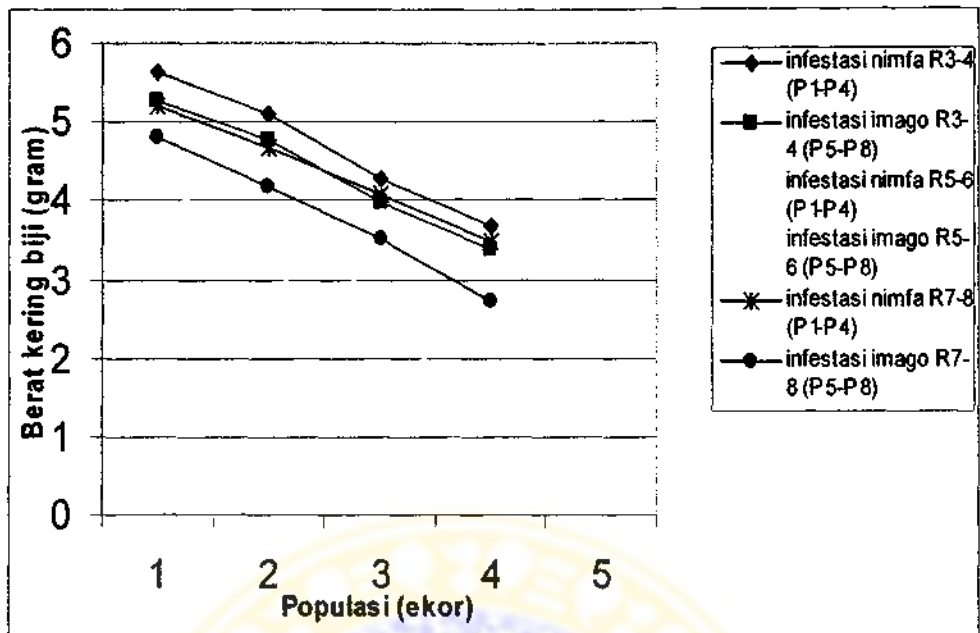
Untuk perlakuan imago, menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah imago yang diinokulasikan, mengakibatkan makin menurunnya rata-rata biomas kering biji, dan keduanya menunjukkan hubungan linier negatif ( $r = -0,9694$ ) dengan persamaan regresi linier  $Y = 5,51 - 0,961X$ , dengan nilai  $R^2 = 0,9399$ . (Lampiran 12.). Hal ini mempunyai makna bahwa serangan imago mempunyai hubungan yang kuat dengan biomas kering biji dan 93,99 persen dari turunnya



Gambar 5.14. Pengaruh Populasi (Nimfa dan Imago) Hama *R. linearis* terhadap Kerusakan Polong pada R3-4; R5-6 dan R7-8



Gambar 5.15. Pengaruh Populasi Nimfa dan Imago *R. linearis* terhadap Kerusakan Biji pada R3-4, R5-6, dan R7-8



Gambar 5.16. Pengaruh Populasi Nimfa dan Imago *R. linearis* terhadap Biomass Kering Biji pada R3-4, R5-6 dan R7-8.

### 5.3. Analisis Hubungan Populasi Hama Pengisap Polong *R. linearis* pada Berbagai Stadia Pertumbuhan Polong dengan Kerusakan Polong Kedelai Berdasarkan Persamaan Matematik.

5.3.1. Memprediksi jumlah polong rusak akibat inokulasi nimfa dan imago *R. linearis* pada R3-4, dengan persamaan (14) dan (15), sebagai berikut :

Untuk menduga banyaknya polong kedelai yang rusak akibat inokulasi nimfa dan imago serangga hama pengisap polong *R. linearis*, digunakan persamaan matematika (14) dan (15). Data hasil prediksi jumlah polong kedelai yang rusak (akibat inokulasi hama *R. linearis*) tersebut selanjutnya dibandingkan dengan data empiris hasil penelitian. Secara rinci mengenai perbandingan data jumlah polong rusak berdasarkan prediksi model dengan data empiris jumlah polong rusak disajikan pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5. Perbandingan Nilai Jumlah Polong Terserang *R. linearis* Berdasarkan Model Prediksi dan Data Empiris Serta Besarnya Tingkat Kesalahan (Error) pada Stadia Pembentukan Polong (R3-4)

Perlakuan	Data empiris jumlah polong terserang (polong)	Prediksi jumlah polong terserang (polong)	Kesalahan (persen)
P1	14	14	0.00
P2	16	16.24	1.50
P3	19	18.90	0.52
P4	21.33	21.28	0.23
P5	15.66	15.68	0.13
P6	19	18.90	0.52
P7	20.66	20.30	1.74
P8	23.66	23.67	0.04

Sumber : Data primer diolah (2006)



Tabel 5.5. menunjukkan bahwa nilai prediksi jumlah polong kedelai yang rusak (terserang oleh hama pengisap *R. linearis*) makin meningkat dengan makin bertambahnya nimfa atau imago yang diinokulasikan. Apabila dibandingkan antara nilai hasil prediksi jumlah polong yang rusak akibat inokulasi nimfa serangga hama *R. linearis* dengan hasil percobaan (empiris), maka tingkat kesalahan yang didapatkan berkisar 0,00 – 1,5 persen. Sedangkan jika dibandingkan nilai hasil prediksi jumlah polong rusak akibat inokulasi imago dengan data empiris, didapatkan nilai kesalahan 00,042 – 1,74 persen. Nilai kesalahan ini relatif cukup kecil, sehingga dapat dikatakan bahwa model cukup sah digunakan untuk memprediksi banyaknya polong yang rusak akibat inokulasi serangga hama *R. linearis* pada tanaman kedelai.

Untuk menduga hasil kedelai berdasarkan model prediksi terhadap jumlah polong rusak akibat inokulasi serangga hama *R. linearis*, dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama melakukan penimbangan terhadap hasil panen pada kontrol, kemudian mencari berat (biomas) basah per-polong. Tahap ke dua adalah merubah jumlah polong rusak ke dalam satuan biomas basah dengan cara mengalikan jumlah polong rusak hasil prediksi dengan biomas basah per-polong. Data lebih rinci mengenai jumlah dan biomas basah polong terserang oleh serangga hama *R. linearis* berdasarkan prediksi model disajikan pada Tabel 5.6.

**Tabel 5.6. Rata-Rata Jumlah dan Biomass Polong Kedelai yang Diserang oleh Nimfa dan Imago Hama Pengisap Polong *R. linearis* Berdasarkan Prediksi Model pada Stadia R3-4**

Perla- kuan	Data empiris		Data Prediksi	
	Rata-rata jumlah polong terserang (polong)	Rata-rata biomass polong (gram)	Rata-rata jumlah polong terserang (polong)	Rata-rata biomass polong (gram)
P1	14	14,56	14	14,56
P2	16	16,64	16,24	16,88
P3	19	19,76	18,90	19,65
P4	22	22,88	21,28	22,13
P5	15,66	16,28	15,68	16,30
P6	19	19,76	18,90	19,65
P7	20,66	21,8	20,30	21,11
P8	23,	24,60	23,66	24,60

Sumber : Data primer diolah (2006)

Tabel 5.6. memperlihatkan bahwa nilai jumlah polong yang rusak (dalam bentuk biomass basah polong) makin meningkat dengan bertambahnya jumlah nimfa dan imago serangga hama *R. linearis* yang diinokulasikan. Untuk perlakuan inokulasi 4 ekor nimfa (P4) didapatkan prediksi biomass basah polong sebanyak 14,56 gram, sedangkan untuk inokulasi 4 ekor imago *R. linearis* (P8), maka diperoleh prediksi biomass basah polong sebesar 24,60 gram. Tahap selanjutnya adalah menghitung hasil panen kedelai berdasarkan prediksi terhadap biomass basah polong dengan pendekatan rumus sebagai berikut : Hasil = Produksi pada Kontrol (biomass basah polong) - jumlah polong rusak (biomass basah polong) akibat inokulasi serangga hama pengisap polong *R. linearis*.

Selanjutnya membandingkan hasil panen kedelai berdasarkan eksperimen (empiris) dengan hasil prediksi tersebut seperti pada Tabel 5.7.

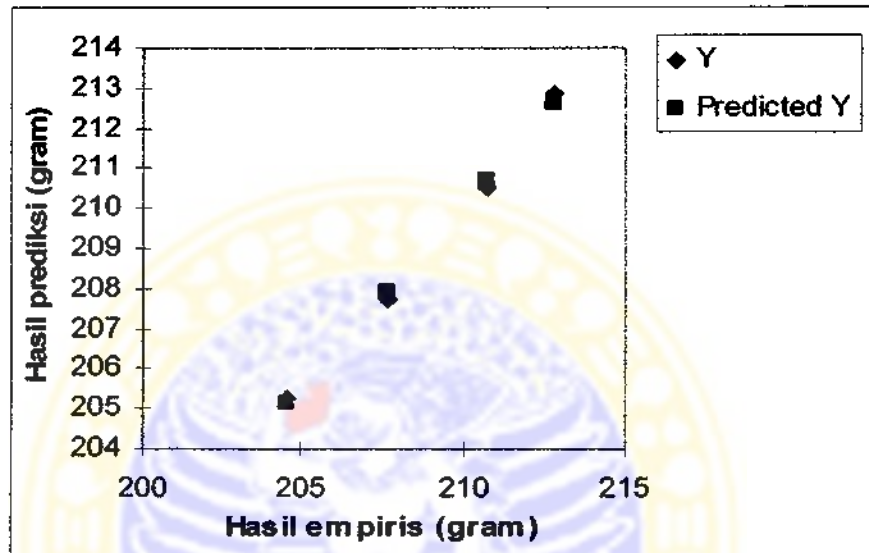
Tabel 5.7. Perbandingan Nilai Hasil Panen Berdasarkan Prediksi Jumlah Polong Rusak Akibat Inokulasi *R. linearis* dan Data Empiris Serta Besarnya Tingkat Kesalahan pada Stadia R3-4

Perlakuan	Hasil empiris (gram)	Hasil prediksi (gram)	Nilai kesalahan (persen)
P1	212,84	212,84	0,00
P2	210,76	210,52	0,24
P3	207,64	207,75	0,11
P4	204,52	205,27	0,75
P5	211,12	211,10	0,02
P6	207,64	207,75	0,11
P7	205,92	206,29	0,37
P8	203,74	202,80	0,94

Sumber : Data primer diolah (2006)

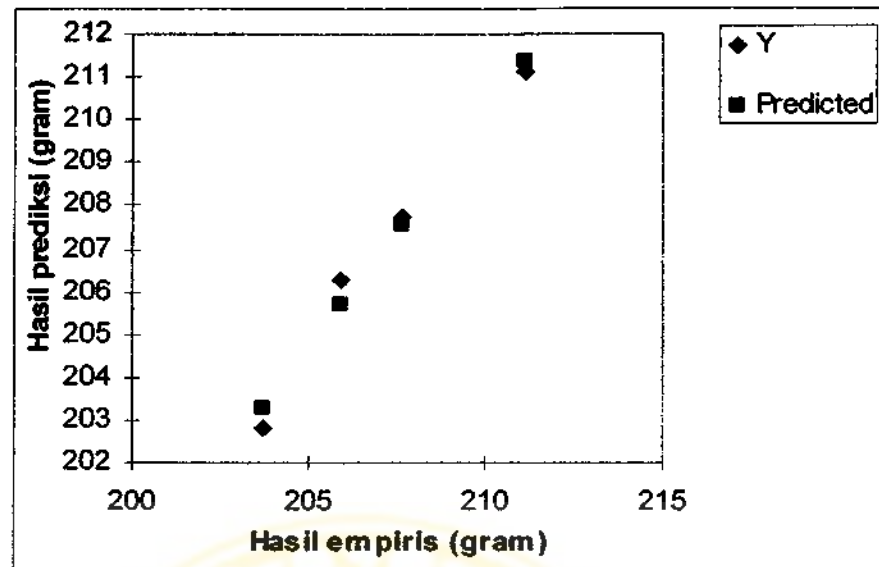
Tabel 5.7 memperlihatkan bahwa perbandingan nilai hasil panen eksperimen dengan data prediksi akibat perlakuan inokulasi nimfa serangga hama *R. linearis* memiliki nilai kesalahan (error) berkisar 0,00 – 0,75 persen. Sedangkan nilai hasil panen eksperimen dibandingkan dengan panen prediksi akibat inokulasi imago *R. linearis* memiliki nilai kesalahan berkisar 0,02 – 0,94 persen. Nilai prediksi terhadap hasil panen ini relatif cukup kecil, hal ini menunjukkan bahwa persamaan matematika yang digunakan untuk memprediksi besarnya jumlah polong yang rusak karena inokulasi serangga hama *R. linearis* dapat pula digunakan untuk menduga hasil panen kedelai.

Selanjutnya dilakukan plot data (diagram pencar) hasil panen prediksi (Y) dengan hasil panen empiris (X) akibat inokulasi nimfa *R. linearis* dan hasilnya disajikan pada Gambar 5.17. Dari hasil plot tersebut terlihat bahwa hasil panen prediksi meningkat dengan bertambahnya hasil panen empiris.



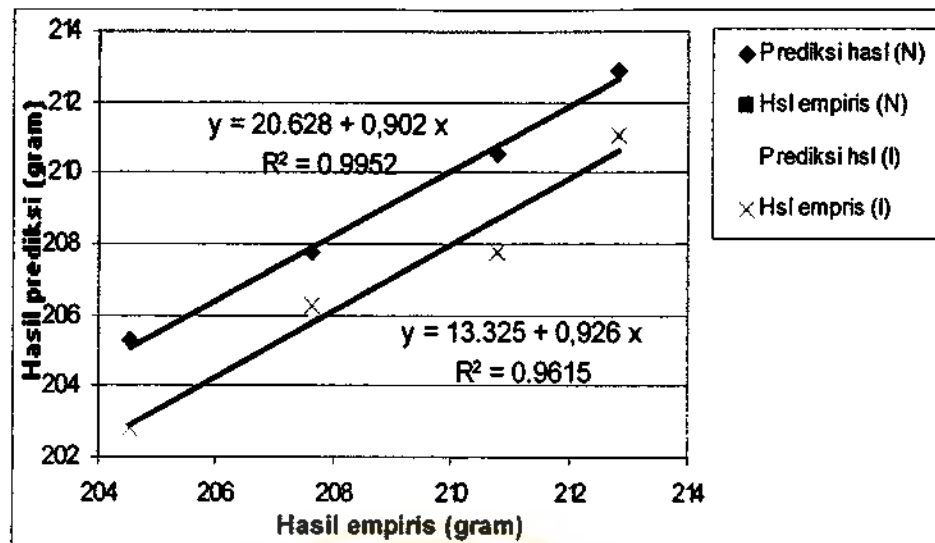
Gambar 5.17. Plot Data Hasil Panen Berdasarkan Prediksi dengan Hasil Panen Empiris pada R3-4 (Y= hasil prediksi; Predicted Y = hasil panen empiris) akibat inokulasi nimfa *R. linearis*

Untuk inokulasi imago *R. linearis*, juga dilakukan plot data (diagram pencar) hasil panen prediksi (Y) dengan hasil panen empiris (X) dan hasilnya disajikan pada Gambar 5.18. Dari hasil plot tersebut terlihat bahwa hasil panen prediksi meningkat dengan bertambahnya hasil panen empiris.



Gambar 5.18. Plot Data Hasil Panen Berdasarkan Prediksi dengan Hasil Panen Empiris pada R3-4 (Y= hasil prediksi; Predicted Y = hasil panen empiris) akibat inokulasi Imago *R. linearis*

Dari plot data (diagram pencar) hasil panen prediksi dengan hasil panen empiris pada Gambar 5.17 dan 5.18. selanjutnya dilakukan analisis regresi linier dan diperoleh persamaan regresi untuk nimfa *R. linearis*,  $Y = 20,628 + 0,902 X$ , dengan  $p = 0,000$  dan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) = 0,9952. Sedangkan untuk imago serangga hama *R. linearis* itu didapatkan persamaan regresi linier, yaitu  $Y = 13,325 + 0,926 X$ , dengan  $p = 0,00$  dan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) = 0,9615 (Lampiran 13). Plot garis regresi hasil panen prediksi dengan panen empiris akibat inokulasi nimfa dan imago *R. linearis* tersebut selanjutnya dapat dilihat pada Gambar 5.19



Gambar 5.19. Plot Garis Regresi Hasil Panen Empirik dengan Hasil Panen Prediksi Akibat Inokulasi Nimfa dan Imago Hama *R. linearis* pada stadia R3-4

Gambar 5.19. menunjukkan bahwa terdapat hubungan linier yang nyata antara hasil panen prediksi dengan hasil panen empiris (eksperimen) akibat inokulasi nimfa dan imago *R. linearis*. Hasil panen prediksi naik dengan bertambahnya hasil panen empirik dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9952. Sedangkan akibat inokulasi imago *R. linearis*, juga terdapat hubungan linier yang nyata antara hasil panen prediksi dengan hasil panen empiris (eksperimen). Hasil panen prediksi naik dengan bertambahnya hasil panen empirik dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9615. Dengan demikian hasil prediksi (berdasarkan persamaan (14) dan (15) dapat digunakan sebagai penduga terhadap hasil panen kedelai empiris.

**5.3.2. Memprediksi jumlah polong rusak akibat inokulasi nimfa dan imago serangga hama pengisap polong *R. linearis* pada stadia R5-6, dengan persamaan matematika (16) dan (17).**

Untuk menduga banyaknya polong yang rusak akibat inokulasi nimfa dan imago serangga hama pengisap polong *R. linearis*, digunakan formula model matematika (16) dan (17). Data hasil prediksi terhadap jumlah polong rusak (akibat inokulasi serangga hama *R. linearis*) tersebut selanjutnya dibandingkan dengan data empiris hasil penelitian. Secara rinci mengenai perbandingan nilai jumlah polong rusak akibat inokulasi hama *R. linearis* berdasarkan prediksi model dengan data empiris jumlah polong rusak disajikan pada Tabel 5.8.

**Tabel 5.8. Perbandingan Nilai Jumlah Polong Terserang *R. linearis* Berdasarkan Model Prediksi dan Data Empiris Serta Besarnya Tingkat Kesalahan (Error) pada Stadia Pengisian Biji (R5-6).**

Perlakuan	Data empiris jumlah polong terserang (polong)	Prediksi jumlah polong terserang (polong)	Kesalahan (persen)
P1	22	21,98	0,09
P2	27	27,02	0,07
P3	30,66	30,80	0,45
P4	33,33	33,31	0,06
P5	26	25,90	0,38
P6	30	29,96	0,13
P7	33,33	31,92	0,19
P8	36,33	36,26	0,19

Sumber : data primer diolah (2006)

Tabel 5.8. menunjukkan bahwa nilai prediksi jumlah polong kedelai yang rusak (terserang oleh hama pengisap *R. inearis*) makin meningkat dengan makin

bertambahnya nimfa atau imago yang diinokulasikan. Apabila dibandingkan antara nilai hasil prediksi jumlah polong yang rusak akibat inokulasi nimfa hama *R. linearis* dengan hasil percobaan (empiris), maka tingkat kesalahan yang didapatkan berkisar 0,06 – 0,45 persen. Sedangkan jika dibandingkan nilai hasil prediksi jumlah polong rusak akibat inokulasi imago hama *R. linearis* dengan data empiris, didapatkan nilai kesalahan 0,13 – 0,38 persen. Nilai kesalahan ini relatif cukup kecil, sehingga dapat dikatakan bahwa model cukup sah digunakan untuk memprediksi banyaknya polong yang rusak akibat inokulasi serangga hama *R. linearis* pada tanaman kedelai.

Untuk menduga hasil kedelai berdasarkan model prediksi yang diimplementasikan terhadap jumlah polong rusak akibat inokulasi serangga hama *R. linearis*, dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah melakukan penimbangan terhadap hasil panen kontrol, kemudian dilanjutkan dengan mencari besarnya nilai berat (biomas) basah per-polong. Tahap ke dua adalah merubah jumlah polong yang rusak ke dalam satuan biomas basah dengan cara mengalikan jumlah polong rusak hasil prediksi dengan biomas basah per-polong. Secara rinci data mengenai rata-rata jumlah dan biomas polong kedelai yang terserang oleh serangga hama *R. linearis* disajikan pada Tabel 5.9. sebagai berikut :



Tabel 5.9. Rata-rata Jumlah dan Biomass Polong Kedelai yang Diserang oleh Nimfa dan Imago Hama Pengisap Polong *R. linearis* Berdasarkan Model Prediksi pada Stadia R5-6

Perlakuan	Data empiris		Data Prediksi	
	Rata-rata jumlah polong terserang (polong)	Rata-rata biomass polong (gram)	Rata-rata jumlah polong terserang (polong)	Rata-rata biomass polong (gram)
P1	22	22,88	21,98	22,85
P2	27	28,08	26,32	27,37
P3	30,66	31,88	29,98	31,18
P4	33,33	34,66	33,32	34,65
P5	26	27,04	24,64	25,62
P6	30	31,20	28,65	29,79
P7	33,33	34,66	31,99	33,26
P8	36,33	37,78	35,65	37,07

Sumber : Data primer diolah (2006)

Tabel 5.9. memperlihatkan bahwa nilai jumlah polong yang rusak (dalam bentuk biomass basah polong) makin meningkat dengan bertambahnya jumlah nimfa dan imago serangga hama *R. linearis* yang diinokulasikan. Untuk perlakuan inokulasi 4 ekor nimfa (P4) didapatkan prediksi biomass basah polong (kehilangan hasil) sebanyak 34,65 gram, sedangkan untuk inokulasi 4 ekor imago *R. linearis* (P8), maka diperoleh prediksi biomass basah polong (kehilangan hasil) sebesar 37,07 gram. Tahap selanjutnya adalah menghitung hasil panen kedelai berdasarkan prediksi terhadap biomass basah polong dengan pendekatan rumus sebagai berikut : Hasil = Produksi pada Kontrol (biomass basah polong) - jumlah

polong rusak (biomas basah polong) akibat inokulasi serangga hama pengisap polong *R. linearis*.

Selanjutnya membandingkan hasil panen kedelai berdasarkan eksperimen (empiris) dengan hasil prediksi tersebut seperti pada Tabel 5.10.

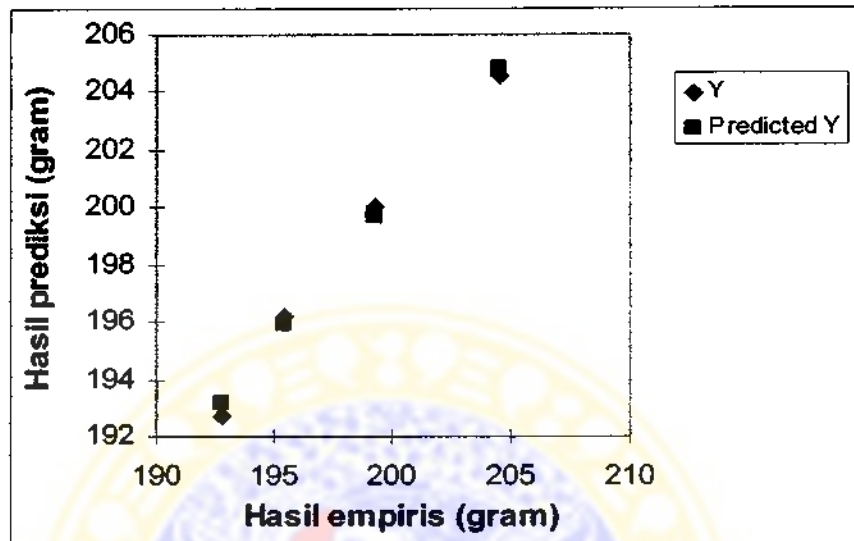
Tabel 5.10. Perbandingan Nilai Panen Prediksi dan Hasil Panen Empiris Serta Besarnya Tingkat Kesalahan pada Stadia R5-6

Perlakuan	Hasil empiris (gram)	Hasil prediksi (gram)	Nilai kesalahan (persen)
P1	204,52	204,55	0,03
P2	199,32	200,03	0,71
P3	195,52	196,22	0,70
P4	192,74	192,75	0,01
P5	200,36	201,78	1,42
P6	196,20	197,61	1,41
P7	192,74	194,14	1,40
P8	189,62	190,33	0,71

Sumber : Data primer diolah (2006)

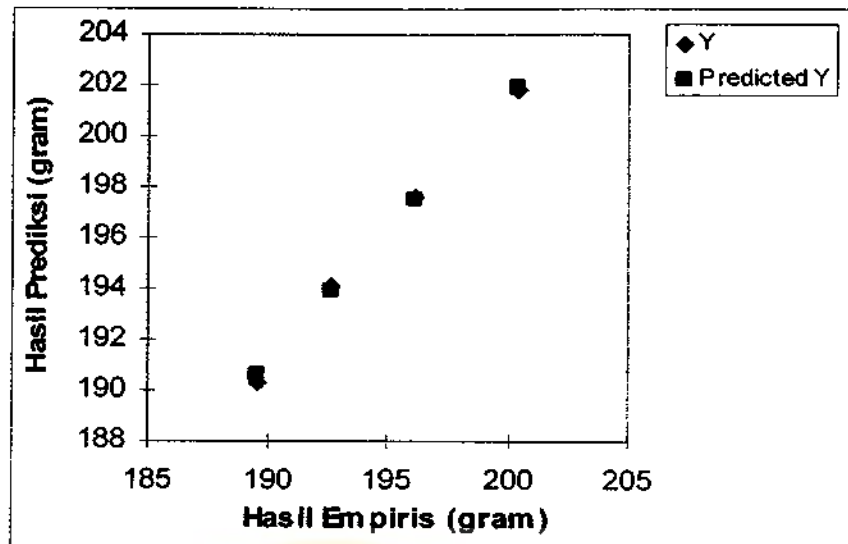
Dari Tabel 5.10. tersebut tampak bahwa perbandingan nilai hasil panen antara data eksperimen dengan data prediksi memiliki nilai kesalahan (error) yang cukup kecil (0,01 - 1,41 persen). Hal ini menunjukkan bahwa model matematika yang dibangun untuk memprediksi kerusakan polong, memiliki nilai kehandalan yang cukup tinggi untuk memprediksi hasil panen kedelai. Untuk membuktikan hal tersebut dilakukan plot data hasil panen prediksi (Y) dengan hasil panen empiris (X) akibat inokulasi nimfa *R. linearis* dan datanya disajikan pada Gambar 5.20.

Dari hasil plot tersebut terlihat bahwa hasil prediksi meningkat dengan bertambahnya hasil panen empiris.



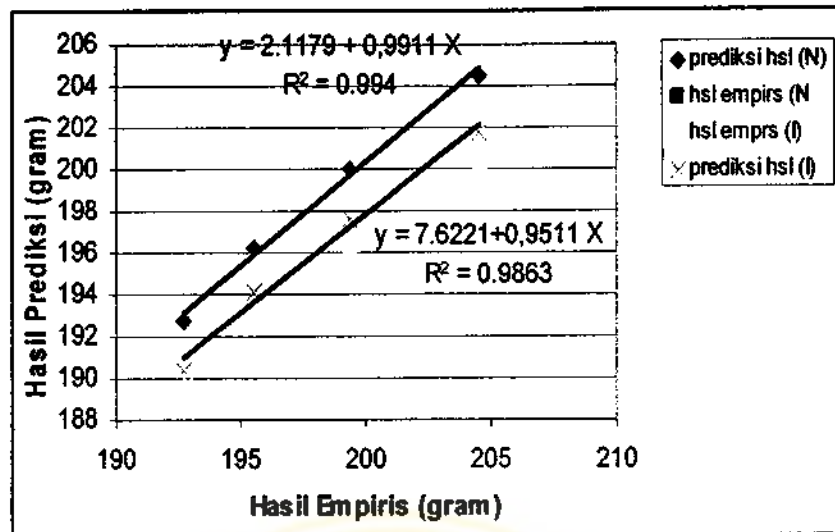
Gambar 5.20. Plot Data Hasil Panen Berdasarkan Prediksi dengan Hasil Panen Empiris pada R5-6 (Y= hasil prediksi; Predicted Y = hasil panen empiris) akibat inokulasi Nimfa *R. linearis*

Selanjutnya dilakukan plot data (diagram pencar) hasil panen prediksi (Y) dengan hasil panen empiris (X) akibat inokulasi imago *R. linearis* dan hasilnya disajikan pada Gambar 5.21. Dari hasil plot tersebut terlihat bahwa hasil panen prediksi meningkat dengan bertambahnya hasil panen empiris.



Gambar 5.21. Plot Data Hasil Panen Berdasarkan Prediksi dengan Hasil Panen Empiris pada R5-6 (Y= hasil prediksi; Predicted Y = hasil panen empiris) akibat inokulasi Imago *R. linearis*

Dari plot data (diagram pencar) hasil panen prediksi dengan hasil panen empiris pada Gambar 5.20 dan 5.21. selanjutnya dilakukan analisis regresi linier dan diperoleh persamaan regresi untuk nimfa *R. linearis*,  $Y = 2,1179 + 0,9911 X$ , dengan  $p = 0,000$  dan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) = 0,9940. Sedangkan untuk imago serangga hama *R. linearis*, didapatkan persamaan regresi linier, yaitu  $Y = 7,6221 + 0,9511 X$ , dengan  $p = 0,00$  dan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) = 0,9963 (Lampiran 14). Plot garis regresi hasil panen prediksi dengan panen empiris akibat inokulasi nimfa dan imago serangga hama *R. linearis* tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.22



Gambar 5.22. Plot Garis Regresi Panen Empirik dengan Hasil Panen Prediksi Akibat Inokulasi Nimfa dan Imago Hama *R. linearis* pada stadia R5-6

Gambar 5.22. menunjukkan bahwa terdapat hubungan linier yang nyata antara hasil panen prediksi dengan hasil panen empiris (eksperimen) akibat inokulasi nimfa *R. linearis*. Hasil panen prediksi naik dengan bertambahnya hasil panen empirik dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9940. Lain daripada itu juga terdapat hubungan linier yang nyata antara hasil panen prediksi dengan hasil panen empiris (eksperimen) akibat inokulasi Imago *R. linearis*. Hasil panen prediksi naik dengan bertambahnya hasil panen empirik dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9963. Dengan demikian hasil prediksi (berdasarkan persamaan (16) dan (17) dapat digunakan sebagai penduga terhadap hasil panen empiris.

**5.3.3. Memprediksi jumlah polong rusak akibat inokulasi nimfa dan imago hama pengisap polong *R. linearis* pada R7-8, dengan persamaan matematik (18) dan (19).**

Untuk menduga banyaknya polong yang rusak akibat inokulasi nimfa dan imago serangga hama pengisap polong *R. linearis*, digunakan formula model matematika (18) dan (19). Data hasil prediksi terhadap jumlah polong rusak (akibat inokulasi serangga hama *R. linearis*) tersebut selanjutnya dibandingkan dengan data empiris hasil penelitian. Secara rinci mengenai perbandingan nilai jumlah polong rusak akibat inokulasi hama *R. linearis* berdasarkan prediksi model dengan data empirisnya disajikan pada Tabel 5.11.

**Tabel 5.11. Perbandingan Nilai Jumlah Polong Terserang *R. linearis* Berdasarkan Model Prediksi dan Data Empiris Serta Besarnya Tingkat Kesalahan (Error) pada *Stadia* Pemasakan Biji (R7-8)**

Perlakuan	Data empiris jumlah polong terserang (polong)	Prediksi jumlah polong terserang (polong)	Kesalahan (persen)
P1	4,66	4,62	0,85
P2	6,66	6,58	1,20
P3	7,66	7,56	1,30
P4	9,66	9,52	1,45
P5	5,33	5,31	0,37
P6	7,33	7,28	0,68
P7	8,66	8,54	1,38
P8	10,66	10,64	0,19

Sumber : Data primer diolah (2006)

Tabel 5.11. menunjukkan bahwa apabila dibandingkan antara nilai hasil prediksi jumlah polong yang rusak akibat inokulasi nimfa dan imago serangga hama pengisap polong *R. linearis* dengan hasil percobaan (empiris), maka nilai

kesalahan yang didapat berkisar antara 0,19 – 1,45 persen. Nilai kesalahan ini relatif cukup kecil, sehingga dapat dikatakan bahwa model cukup sah digunakan untuk memprediksi banyaknya polong yang rusak akibat inokulasi hama pengisap polong *R. linearis* pada stadia R7-8.

Untuk menduga hasil kedelai berdasarkan model prediksi terhadap kerusakan polong, dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah menimbang hasil panen kontrol, dilanjutkan mencari besarnya nilai berat basah per-polong. Tahap ke dua adalah merubah jumlah polong ke dalam satuan biomas basah dan datanya lebih rinci disajikan pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12. Rata-rata Jumlah dan Biomas Polong Kedelai yang Diserang oleh Nimfa dan Imago Hama Pengisap Polong *R. linearis* Berdasarkan Model Prediksi pada Stadia R7-8

Perla- kuan	Data empiris		Data Prediksi	
	Rata-rata jumlah polong terserang (polong)	Rata-rata biomas polong (gram)	Rata-rata jmlah polong terserang (polong)	Rata-rata biomas polong (gram)
P1	4.66	4.84	4.62	4.80
P2	6.66	6.92	6.62	6.88
P3	7.66	7.96	7.63	7.93
P4	9.66	10.04	9.61	9.98
P5	5.33	5.54	5.32	5.52
P6	7.33	7.62	7.32	7.61
P7	8.66	9.01	8.65	8.99
P8	10.66	11.08	10.65	11.67

Sumber : Data primer diolah (2006)

Tabel 5.12. memperlihatkan bahwa nilai rata-rata jumlah polong yang rusak (diserang oleh hama pengisap polong *R. linearis*) makin meningkat dengan bertambahnya jumlah serangga hama *R. linearis* yang diinokulasikan. Jumlah polong rusak paling banyak diperoleh akibat perlakuan inokulasi 4 ekor nimfa (P4) dan 4 ekor imago (P8), masing-masing adalah 9,98 gram dan 11,67 gram. Langkah selanjutnya adalah menghitung hasil produksi (panen) berdasarkan model prediksi yang diterapkan terhadap jumlah polong rusak dan data hasil eksperimen (empiris) dengan pendekatan rumus sebagai berikut :

Hasil = Produksi Kontrol - jumlah polong terserang (nimfa dan imago pengisap polong *R. linearis*). Adapun data hasil perhitungan terhadap produksi secara lengkap disajikan pada Tabel 5.13. sebagai berikut :

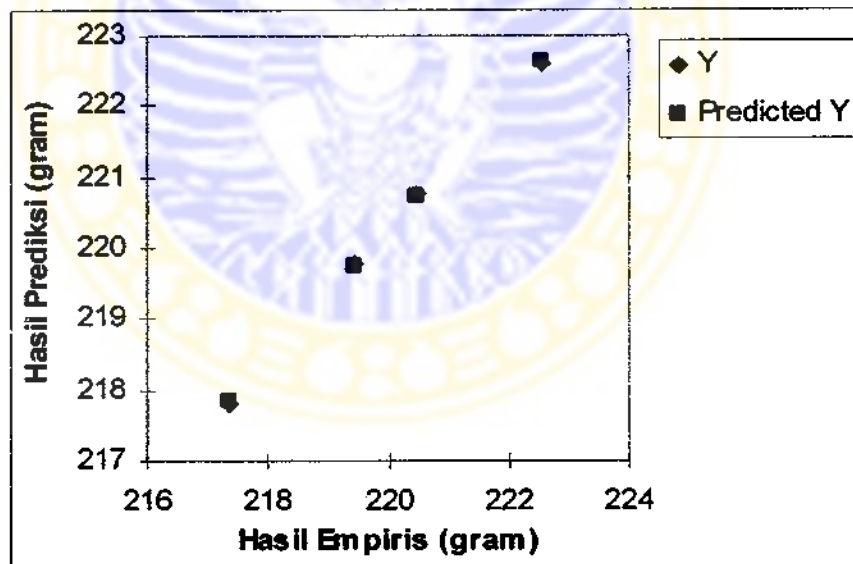
Tabel 5.13. Perbandingan Nilai Panen Prediksi dan Hasil Panen Empiris Serta Besarnya Tingkat Kesalahan pada Stadia R7-8

Perlakuan	Hasil empiris (gram)	Hasil prediksi (gram)	Nilai kesalahan (persen)
P1	222.56	222.60	0,04
P2	220.48	220.78	0,30
P3	219.44	219.77	0,33
P4	217.36	217.79	0,43
P5	221.86	222.08	0,22
P6	219.78	220.09	0,31
P7	218.39	218.75	0,36
P8	216.32	216.75	0,43

Sumber : Data primer diolah (2006)

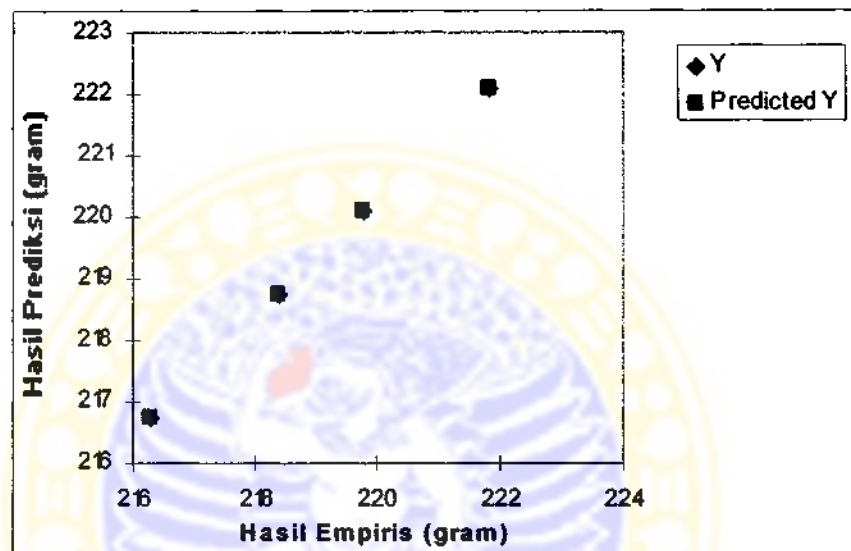


Dari Tabel 5.13. tersebut tampak bahwa perbandingan nilai hasil panen antara data eksperimen dengan data prediksi memiliki nilai kesalahan (error) yang cukup kecil (0,04 - 0,43 persen). Hal ini menunjukkan bahwa model matematika yang dibangun untuk memprediksi kerusakan polong, memiliki nilai kehandalan yang cukup tinggi untuk memprediksi hasil panen kedelai. Untuk membuktikan hal tersebut dilakukan plot data hasil panen prediksi (Y) dengan hasil panen empiris (X) akibat inokulasi nimfa *R. linearis* dan datanya disajikan pada Gambar 5.23. Dari hasil plot tersebut terlihat bahwa hasil prediksi meningkat dengan bertambahnya hasil panen empiris.



Gambar 5.23. Plot Data Hasil Panen Berdasarkan Prediksi dengan Hasil Panen Empiris pada R7-8 (Y= hasil prediksi; Predicted Y = hasil panen empiris) akibat inokulasi Nimfa *R. linearis*

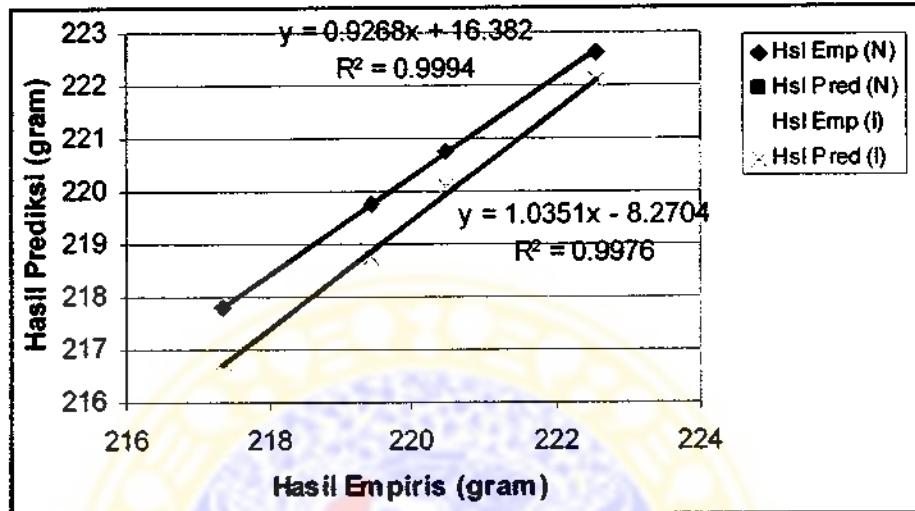
Selanjutnya dilakukan plot data (diagram pencar) hasil panen prediksi (Y) dengan hasil panen empiris (X) akibat inokulasi imago *R. linearis* dan hasilnya disajikan pada Gambar 5.24. Dari hasil plot tersebut terlihat bahwa hasil panen prediksi meningkat dengan bertambahnya hasil panen empiris.



Gambar 5.24. Plot Data Hasil Panen Berdasarkan Prediksi dengan Hasil Panen Empiris pada R7-8 (Y= hasil prediksi; Predicted Y = hasil panen empiris) akibat inokulasi Imago *R. linearis*

Dari plot data (diagram pencar) hasil panen prediksi dengan hasil panen empiris pada Gambar 5.23 dan 5.24. selanjutnya dilakukan analisis regresi linier dan diperoleh persamaan regresi untuk nimfa *R. linearis*,  $Y = 16,382 + 0,9268 X$ , dengan  $p = 0,000$  dan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) = 0,9994. Sedangkan untuk imago serangga hama *R. linearis*, didapatkan persamaan regresi linier, yaitu  $Y = - 8,2704 + 1,0351 X$ , dengan  $p = 0,00$  dan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) = 0,9976 (Lampiran 14). Plot garis regresi hasil panen prediksi dengan panen

empiris akibat inokulasi nimfa dan imago serangga hama *R. linearis* tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.25



Gambar 5.25. Plot Garis Regresi Panen Empirik dengan Hasil Panen Prediksi Akibat Inokulasi Nimfa dan Imago Hama *R. linearis* pada stadia R7-8

Gambar 5.25. menunjukkan bahwa terdapat hubungan linier yang nyata antara hasil panen prediksi dengan hasil panen empiris (eksperimen) akibat inokulasi nimfa *R. linearis*. Hasil panen prediksi naik dengan bertambahnya hasil panen empirik dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9994. Lain daripada itu juga terdapat hubungan linier yang nyata antara hasil panen prediksi dengan hasil panen empiris (eksperimen) akibat inokulasi Imago *R. linearis*. Hasil panen prediksi naik dengan bertambahnya hasil panen empirik dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9976. Dengan demikian hasil prediksi (berdasarkan persamaan (18) dan (19) dapat digunakan sebagai penduga terhadap hasil panen empiris.

### 5.3.4. Uji validitas model

Uji validitas terhadap model dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah model yang digunakan untuk memprediksi tersebut sudah valid (artinya apakah hasil prediksi model (hasil panen kedelai) sesuai dengan hasil observasinya (hasil panen empiris) ?. Hasil prediksi panen berdasarkan persamaan matematika (14), (15), (16), (17), (18), dan (19) terhadap hasil panen empiris pada berbagai stadia pertumbuhan polong (R3-4; R5-6 dan R7-8) dengan nilai validasinya disajikan pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14. Prediksi Model dan Validasinya terhadap Hasil Panen Kedelai Empiris pada Stadia R3-4, R5-6 dan R7-8

	Stadia R3-4				Stadia R5-6				Stadia R7-8			
	Emp	Pred	Eror	R <sup>2</sup>	Emp	Pred	Eror	R <sup>2</sup>	Emp	Pred	Eror	R <sup>2</sup>
P1	212.84	212.84	0.00	*)	204.52	204.55	0.03	*)	222.56	222.60	0.04	*)
P2	210.76	210.52	0.24		199.32	200.03	0.71		220.48	220.78	0.30	
P3	207.64	207.75	0.11		195.52	196.22	0.70		219.44	219.77	0.33	
P4	204.52	205.27	0.75		192.74	192.75	0.01		217.36	217.79	0.43	
	*) R <sup>2</sup> = 0,9952				*) R <sup>2</sup> = 0,9940				*) R <sup>2</sup> = 0,9976			
P5	211.12	211.10	0.02	*)	200.36	201.78	1.42	*)	221.86	222.08	0.22	*)
P6	207.64	207.75	0.11		196.20	197.61	1.41		219.78	220.09	0.31	
P7	205.92	206.29	0.37		192.74	194.14	1.40		218.39	218.75	0.36	
P8	203.74	202.80	0.94		189.62	190.33	0.71		216.32	216.75	0.43	
	*) R <sup>2</sup> = 0,9615				*) R <sup>2</sup> = 0,9963				*) R <sup>2</sup> = 0,9976			

Sumber : Data primer diolah (2006)

Dari Tabel 5.14. tampak bahwa hasil uji validitas terhadap persamaan matematika (model matematik) yang digunakan untuk menduga terhadap hasil kedelai menunjukkan nilai prediktor cukup sah, yakni memiliki nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) akibat inokulasi nimfa *R. linearis* ,masing-masing pada stadia R3-4 = 0,9952; R5-6 = 0,9940, dan untuk R7-8 = 0,9994. Sedangkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) akibat inokulasi imago *R. linearis* pada stadia R3-4 = 0,9615; R5-6 = 0,9963; dan R7-8 = 0,9976. Hal ini menunjukkan bahwa persamaan matematika Teorema Pengangkutan Reynold yang telah digunakan untuk memprediksi besarnya nilai kerusakan polong, ternyata dapat dipakai untuk menduga hasil kedelai. Dalam hal ini model dikatakan cukup handal digunakan untuk memprediksi banyaknya polong yang rusak akibat inokulasi baik nimfa maupun imago *R. linearis*.

### 5.3.5. Perbandingan model Headley (1972) dengan hasil penelitian (2007)

Model yang berbentuk persamaan matematik seringkali dapat lebih mampu menjelaskan hubungan yang ada diantara beberapa faktor. Untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan dari suatu model matematika, maka dianggap perlu untuk dilakukan suatu perbandingan dengan persamaan matematika Teorema Pengangkutan Reynold yang digunakan dalam penelitian disertasi ini. Adapun perbandingan antara dua persamaan dimaksud disajikan pada Tabel 5.15 sebagai berikut :

Tabel 5.15. Perbandingan Persamaan Matematika Headley (1972) dengan Hasil Disertasi (2007)

Komponen model	Model Headley (1972)	Penelitian Disertasi (2007)
1. Hubungan Kerusakan dengan Populasi hama	$D_t = b P_t^2 - A$	Model matematika yang digunakan : $V \frac{\partial \rho}{\partial t} - \rho A \frac{\partial Z}{\partial t} + \rho A \frac{\partial Z}{\partial t} = \frac{\sum \text{Serangga di suatu area}}{\text{waktu}}$
2. Hubungan Hasil dengan Kerusakan	$Y = N - c D_t$	Not available (tidak tersedia)
3. Hubungan Hasil Panen Prediksi (Y) dengan Panen Empiris (X)	Not Available (NA) atau tidak tersedia	a. $Y = 20.268 + 0.902 X$ (nimfa pada R3-4) $Y = 13.32 + 0.9269 X$ (imago pada R3-4) b. $Y = 2.1179 + 0.911 X$ (nimfa pada R5-6) $Y = 7.622 + 0.9511 X$ (imago pada R5-6) c. $Y = 16,282 + 0,9268X$ (nimfa pada R7-8) $Y = - 8,270 + 1,0351 X$ ( imago pada R7-8)
4. Tingkat Akurasi atau presisi Model	Not Available (NA) atau tidak tersedia	a. $R^2 = 0.9952$ atau 99,52 % (untuk nimfa R3-4) $R^2 = 0.9615$ atau 99,15 % (untuk imago R3-4) b. $R^2 = 0,9945$ atau 99,45 % (untuk nimfa R5-6) $R^2 = 0.9963$ atau 99,63 % (untuk imago R5-6) c. $R^2 = 0,9994$ atau 99,94 % (untuk nimfa R7-8) $R^2 = 0.9976$ atau 99,76 % (untk imago R7-8)
5. Memprediksi: antara Model dan Empiris	Not Available (NA) atau tidak ada	a. $Y = 0,902 X$ (untuk nimfa pada R3-4) $Y = 0,9269 X$ (untuk imago pada R3-4) b. $Y = 0,911 X$ (untuk nimfa pada R5-6) $Y = 0,951 X$ (untuk imago pada R5-6) c. $Y = 0,9268 X$ (untuk nimfa pada R7-8) $Y = 1,035 X$ (untuk imago pada R7-8)
6. Sasaran Model	Menghitung besarnya AE hama perusak daun	Untuk memprediksi jumlah polong rusak akibat inokulasi <i>R. linearis</i> pada tanaman kedelai. Memperkuat temuan Headley (1972).

Sumber : Data primer diolah (2006)

Dari Tabel 5.15. memperlihatkan bahwa persamaan matematik yang dikembangkan Headley (1972) digunakan untuk menentukan nilai ambang ekonomi (*economic threshold*) jenis hama dengan tipe alat mulut penggigit-pengunyah. Oleh karena itu cara perhitungan di dalam model ini berbeda dengan model untuk hama pengisap polong. Model matematik pada penelitian ini merupakan persamaan matematik yang diturunkan dari Teorema Pengangkutan Reynold. Model diarahkan untuk memprediksi besarnya kerusakan polong akibat inokulasi hama pengisap polong *R. linearis* pada masing-masing stadia reproduksi tanaman kedelai. Dari persamaan matematika ini selanjutnya dapat dicari nilai ambang ekonomi untuk hama pengisap poong *R. linearis*. Apabila nilai ambang ekonomi sudah ditemukan, maka selanjutnya akan dapat digunakan sebagai input pada implementasi program PHT pada tanaman kedelai. Dengan demikian pada akhirnya persamaan ini juga akan memperkuat temuan Headly (1972) untuk mendukung PHT khususnya pada tanaman kedelai.

## BAB 6. PEMBAHASAN

### 6.1. Pengaruh infestasi Nimfa dan Imago Hama *R. linearis* terhadap Hasil Kedelai pada Berbagai Stadia Pertumbuhan Polong.

Kerusakan polong kedelai akibat inokulasi hama pengisap polong *R. linearis* dapat digambarkan oleh persentase kerusakan polong maupun biji. Serangga muda dan dewasa (nimfa dan imago) *R. linearis* merusak dengan cara menusukkan stiletnya ke kulit polong langsung ke biji untuk mengisap cairan dan zat-zat makanan dari dalam biji kedelai.

Inokulasi hama pengisap polong *R. linearis* dapat mengakibatkan kerusakan pada polong maupun biji walaupun sebenarnya kepik coklat ini hanya mengisap cairan polong. Kerusakan pada polong yang masih muda dapat menyebabkan biji keriput, biji kempis, dan polong gugur, sedangkan kerusakan pada polong yang sedang berkembang menyebabkan polong dan biji kempis kemudian mengering (Marwoto, dkk; 1999; Kuswanudin dan Djuwarso, 1997).

Kehadiran 1 ekor nimfa (P1) pada saat tanaman kedelai ada pada stadia pembentukan polong (R3-4) sudah dapat mengakibatkan kerusakan pada polong sebesar 6,45 persen dan kerusakan pada biji sebesar 5,73 persen. Kerusakan ini adalah paling rendah dibanding dengan kerusakan polong dan biji akibat perlakuan yang lainnya. Apabila yang hadir 4 ekor imago *R. linearis* (P8), maka kerusakan polong dan biji tersebut meningkat menjadi 11,40 persen dan 11,23 persen. Kerusakan polong dan biji ini adalah paling tinggi selama nimfa dan imago menyerang polong dan biji pada stadia R3-4, dibanding dengan kerusakan akibat infestasi yang lain. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah nimfa atau



imago *R. linearis* yang hadir di pertanaman kedelai dan aktif menyerang polong dan biji kedelai, maka akan berakibat pada semakin besarnya kerusakan pada polong dan biji kedelai tersebut. Untuk itu pada saat tanaman kedelai mulai berpolong (stadia R3-4), kehadiran 1 ekor nimfa atau imago *R. linearis* sudah harus diwaspadai, karena intensitas kerusakan polong dan biji akan makin meningkat bila populasi nimfa dan imago terus bertambah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Koswanudin dan Djuwarso (1997) bahwa hama ini baru menyerang pada saat tanaman kedelai memasuki fase perkembangan polong (R3-4).

Meskipun selama periode stadia pembentukan polong, inokulasi pengisap polong rata-rata masih relatif rendah, namun kerusakan polong dan biji pada stadia ini cukup membahayakan. Hal ini disebabkan inokulasi pada polong yang masih muda dapat menyebabkan polong menjadi kering sehingga mudah gugur (Talekar, 1997). Gugurnya polong ini disebabkan suplay makanan ke polong menjadi terhenti, karena polong muda yang cairan bijinya sudah terisap oleh *R. linearis* akan mengakibatkan jaringan biji menjadi rusak sehingga suplay makan menjadi terputus. Tengkan, dkk (1991) menyatakan bahwa inokulasi pengisap polong pada polong muda menyebabkan biji menjadi kering, sehingga tidak berkembang dan polongnya kempis kemudian mengering dan akhirnya polong menjadi mudah gugur.

Pada stadia pengisian biji (R5-6), kehadiran 1 ekor nimfa (P1) sudah dapat menyebabkan kerusakan pada polong sebesar 10,18 persen serta kerusakan pada biji sebesar 12,62 persen. Kerusakan ini adalah paling rendah dibanding dengan kerusakan polong dan biji akibat perlakuan yang lainnya. Sedangkan kerusakan polong dan biji paling tinggi adalah 17,85 persen dan 20,69 persen, terjadi pada

polong dan biji kedelai akibat terserang oleh 4 ekor imago pengisap polong *R. linearis* (P8). Hal ini menunjukkan bahwa dengan makin banyak jumlah nimfa atau imago yang diinokulasikan, diikuti oleh makin meningkatnya kerusakan polong dan biji kedelai, keduanya menunjukkan korelasi positif ( $r = 0,9895$  untuk nimfa pada polong,  $r = 0,9868$  untuk nimfa pada biji. Sedangkan nilai  $r = 0,9976$  untuk imago pada polong;  $r = 0,9861$  untuk imago pada biji), artinya inokulasi nimfa dan imago mempunyai hubungan yang amat kuat dengan kerusakan polong dan biji kedelai. Kerusakan polong dan biji kedelai pada stadia R5-6 adalah disebabkan oleh inokulasi nimfa dan imago pengisap polong *R. linearis*. Hal ini dapat dibenarkan karena selama dilakukan penelitian ini, tanaman kedelai pada saat memasuki stadia R5-6 secara sengaja diinokulasi dengan nimfa dan imago *R. linearis*, setelah itu disungkup dengan kurungan kasa. Akibatnya polong dan biji kedelai di dalam kurungan kasa tersebut selama periode pengisian biji (R5-6), hanya dimakan oleh nimfa dan imago *R. linearis* tanpa ada gangguan jenis hama yang lainnya.

Untung (1993) yang menyatakan bahwa besarnya populasi hama pada stadia aktif dengan kerusakan yang ditimbulkan mempunyai hubungan positif artinya makin meningkat kepadatan populasi hama, maka kerusakan yang ditimbulkan makin besar pula. Inokulasi pada polong umur pertengahan atau stadia R5-6 akan sangat membahayakan jika tidak dilakukan tindakan pengendalian. Menurut Marwoto dkk (1999) inokulasi pengisap polong *R. linearis* pada stadia perkembangan polong dan pengisian biji (R5-6) menyebabkan polong dan biji kempis kemudian mengering.

Kehadiran 1 ekor nimfa *R. linearis* pada stadia pemasakan biji (R7-8) ternyata menyebabkan kerusakan pada polong dan biji relatif rendah, yakni 2,14 persen dan

1,07 persen. Namun jika yang datang di pertanaman kedelai adalah 4 ekor imago (P8), maka kerusakan pada polong dan biji meningkat masing-masing menjadi 5,10 persen dan 4,87 persen. Pengaruh infestasi nimfa dan imago terhadap kerusakan polong dan biji tersebut menunjukkan bahwa makin banyak jumlah nimfa atau imago yang diinokulasikan (yang hadir), makin meningkat pula kerusakan polong kedelai, dan menunjukkan korelasi positif ( $r = 0,9917$  untuk nimfa dan  $r = 0,9995$  untuk imago, artinya inokulasi nimfa atau imago mempunyai hubungan amat kuat dengan kerusakan polong kedelai. Sedangkan kerusakan biji juga mempunyai hubungan yang kuat dengan infestasi nimfa ( $r = 0,9854$ ) dan imago ( $r = 0,9744$ ). Dengan demikian kepadatan populasi (nimfa dan imago) pengisap polong ternyata mempunyai hubungan yang linier dengan kerusakan polong dan hal ini tidak berbeda dengan penelitian Harper, *et al.*, (1993) yang menyatakan bahwa terdapat hubungan linier positif antara kepadatan populasi hama pengisap polong *N. viridula* dengan kerusakan bulir padi. Pengisap polong *N. viridula* mempunyai perilaku inokulasi yang hampir serupa dengan pengisap polong *R. linearis* dan ke duanya merupakan hama utama pada tanaman kedelai.

Inokulasi pengisap polong *R. linearis* pada stadia pemasakan biji atau R7-8 ini masih relatif rendah jika dibandingkan dengan inokulasi pada stadia pembentukan polong (R3-4) dan pada stadia pengisian biji (R5-6). Dapat dikatakan bahwa stadia R7-8 lebih tahan terhadap inokulasi pengisap polong dari pada stadia R3-4 dan R5-6. Hal ini disebabkan tanaman kedelai semakin tua dan toleransi tanaman terhadap inokulasi hama juga makin meningkat (Yeargan, 1997). Lain dari pada itu kedelai telah memasuki stadia pemasakan biji, polong sudah mulai mengeras sehingga

mengganggu stilet serangga pada waktu mencucuk dan mengisap cairan polong kedelai. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Suharsono (2000) bahwa dengan makin bertambahnya umur tanaman, kekerasan kulit polong juga makin meningkat. Kekerasan kulit polong ini diduga ikut berperan dalam ketahanan tanaman ini terhadap pengisap polong *R. linearis*.

Untuk semua stadia perkembangan reproduktif pada tanaman kedelai (R3-4; R5-6; dan R7-8) ternyata kerusakan polong dan biji akibat inokulasi hama ini makin meningkat dengan bertambahnya jumlah nimfa dan imago yang diinokulasikan. Kerusakan tersebut juga makin meningkat dengan bertambahnya umur tanaman kedelai. Perbedaan jumlah hama yang diinokulasikan merupakan faktor yang menyebabkan makin meningkatnya kerusakan polong dan biji kedelai. Dapat dilihat bahwa pada perlakuan dengan jumlah serangga hama yang lebih banyak menyebabkan kerusakan polong dan biji makin tinggi. Hal ini terjadi karena pada jumlah serangga hama *R. linearis* yang banyak, serangga secara keseluruhan akan membutuhkan jumlah makanan yang lebih besar sejalan dengan pertumbuhan dan perkembangan serangga dibanding pada perlakuan dengan jumlah serangga *R. linearis* yang sedikit. Dengan demikian kerusakan polong dan biji kedelai akibat aktivitas makan nimfa dan imago makin besar pula pada jumlah pengisap polong yang lebih banyak. Hal ini didukung oleh pendapat Belloti dan Schronhoven (1987) yang menyatakan bahwa dengan adanya perbedaan kepadatan populasi, umur tanaman, dan lamanya penyerangan akan mengakibatkan terjadinya perbedaan intensitas inokulasi.

Faktor lain yang menyebabkan makin meningkatnya inokulasi pengisap polong ini adalah faktor ketersediaan makanan. Serangga secara sengaja diinokulasikan ke dalam kurungan kasa yang didalamnya tersedia tanaman kedelai yang sudah berpolong. Hal ini sesuai dengan pendapat Chattopadkyay (1981) yang menyatakan bahwa ketersediaan makanan yang melimpah merupakan salah satu faktor munculnya inokulasi hama. Sedangkan Metcalf dan Luckman (1975) menyatakan bahwa kerusakan tanaman akan makin meningkat seiring dengan meningkatnya biomasnya.

Dari ke tiga stadia perkembangan reproduktif tanaman kedelai (R3-4; R5-6; dan R7-8) nampak bahwa kerusakan polong dan biji akibat inokulasi *R. linearis* pada stadia pengisian biji (R5-6) ternyata lebih tinggi dibanding dengan kerusakan polong dan biji pada stadia pembentukan polong (R3-4) maupun pada stadia pemasakan biji (R7-8). Hal ini disebabkan pada stadia R5-6 dari segi fisik, kandungan air dalam biji juga cukup banyak, polong dan biji masih belum mengeras sehingga lebih mudah serangga menusukkan stiletnya ke dalam polong. Hal ini juga sesuai dengan pendapat Talekar (1997) bahwa pada periode ini tanaman kedelai memasuki fase pertumbuhan polong sedang dan tanaman memiliki sifat yang peka terhadap inokulasi hama pengisap polong, dengan demikian inokulasi pengisap polong akan meningkat. Menurut Suharsono (2000) pada fase R5-6 tanaman kedelai varietas wilis lebih peka terhadap inokulasi pengisap polong *R. linearis* yang ditunjukkan oleh banyaknya jumlah tusukan stilet dan berbeda nyata dengan inokulasi polong pada stadia R3-4 dan R7-8. Dengan demikian kerusakan pada polong pada stadia pengisian biji (R5-6) ini akan lebih

tinggi dibanding dengan stadia reproduktif kedelai lainnya. Oleh karena itu menurut Hidayat (1985) periode pengisian biji (R5-6) merupakan periode paling kritis dalam masa pertumbuhan kedelai. Adanya gangguan (inokulasi hama) pada periode ini akan berakibat mengganggu terhadap hasil kedelai. Dengan demikian stadia reproduktif kedelai terutama R5-6 atau stadia pengisian biji merupakan stadia tanaman kedelai yang paling peka terhadap inokulasi hama pengisap polong *R. linearis* diantara seluruh stadia pertumbuhan tanaman kedelai. Apabila pada stadia R5-6 ini tidak mendapat perhatian yang khusus, maka kemungkinan akan berakibat fatal yaitu terjadinya kegagalan panen. Hal ini harus menjadi perhatian bagi petani terutama pada daerah-daerah endemik inokulasi kelompok pengisap polong pada sentral produksi kedelai.

Tingkat kerusakan biji akibat inokulasi pengisap polong *R. linearis* pada stadia R3-4 lebih rendah dibanding pada stadia R5-6, namun masih lebih tinggi dibandingkan dengan kerusakan biji pada stadia R7-8. Kerusakan biji yang masih rendah pada fase ini disebabkan umur tanaman kedelai masih relatif muda sehingga dapat mengkompensasi kerusakan polong dengan membentuk bunga dan polong baru (Hidayat, 1985; Anonim, 2003 b). Alasan ini juga didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Thomas, dkk (1974) yang menyatakan bahwa kehilangan hasil paling tinggi terjadi pada tanaman kedelai yang beberapa polongnya rusak secara artifisial pada stadia R3-4. Sedangkan pada stadia R5-6 tanaman sudah mulai berbiji sehingga aktifitas serangga *R. linearis* yang mengisap polong kurang mempengaruhi pembentukan biji. Hal ini berbeda dengan inokulasi hama *Etiella zinckenella* yang langsung menggerek biji kedelai (Marwoto, 1996).

Pada stadia R3-4, R5-6, dan R7-8, jika dibandingkan ternyata inokulasi imago *R. linearis* baik terhadap polong maupun biji untuk semua perlakuan selalu lebih tinggi dibanding dengan inokulasi nimfa. Keadaan ini menunjukkan bahwa imago pengisap polong *R. linearis* mempunyai kemampuan merusak polong dan biji kedelai yang lebih kuat dibanding dengan stadia nimfa. Menurut Tengkanan *et al.*, (2003), hal ini disebabkan struktur dan bentuk tipe alat mulut pada imago *R. linearis* telah berkembang lebih sempurna dan lebih kuat dibanding tipe alat mulut pada stadia nimfa. Tipe alat mulut imago *R. linearis* adalah pencucuk pengisap, berupa stilet yang tajam dan kuat. Inokulasi imago *R. linearis* dimulai dengan mencucukkan stilet pada permukaan polong kedelai dan diikuti dengan mengisap isi cairan polong kedelai (Suharsono, 2000). Sedangkan faktor lain yang ikut menentukan adalah frekuensi inokulasi dan umur polong atau biji kedelai (Tengkanan, 1985; Marwoto, dkk. 1991). Jika pertanaman kedelai memasuki periode pengisian biji, maka kehadiran imago *R. linearis* harus mendapat perhatian karena sifat dari serangga ini disamping memiliki tipe alat mulut yang tajam, serangga dewasa ini amat aktif (*mobile*) terbang ke segala arah. Serangga dewasa mencucuk polong beberapa saat, setelah itu mereka terbang ke tanaman lain untuk mencari polong yang lebih muda guna mengisap isi cairan polong kedelai.

Inokulasi hama ini disamping menyebabkan kerusakan pada polong dan biji, juga berakibat pada menurunnya hasil panen. Kerusakan pada polong yang masih muda (R3-4) dapat menyebabkan biji keriput, biji kempis, dan polong gugur, sedangkan kerusakan pada polong yang sedang berkembang (R5-6) menyebabkan

polong dan biji kempis kemudian mengering (Marwoto, dkk; 1999; Kuswanudin dan Djuwarso, 1997).

Hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa pada stadia pembentukan polong (R3-4), stadia pengisian biji (R5-6), dan stadia pemasakan biji (R7-8), ternyata inokulasi 4 ekor nimfa (P4) dan 4 ekor imago pengisap polong (P8) dapat menyebabkan biomas kering biji menjadi amat rendah, sedangkan bila yang menyerang polong atau biji tersebut adalah adalah 1 ekor nimfa (P1) atau 1 ekor imago *R. linearis* (P5), maka kehadirannya belum berpengaruh banyak terhadap penurunan biomas kering biji. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah nimfa atau imago yang diinokulasikan menyebabkan kerusakan polong makin tinggi, serta kerusakan pada biji juga makin tinggi, akibatnya adalah biomas kering biji makin rendah.

Diantara ke tiga stadia reproduktif tanaman kedelai tersebut, ternyata pada stadia pengisian biji (R5-6) penurunan biomas kering pada biji kedelai akibat inokulasi nimfa atau imago *R. linearis* adalah paling besar dibanding dengan turunnya biomas kering biji pada stadia R3-4 dan R7-8. Biomas kering biji akibat inokulasi 1 ekor nimfa berturut-turut adalah 3,10 gram (pada stadia R5-6); 4,54 gram (pada stadia R3-4), dan 5,10 gram (pada R7-8). Sedangkan apabila yang menyerang 4 ekor imago, maka biomas kering biji yang dihasilkan berturut-turut adalah 0,05 gram (pada stadia R5-6), 2,18 gram (pada stadia R3-4), dan 1,86 gram (pada stadia R7-8). Dari gambaran tersebut menunjukkan bahwa pada stadia R5-6, biomas kering biji yang didapatkan adalah paling rendah dibanding dua stadia reproduktif lainnya (stadia R3-4 dan R7-8). Rendahnya biomas kering ini



berhubungan dengan jumlah polong dan biji yang rusak terserang oleh *R. linearis*. Pada stadia pengisian biji R5-6, kerusakan polong dan biji adalah paling tinggi (dibanding R3-4 dan R7-8), sehingga berakibat pada penurunan biomas basah polong dan penurunan pada biomas kering biji paling rendah.

Faktor lain yang diduga berpengaruh terhadap perbedaan biomas kering biji kedelai adalah perbedaan jumlah nimfa dan imago yang diinokulasikan. Menurut Untung (1993), besarnya populasi serangga pada stadia aktif akan berkorelasi positif dengan kerusakan yang ditimbulkan. Makin tinggi (padat) populasi hama diinokulasikan, maka kerusakan yang ditimbulkan juga makin meningkat. Pertumbuhan nimfa dan imago *R. linearis* memerlukan sejumlah makanan tertentu. Jika proses memakan ini terjadi pada kondisi lingkungan yang sama dan pada jenis makanan yang sama pula, maka pada jumlah nimfa atau imago yang banyak akan mengkonsumsi sejumlah makanan yang besar pula, artinya pada populasi nimfa atau imago yang banyak, maka akan merusak bagian tanaman yang lebih banyak lagi guna memenuhi jumlah makanan yang lebih banyak.

Pengaruh infestasi nimfa terhadap biomas kering biji menunjukkan hubungan negatif ( $r = - 0,9515$ ) artinya biomas kering biji amat kuat dipengaruhi oleh inokulasi nimfa dan 90,55 persen penurunan biomas biji disebabkan karena inokulasi nimfa *R. linearis*. Pengaruh infestasi imago terhadap biomas kering biji menunjukkan bahwa makin banyak jumlah imago yang diinokulasikan, diikuti makin menurunnya biomas kering biji kedelai dan keduanya mempunyai korelasi negatif ( $r = - 0,9599$ ), artinya biomas kering biji amat kuat dipengaruhi oleh inokulasi imago dan 92,16 persen

penurunan biomas kering biji disebabkan oleh inokulasi imago *R. linearis*, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh faktor lainnya.

Tinggi rendahnya biomas kering biji secara langsung dipengaruhi oleh kerusakan biji akibat inokulasi hama ini, sedangkan kerusakan biji kedelai dipengaruhi secara langsung oleh banyaknya populasi nimfa dan imago yang hadir dan menyerang polong kedelai. Makin banyak biji yang rusak akan menyebabkan biomas kering biji makin rendah. Sebaliknya makin sedikit biji yang rusak akan mengakibatkan biomas kering biji makin tinggi. Headly (1982) menyatakan bahwa makin meningkat jumlah populasi hama pada stadia aktif akan menyebabkan kerusakan tanaman yang makin tinggi pula. Sampai pada batasan tertentu populasi hama akan menimbulkan kerusakan yang berarti secara ekonomis pada batas tertentu populasi telah mencapai ambang ekonomi.

Dari uraian tersebut di atas, ada beberapa hal yang perlu mendapatkan perhatian : (a) kehadiran 1 ekor nimfa *R. linearis* pada stadia R3-4 sudah harus diwaspadai, karena dapat mengakibatkan kerusakan polong sebesar 6,45 persen. Apabila yang hadir 4 ekor nimfa, kerusakan pada polong mengalami peningkatan menjadi 10,12 persen. Pada kondisi yang sama jika yang hadir 1 ekor imago, kerusakan pada polong sebesar 7,06 persen. Selanjutnya kerusakan polong akan meningkat menjadi 11,40 persen jika yang hadir adalah 4 ekor imago. Apabila (4 nimfa dan 4 ekor imago) hadir secara bersama-sama, maka kerusakan pada polong dapat mencapai 22,63 persen. Stadia R3-4 merupakan tahapan stadia reproduktif yang amat penting karena pada saat ini tanaman kedelai sedang mengadakan pembentukan polong. Apabila terdapat gangguan inokulasi hama, maka akan

berdampak pada kegagalan dalam membentuk polong atau polong akan mengalami keguguran, (b) kehadiran 4 ekor imago pada stadia R5-6 juga harus mendapat perhatian, karena periode pengisian biji ini amat peka terhadap gangguan eksternal. Jika terjadi inokulasi secara bersama-sama antara nimfa dan imago, maka akan berakibat amat fatal, diantaranya adalah kegagalan dalam pengisian biji dan polong bisa tidak berisi atau bisa mengalami keguguran, (c) stadia imago *R. linearis* mempunyai kemampuan merusak polong dan biji lebih besar dibanding stadia nimfa, dan (d) stadia reproduktif R5-6 merupakan stadia paling peka terhadap inokulasi hama ini karena kerusakan pada polong dan biji paling tinggi dibanding stadia reproduktif lainnya, oleh karena itu petani harus lebih mewaspadai stadia R5-6 dibanding stadia lainnya.

## **6.2. Analisis Model Hubungan Populasi Pengisap Polong *R. linearis* pada Berbagai Stadia Perkembangan Polong dengan Kerusakan Polong Berdasarkan Persamaan Matematika.**

Model bertujuan untuk menyederhanakan suatu sistem yang sebenarnya kompleks, sehingga mempermudah pengertian tentang sistem itu sendiri. Namun demikian sifat kesederhanaan tersebut tidak menghilangkan ciri-ciri penting dari sistem yang sebenarnya, sehingga perilaku dari sistem tersebut sama seperti yang ada di dalam model itu.

Model matematik yang dikembangkan untuk mencari hubungan antara kepadatan populasi hama pengisap polong dengan hasil kedelai pada berbagai stadia perkembangan polong (R3 sampai dengan R8) merupakan modifikasi dari persamaan matematik yang diturunkan dengan pendekatan Teorema Pengangkutan Reynold.

Model ini merupakan model empiris karena dibuat dan diturunkan atas dasar data hasil penelitian, artinya model itu berusaha mempelajari suatu sistem pada suatu waktu (*cross section*), dengan melakukan analisis (secara terbatas) terhadap faktor-faktor yang terlibat dalam sistem tersebut serta mengidentifikasi bentuk hubungan tertentu (dalam hal ini adalah hubungan antara populasi nimfa dan imago pengisap polong *R. linearis* dengan polong kedelai (dalam bentuk biomas basah polong)).

Model ini dikonstruksi berdasarkan pendekatan prinsip Continuum yang diadopsi dari Apsley (2005), bahwa penelitian di lapangan yang terdiri dari satu unit tanaman (dalam *polybag* dan ditutup kurungan kasa) serta dengan sengaja dilakukan infestasi serangga ke dalam kurungan tersebut sudah dapat (diasumsikan) mewakili kondisi yang sebenarnya di lapangan. Selanjutnya dengan pendekatan teorema tersebut digunakan untuk menyusun suatu model hubungan antara populasi serangga hama *R. linearis* dengan polong kedelai. Model tersebut baru terbentuk setelah dianalisis dan diselesaikan dengan menggunakan pendekatan Teorema Pengangkutan Rynold (Frank, 1986; Munson *et al.*, 1998; Apsley, 2005). Persamaan matematika dimaksud adalah sebagaimana ditunjukkan pada formula (14), (15), (16), (17), (18), dan (19).

Selanjutnya persamaan matematik tersebut digunakan untuk menduga jumlah polong kedelai yang rusak akibat inokulasi nimfa dan imago serangga hama pengisap polong *R. linearis* (sebagai model prediksi) pada stadia pertumbuhan polong yang berbeda, yaitu stadia pembentukan polong (R3-4), stadia pengisian biji (R5-6), dan stadia pemasakan biji (R7-8). Keberhasilan model (persamaan 14 sampai 19) sangat bergantung pada kesesuaian pendekatan fungsi matematik yang menyusun anak

model (sub-model), seperti fungsi matematik yang digunakan untuk menjelaskan laju kerusakan polong selama diserang oleh nimfa dan oleh imago pengisap polong *R. linearis*; dan kepadatan polong pada saat diserang oleh nimfa dan imago *R. linearis*. Dalam menduga model terbaik, dimulai dengan membuat spesifikasi model. Langkah pertama yang dilakukan adalah membuat diagram pencar. Diagram pencar ini digunakan untuk mempelajari perilaku data agar model yang dipilih tidak menyimpang jauh dari data.

Pada tahap awal adalah menentukan jumlah polong yang rusak akibat inokulasi (nimfa dan imago) serangga hama pengisap polong *R. linearis* pada stadia pembentukan polong (R3-4) dengan menggunakan persamaan matematik (persamaan 14 dan 15). Selanjutnya akan didapatkan prediksi banyaknya jumlah polong kedelai yang terserang oleh (nimfa dan Imago) serangga hama pengisap polong *R. linearis* pada stadia R3-4 (Tabel 5.5).

Tabel 5.5. memperlihatkan bahwa jumlah polong yang diserang (polong rusak) oleh serangga hama pengisap polong *R. linearis* makin meningkat dengan makin banyaknya jumlah nimfa dan imago yang diinokulasikan. Jumlah polong rusak akibat inokulasi 1 ekor nimfa *R. linearis* berdasarkan prediksi model ternyata sama besarnya dengan jumlah polong rusak empiris, artinya tingkat kesalahan prediktor tersebut adalah 0,00 persen. Jika nimfa yang menyerang 2 ekor, maka prediksi jumlah polong yang rusak meningkat menjadi 16,24 buah polong. Dibandingkan dengan data empiris (jumlah polong rusak 16 buah polong), maka terdapat selisih (kesalahan prediktor sebesar 1,5 persen).

Secara umum tampak bahwa jumlah polong rusak terserang oleh hama *R. linearis* hasil prediksi model paling banyak adalah akibat perlakuan 4 ekor imago, yakni 23,67 buah polong (jika dibandingkan dengan data empiris (yaitu 23,66 buah polong), maka terdapat kesalahan sebesar 0,04 persen. Jika secara keseluruhan dibandingkan, maka jumlah polong rusak akibat inokulasi hama *R. linearis* berdasarkan prediksi model dibanding dengan data empiris, menunjukkan rata-rata tingkat kesalahan model dalam memprediksi kerusakan polong cukup kecil yakni berkisar antara 0,00 – 1,74 persen, artinya prakiraan model berada dalam selang yang terbatas atau model dikatakan teliti atau memiliki tingkat presisi yang cukup tinggi (Meyer, 1985; Dieleman, *et al.*, 1995). Dengan demikian model yang digunakan untuk memprediksi jumlah polong rusak akibat inokulasi hama *R. linearis* dapat dikatakan cukup sah.

Salah satu faktor diduga sebagai penyebab makin meningkatnya kerusakan polong dan biji kedelai adalah jumlah serangga hama yang diinokulasikan. Dapat dilihat bahwa pada perlakuan dengan jumlah serangga hama yang lebih banyak menyebabkan kerusakan polong yang lebih tinggi. Hal ini terjadi karena dengan jumlah serangga (populasi nimfa dan imago) hama *R. linearis* yang banyak, serangga secara keseluruhan akan membutuhkan jumlah makanan yang lebih besar sejalan dengan pertumbuhan dan perkembangan serangga dibanding pada perlakuan dengan jumlah serangga hama *R. linearis* yang lebih sedikit (Untung, 1993; Pedigo, 2002).

Perbedaan kepadatan populasi serangga hama yang diduga sebagai faktor yang berpengaruh terhadap perbedaan kerusakan polong adalah sesuai dengan hasil penelitian Winoto (1986) bahwa perbedaan jumlah nimfa pengisap polong *R. linearis*

yang diinokulasikan memberikan pengaruh yang berbeda pula terhadap rata-rata persentase kerusakan polong yang dihasilkan. Dengan demikian kerusakan polong kedelai akibat aktivitas makan nimfa dan imago makin besar pula pada jumlah pengisap polong yang lebih banyak. Adanya perbedaan kepadatan populasi (Metcalf dan Luckman, 1982; Untung, 1993), umur tanaman, dan lamanya penyerangan (Belloti dan Schronhoven, 1987) akan mengakibatkan terjadinya perbedaan intensitas serangan, sehingga berakibat pada perbedaan nilai jumlah polong yang rusak akibat inokulasi serangga hama pengisap polong *R. linearis*.

Setelah diperoleh nilai prediksi jumlah polong yang rusak akibat inokulasi nimfa dan imago serangga hama *R. linearis*, nilai prediksi ini selanjutnya digunakan untuk menghitung hasil panen kedelai berdasarkan model prediksi. Hasil panen kedelai empiris selanjutnya dibandingkan dengan nilai hasil panen kedelai prediksi (Tabel 5.7), dan dari hasil perbandingan tersebut maka akan didapatkan tingkat kesalahan model prediksi terhadap hasil empiris.

Dari Tabel 5.7. menunjukkan bahwa akibat inokulasi 1 ekor nimfa serangga hama *R. linearis* (P1), didapatkan hasil panen prediksi sebesar 212,84 gram. Nilai hasil panen ini ternyata sama besarnya dengan nilai panen empiris (atau didapatkan kesalahan 0,00 persen). Sedangkan untuk inokulasi 4 ekor nimfa hama *R. linearis*, didapatkan panen prediksi 205,27 gram. Nilai hasil panen ini dibandingkan dengan panen empiris (204,52 gram) ternyata memiliki nilai kesalahan 0,75 persen. Demikian pula untuk inokulasi 1 ekor imago serangga hama *R. linearis*, didapatkan hasil panen prediksi sebesar 211,10 gram. Nilai ini dibanding dengan hasil panen empiris (yaitu 211,12 gram), ternyata memiliki nilai kesalahan yang kecil yaitu 0,02 persen.

Secara umum dapat dikatakan bahwa nilai kesalahan model matematika dalam memprediksi nilai kerusakan polong akibat serangan serangga hama pengisap polong *R. linearis* untuk semua perlakuan (nimfa dan imago) berkisar antara 0,00 – 0,94 persen. Jika dibandingkan ternyata nilai hasil panen berdasarkan prediksi model menunjukkan mendekati nilai panen yang sebenarnya atau hasil panen empiris. Nilai kesalahan atau eror ini amat kecil untuk suatu model dalam memprediksi hasil observasinya. Hal ini mengindikasikan bahwa model matematika yang dibangun dan digunakan untuk menduga jumlah polong rusak akibat inokulasi serangga hama pengisap polong *R. linearis* dapat pula digunakan untuk memprediksi hasil panen. Berarti persamaan matematika memiliki nilai kehandalan yang cukup tinggi. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa model cukup sahih karena telah mampu memenuhi kriteria baik, yakni ketepatan model (*accuracy*) dan kebenaran dalam asumsinya (Meyer, 1987; Dieleman, *et al.*, 1995)

Plot data (diagram pencar) hasil panen prediksi (Y) dengan hasil panen empiris (X) yang disebabkan oleh inokulasi nimfa *R. linearis* (Gambar 5.17) menunjukkan *trend* garis lurus. Demikian pula plot data (diagram pencar) hasil panen prediksi (Y) dengan hasil panen empiris (X) yang disebabkan karena inokulasi imago *R. linearis* (Gambar 5.18), menunjukkan *trend* garis lurus. Hal ini menunjukkan bahwa semakin meningkat hasil panen empiris diikuti oleh makin meningkatnya hasil panen prediksi dengan proporsi yang sama. Berdasarkan diagram pencar yang ada, dilakukan analisis regresi linier dan untuk inokulasi nimfa serangga hama *R. linearis* diperoleh persamaan regresi,  $Y = 20,628 + 0,902 X$  dengan  $p = 0,005$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar : 0,9952 (Gambar 5.18.). Hal ini dapat dijelaskan sebagai



berikut : angka 20,628 merupakan intercept yang menunjukkan garis regresi itu memotong sumbu Y pada titik (20,6) diatas sumbu X. Nilai koefisien determinasi atau  $R^2 = 0,9952$  menunjukkan bahwa total keragaman hasil panen prediksi (Y) sebesar 99,52 persen dapat dijelaskan oleh variabel hasil panen empiris, sedangkan sisanya 0,48 persen dipengaruhi oleh faktor lainnya.

Untuk inokulasi imago serangga hama *R. linearis*, maka berdasarkan diagram pencar yang ada, dilakukan analisis regresi linier dan diperoleh persamaan garis regresi,  $Y = 13,325 + 0,9269 X$  dengan  $p = 0,005$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar : 0,9615 (Gambar 5.18.). Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut : angka 13,325 merupakan intercept yang menunjukkan garis regresi itu memotong sumbu Y pada titik (13,32) diatas sumbu X. Nilai koefisien determinasi  $R^2 = 0,9615$  menunjukkan bahwa total keragaman hasil panen prediksi (Y) sebesar 96,15 persen dapat dijelaskan oleh variabel hasil panen empiris, sedangkan sisanya 3,85 persen dipengaruhi oleh faktor lainnya. Karena nilai koefisien determinasi yang besar (mendekati 100 persen), maka model ini selanjutnya dapat dikatakan telah memiliki nilai penduga yang cukup baik dan dapat diandalkan. Hasil ini juga ditunjang oleh nilai validasi (nilai residual) yang relatif kecil.

Dari plot data pada Gambar 5.17 dan Gambar 5.18. secara umum menunjukkan bahwa nilai hasil panen kedelai prediksi nampak makin meningkat dengan meningkatnya hasil panen empiris, tetapi sebenarnya yang terjadi adalah hasil panen empiris mengalami penurunan (diikuti oleh makin turunnya nilai hasil panen prediksi) dengan makin meningkatnya jumlah nimfa dan imago *R. linearis* yang diinokulasikan. Sedangkan yang mengalami kenaikan adalah kehilangan hasil akibat

serangan nimfa dan imago serangga hama *R. linearis* yang ditunjukkan oleh biomas basah polong yang makin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah polong rusak akibat serangan serangga hama pengisap polong ini.

Pada stadia pengisian biji (R5-6), langkah pertama yang dilakukan untuk menganalisis model matematik hubungan antara populasi serangga hama pengisap polong *R. linearis* dengan kerusakan polong kedelai adalah menentukan jumlah polong rusak akibat inokulasi (nimfa dan imago) serangga hama pengisap polong *R. linearis* dengan menggunakan pendekatan persamaan matematika Teorema Pengangkutan Reynold (persamaan 16 dan persamaan 17).

Langkah selanjutnya adalah memprediksi besarnya nilai jumlah polong kedelai yang rusak terserang oleh (nimfa dan Imago) serangga hama pengisap polong *R. linearis*. Selanjutnya akan didapatkan prediksi banyaknya jumlah polong kedelai yang terserang oleh (nimfa dan Imago) serangga hama pengisap polong *R. linearis* pada stadia R5-6 (Tabel 5.8).

Tabel 5.8. memperlihatkan bahwa jumlah polong yang diserang (polong rusak) oleh serangga hama pengisap polong *R. linearis* makin meningkat dengan makin banyaknya jumlah nimfa dan imago yang diinokulasikan. Prediksi jumlah polong rusak akibat inokulasi 1 ekor nimfa *R. linearis* adalah 21,98 polong, sedangkan hasil pengamatan jumlah polong rusak secara empiris adalah 22 polong. Dengan demikian terdapat kesalahan 0,09 persen. Jika nimfa yang menyerang 2 ekor, maka prediksi jumlah polong yang rusak meningkat menjadi 33,31 polong. Dibandingkan dengan data empiris (jumlah polong rusak 33,33 polong), maka terdapat selisih (kesalahan prediktor sebesar 0,06 persen).

Secara umum tampak bahwa jumlah polong rusak terserang oleh serangga hama *R. linearis* hasil prediksi model paling banyak adalah akibat perlakuan 4 ekor imago, yakni 36,26 polong (jika dibandingkan dengan data empiris yakni 36,33 polong), maka terdapat kesalahan sebesar 0,19 persen. Jika secara keseluruhan dibandingkan, maka jumlah polong rusak akibat inokulasi hama *R. linearis* berdasarkan prediksi model dibanding dengan data empiris, menunjukkan rata-rata tingkat kesalahan model dalam memprediksi kerusakan polong cukup kecil yakni berkisar antara 0,06 – 0,45 persen. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa model yang digunakan untuk memprediksi jumlah polong rusak akibat inokulasi serangga hama *R. linearis* cukup sahih. Hal ini sesuai dengan pendapat Boote, *et al.*, (1996) bahwa terjadi kesesuaian antara hasil prediksi model dengan data empirisnya.

Prediksi nilai jumlah polong yang terserang oleh serangga hama pengisap polong *R. linearis* ini selanjutnya digunakan untuk menghitung besarnya hasil panen kedelai berdasarkan model prediksi. Dengan membandingkan nilai hasil panen kedelai prediksi dengan hasil panen empiris, maka akan didapatkan besarnya nilai kesalahan model prediksi terhadap hasil panen empiris (Tabel 5.10).

Plot data (diagram pencar) hasil panen prediksi (Y) dengan hasil panen empiris (X) yang disebabkan oleh inokulasi nimfa serangga hama *R. linearis* (Gambar 5.20) menunjukkan *trend* garis lurus. Demikian pula plot data (diagram pencar) hasil panen prediksi (Y) dengan hasil panen empiris (X) yang disebabkan karena inokulasi imago serangga hama *R. linearis* (Gambar 5.21), menunjukkan *trend* garis lurus. Hal ini menunjukkan bahwa semakin meningkat hasil panen empiris diikuti oleh makin meningkatnya hasil panen prediksi dengan proporsi yang sama. Berdasarkan diagram

pencar yang ada, dilakukan analisis regresi linier dan untuk inokulasi nimfa serangga hama *R. linearis* diperoleh suatu persamaan garis regresi,  $Y = 2,117 + 0,9911X$  berdasarkan  $p = 0,005$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar : 0,9940 (Gambar 5.22.). Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut : angka 2,117 merupakan intercept yang menunjukkan garis regresi itu memotong sumbu Y pada titik (2,11) di atas sumbu X. Nilai koefisien determinasi atau  $R^2 = 0,9940$  menunjukkan bahwa total keragaman hasil panen prediksi (Y) sebesar 99,40 persen dapat dijelaskan oleh variabel hasil panen empiris, sedangkan sisanya 0,60 persen adalah dipengaruhi oleh faktor yang lainnya.

Untuk inokulasi imago serangga hama *R. linearis*, maka berdasarkan diagram pencar yang ada, dilakukan analisis regresi linier dan diperoleh persamaan garis regresi,  $Y = 7,622 + 0,9511X$  dengan  $p = 0,005$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar : 0,9963 (Gambar 5.18.). Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut : angka 7,622 merupakan intercept yang menunjukkan garis regresi itu memotong sumbu Y pada titik (7,622) di atas sumbu X. Koefisien determinasi  $R^2 = 0,9963$  menunjukkan bahwa total keragaman hasil panen prediksi (Y) sebesar 99,63 persen dapat dijelaskan oleh variabel hasil panen empiris, sedangkan sisanya sebesar 0,37 persen dipengaruhi oleh faktor lainnya. Model ini selanjutnya dapat dikatakan telah memiliki nilai penduga yang cukup baik dan dapat diandalkan. Hasil ini juga ditunjang oleh nilai validasi (nilai residual) yang relatif kecil.

Dari plot data pada Gambar 5.20 dan Gambar 5.21. secara umum menunjukkan bahwa nilai hasil panen kedelai prediksi nampak makin meningkat dengan meningkatnya hasil panen empiris, tetapi sebenarnya yang terjadi adalah hasil panen

empiris mengalami penurunan (diikuti oleh makin turunnya nilai hasil panen prediksi) dengan makin meningkatnya jumlah nimfa dan imago *R. linearis* yang diinokulasikan. Sedangkan yang mengalami kenaikan adalah kehilangan hasil akibat serangan nimfa dan imago serangga hama *R. linearis* yang ditunjukkan oleh biomas basah polong yang makin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah polong rusak akibat serangan serangga hama pengisap polong ini.

Pada stadia pemasakan biji (R7-8), langkah pertama yang dilakukan untuk menganalisis model matematik hubungan antara populasi serangga hama pengisap polong *R. linearis* dengan kerusakan polong kedelai adalah menghitung atau menentukan banyaknya polong rusak akibat inokulasi (nimfa dan imago) serangga hama pengisap polong *R. linearis* dengan menggunakan pendekatan persamaan matematika Teorema Pengangkutan Reynold (persamaan 18 dan persamaan 19).

Langkah selanjutnya adalah menghitung prediksi besarnya nilai jumlah polong kedelai yang terserang oleh (nimfa dan Imago) hama pengisap polong *R. linearis* (Tabel 5.11). Hasil perhitungan mengenai jumlah polong rusak yang terserang oleh nimfa hama *R. linearis* berdasarkan pendekatan model prediksi paling rendah adalah 4,62 polong (sedangkan data empiris 4,66 polong) artinya terdapat perbedaan atau eror sebesar 0,85 persen. Sedangkan jumlah polong rusak terserang oleh imago hama *R. linearis* berdasarkan model prediksi yang paling tinggi adalah 10,64 polong (sedangkan data empiris 10,66 polong), artinya terdapat kesalahan prediktor sebesar 0,19 persen. Nilai kesalahan ini cukup kecil sehingga dapat dikatakan bahwa persamaan matematika (model matematika) yang digunakan untuk memprediksi jumlah polong rusak akibat inokulasi nimfa dan imago serangga hama *R. linearis*

cukup sahih. Hal ini sesuai dengan pendapat Boote, *et al.*, (1996) bahwa terjadinya kesesuaian antara hasil prediksi model dengan data empirisnya menunjukkan bahwa model tersebut dapat dikatakan cukup valid.

Jumlah polong rusak akibat inokulasi nimfa dan imago serangga hama pengisap polong *R. linearis*, selanjutnya digunakan sebagai dasar acuan untuk memprediksi nilai hasil panen kedelai akibat inokulasi oleh (nimfa dan Imago) serangga hama pengisap polong *R. linearis*. Dengan membandingkan nilai hasil panen prediksi dengan hasil panen empiris, maka akan didapatkan nilai kesalahan dari model tersebut dalam memprediksi terhadap hasil observasinya (Tabel 5.13).

Plot data (diagram pencar) hasil panen prediksi (Y) dengan hasil panen empiris (X) yang disebabkan oleh inokulasi nimfa *R. linearis* (Gambar 5.23) menunjukkan *trend* garis lurus. Demikian pula plot data (diagram pencar) hasil panen prediksi (Y) dengan hasil panen empiris (X) yang disebabkan karena inokulasi imago *R. linearis* (Gambar 5.24), menunjukkan *trend* garis lurus. Hal ini menunjukkan bahwa semakin meningkat hasil panen empiris diikuti oleh makin meningkatnya hasil panen prediksi dengan proporsi yang sama. Berdasarkan diagram pencar yang ada, dilakukan analisis regresi linier dan untuk inokulasi nimfa serangga hama *R. linearis* diperoleh persamaan regresi,  $Y = 16,38 + 0,9268 X$  dengan  $p = 0,005$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar : 0,9994 (Gambar 5.25). Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut : angka : 16,38 merupakan intercept yang menunjukkan garis regresi itu memotong sumbu Y pada titik (16,38) di atas sumbu X. Nilai koefisien determinasi  $R^2 = 0,9994$  menunjukkan bahwa total keragaman hasil panen prediksi (Y) sebesar

99,94 % dapat dijelaskan oleh variabel hasil panen empiris, sedangkan sisanya sebesar 0,06 % adalah dipengaruhi oleh faktor lainnya.

Untuk inokulasi imago serangga hama pengisap polong *R. linearis*, maka berdasarkan diagram pencar yang ada, dilakukan analisis regresi linier dan diperoleh persamaan regresi,  $Y = - 8,270 + 1,0351 X$  dengan  $p = 0,005$  dengan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar : 0,9996 (Gambar 5.25.). Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut : angka : - 8,27 merupakan intercept yang menunjukkan garis regresi itu memotong sumbu Y pada titik (-8,27) di bawah sumbu X (negatif). Koefisien determinasi  $R^2 = 0,9976$  menunjukkan bahwa total keragaman hasil panen prediksi (Y) sebesar 99,76 persen dapat dijelaskan oleh variabel hasil panen empiris, sedangkan sisanya 0,24 persen dipengaruhi oleh faktor lainnya. Persamaan matematika ini selanjutnya dapat dikatakan telah memiliki nilai penduga yang cukup baik dan dapat diandalkan. Hasil ini juga ditunjang oleh nilai validasi (nilai residual atau sisaan ) yang relatif kecil.

Dari uraian di atas tampak bahwa untuk memprediksi hasil panen kedelai pada stadia pertumbuhan generatif tanaman kedelai (R3-4, R5-6, dan R7-8), ternyata tidak dapat menggunakan persamaan matematika secara langsung. Tahap pertama yang harus dilakukan adalah menghitung jumlah polong yang rusak akibat inokulasi hama pengisap polong *R. linearis* dengan mengimplementasikan persamaan matematika (persamaan (14), (15), (16), (17), (18), dan (19)). Dari ke tiga stadia pertumbuhan polong (R3-4, R5-6, dan R7-8) menunjukkan bahwa jumlah polong rusak (dalam bentuk fisik) akibat inokulasi serangga hama *R. linearis* makin meningkat dengan

## BAB 7. PENUTUP

### 7.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan pada penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kepadatan populasi 4 ekor imago serangga hama *R. linearis* pada stadia R3-4, R5-6, dan R7-8, menyebabkan kerusakan polong dan biji paling tinggi, dan hasil paling rendah. Dengan demikian kehadiran populasi imago *R. linearis* sebelum mencapai 4 ekor di areal pertanaman kedelai sudah harus mendapat perhatian sebelum populasi meningkat mencapai ambang ekonomi.
2. Stadia imago serangga hama *R. linearis* mempunyai kemampuan merusak polong dan biji lebih besar sehingga menyebabkan hasil paling rendah dibanding stadia nimfa pada R3-4, R5-6, dan R7-8. Dengan demikian stadia imago serangga hama ini menjadi perhatian dalam rangka monitoring populasi di areal kedelai dalam rangka implementasi PHT.
3. Kerusakan polong dan biji paling tinggi serta hasil kedelai paling rendah didapatkan pada stadia R5-6 akibat inokulasi hama *R. linearis*. Dengan demikian stadia R5-6 merupakan stadia paling peka terhadap kerusakan polong dan biji serta memberikan hasil paling rendah.
4. Hubungan populasi serangga hama *R. linearis* dengan kerusakan polong yang diturunkan dari persamaan matematika Teorema Pengangkutan Reynold, yang digunakan untuk memprediksi kerusakan polong kedelai



pada stadia R3-4, R5-6, dan R7-8, memiliki nilai kesalahan berturut-turut 0,00 – 1,74 persen, 0,06 – 0,45 persen, dan 0,19 – 1,45 persen.

5. Persamaan matematika Teorema Pengangkutan Reynold yang digunakan untuk memprediksi besarnya kerusakan polong kedelai, dapat dipakai untuk menduga hasil kedelai pada stadia R3-4, R5-6, dan R7-8 dan memiliki nilai kesalahan atau eror berturut-turut 0,017 – 0,25 persen, 0,027 – 0,086 persen, dan 0,023 – 0,099 persen.

6. Hubungan populasi serangga hama *R. linearis* dengan kerusakan polong, dapat menggunakan persamaan matematika Teorema Pengangkutan Reynold :

$$V \frac{\partial \rho}{\partial t} - \underbrace{\rho A \frac{\partial Z}{\partial t}}_{\text{masuk}} + \underbrace{\rho A \frac{\partial Z}{\partial t}}_{\text{keluar}} = \frac{\text{Jumlah serangga di suatu area}}{\text{waktu}}$$

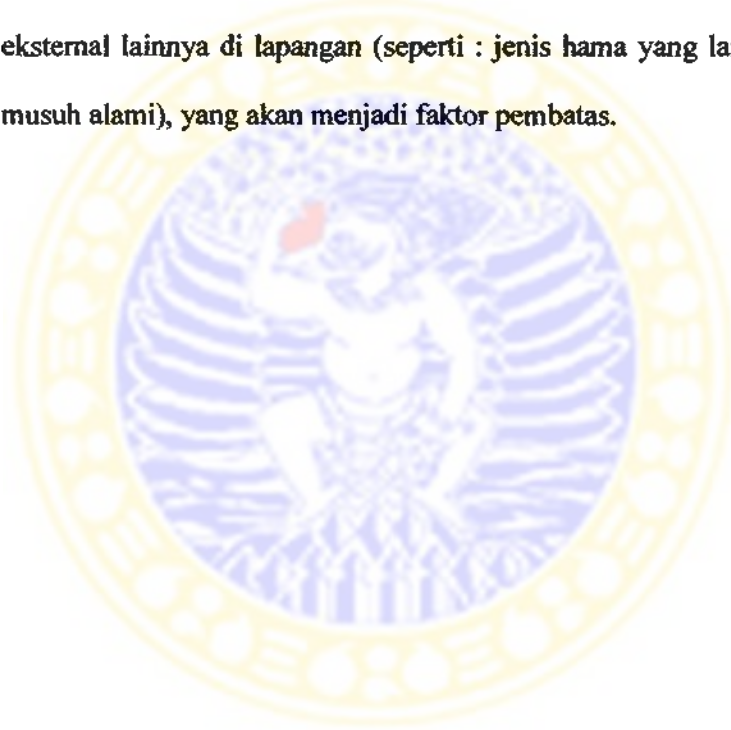
untuk memprediksi kerusakan polong dan selanjutnya dapat digunakan untuk menduga hasil kedelai pada stadia R3-4, R5-6, dan R7-8.

### 7.1. Saran

Saran yang dapat diberikan dalam rangka pengembangan hasil penelitian disertasi ini adalah sebagai berikut :

1. Mengingat bahwa stadia pertumbuhan polong kedelai yang paling kritis terhadap hama *R. linearis* adalah stadia R5-6, dan stadia hama yang lebih berbahaya adalah imago, maka ke dua hal tersebut hendaknya dijadikan sebagai bahan pertimbangan utama bagi penentu kebijakan dalam rangka implementasi PHT terhadap pengisap polong pada tanaman kedelai.

2. Agar supaya pengendalian terhadap hama *R. linearis* lebih efektif, diharapkan para petani kedelai memahami bahwa stadia pengisian biji (R5-6) merupakan stadia paling peka terhadap hama ini dan serangga dewasa (imago) mempunyai kemampuan merusak polong dan biji lebih besar dibanding stadia nimfa.
3. Untuk mengimplementasikan persamaan matematika Teorema Pengangkutan Reynold pada areal pertanaman kedelai, masih perlu diperhatikan beberapa persyaratan tentang keadaan ekologi dan faktor eksternal lainnya di lapangan (seperti : jenis hama yang lain, dan faktor musuh alami), yang akan menjadi faktor pembatas.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto dan R. wudiati. 1999. Bercocok tanam kedelai. Balai Penelitian kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian, Malang.
- \_\_\_\_\_. 2005. Kedelai : Budidaya dengan pemupukan yang efektif dan pengoptimalan peran bintil akar. Penebar Swadaya. 106 hal.
- Andrewartha, H. G. dan Birch. 1974. Distribution and abundance of animal. The University of Chicago. London. 782 p.
- Anonim, 1990. Petunjuk bergambar untuk identifikasi hama dan penyakit kedelai di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. BALITAN-JICA ATA. Bogor. 115 hal.
- \_\_\_\_\_, 1997 b. Usahatani kedelai di lahan sawah. Bagian proyek Pengkajian Teknologi Pertanian Jogjakarta. Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian Jogjakarta. Deptan. Jogjakarta: 1 – 5.
- \_\_\_\_\_, 1998. Pengenalan Beberapa Hama Utama Kedelai. Program Nasional Pelatihan dan Pengembangan PHT. Direktorat Bina Perlindungan Tanaman Pangan Sentral Peramalan Hama dan Penyakit Tanaman Pangan, Jatisari. 16 p.
- \_\_\_\_\_, 2003. Pod Sucking Bugs. Homepage. [http://www.Ncipm.org.in/pod%20Sucking bug](http://www.Ncipm.org.in/pod%20Sucking%20bug). Akses tanggal 2 oktober 2004.
- \_\_\_\_\_, 2003 b. Reproductive Development Stages. Homepage.<http://www.Nrcsoya.com>. Akses tanggal 22 September 2004.
- \_\_\_\_\_, 2004. Program Bangkit Kedelai Tahun 2004. Direktorat Kacang-Kacangan dan Umbi-umbian. Dirjen Bina Produksi Tanaman pangan. 21 hal.
- \_\_\_\_\_, 2005. Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis Kedelai. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Deptan. 32 hal.
- \_\_\_\_\_, 2006. Pemodelan lingkungan. Homepage. <http://www.earth2.eco.tut.ac.jp/pub/member/asep/plo/model.html>. Akses tanggal 28 Maret 2006
- Apsley, David. 2005. Lecture Note of Computational Methods, UMIST-Manchester. United Kingdom.
- Arifin, M. 1997. Potensi dan Pemanfaatan Musuh Alami pada Pengendalian Hama Kedelai. Proceeding Simposium Penelitian Tanaman Pangan II. Buku 5, Balibangtan. Bogor. 1358 – 1391

- Badan Pusat Statistik. 1997. Survey Pertanian : produksi Padi dan Palawija di Jawa Timur tahun 1996.
- , 2006. Survey Pertanian : produksi Padi dan Palawija di Jawa Timur tahun 2005.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2005. Prospek dan Pengembangan Agribisnis Kedelai di Jawa Timur.
- Balai Penelitian Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian (Balitkabi). 1977. Teknologi Budidaya Kedelai. Seri Pengembangan. Balitkabi, Malang.
- Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura (BPTPH) VI. 1999. *Laporan Musiman*. Balai Proteksi Tanaman Pangan dan Hortikultura VI Jawa Timur. Musim Tanam MT. 1999.
- Barbour, J.C. and D.C. Bridges. 1995. A model of Competition for light between peanut (*Arachis hypogaea*) and Broadleaf Weed . *Weed Science*. 43 : 247 – 257
- Barrion, A.T. and J.A. Listinger. 1995. Riceland Spiders of South and Southeast Asia. *International Rice Research Institute*. 700 p + 16 p colour plates
- Belloti, A.C. dan Aart Van Scronhoven. 1987. Mite and Insect Pest of Casava. *Ann.ev. Entomol*, 23 : 39 – 67.
- Boote, M. Jones J.W, and Pickering N.B. 1996. Potential Uses and Limitations of Crop Models. *Agronomy Journal* Vol 88 hlm 704 – 716.
- Chattopadkyay., 1981. Principles and Procedure to plant protection. 480 p.
- Cousens, R., Brain P., O'donavan J.T., and O'sullivan P.A. 1997. The use of biological Realistic Equations to Describe the Effect of Weed Density and Relative Time of Emergence on Crop Yield. *Weed Science* 35 : 720 – 725.
- Dieleman, A., Hamill A.S., Weise S.F., and Swanton C.J. 1995. Emperical Models of Pigweed (*Amaranthus spp*) Interference in Soybean (*Glycine max*). *Weed Science*. 43 : 612 - 618
- Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. 2004. Evaluasi Kerusakan Tanaman Kedelai Akibat Serangan OPT tahun 2003, 2002, dan Rerata 5 tahun (1997-2001). Dirjen Bina produksi Tanaman pangan. Ditlind. Jakarta.
- Djuwarso, T., Suktriswanto, W. Tengkano dan S. Sosromarsono, 1986. Preferensi peneluran kepik polong *R. linearis* pada berbagai tahap pertumbuhan tanaman kedelai. Dalam Syam, M dan Yuswardi (Penyunting) Seminar hasil penelitian tanaman pangan, Puslitbangtan.

- Grant, W.E. 1986. *System Analysis in Wildlife and Fisheries Science*, Jhon Wiley And Sons, New York.
- Graft, B., Gutierrez A.P., Rakotobe O., Zahner, and Delucchi V. 1990. A Simulation Model for the Dynamic of Rice Growth and Development : Part II : The competition with weeds for nitrogen and light. *Agricultural Sistem* 32: 367 – 392.
- Giordano, F.R. and Weir, M.D. 1985. *A first Cources in Mathematical Modelling*. Brook/Cole. Publ. Company. California. p 382
- Hammord, R. B. And L. P. Pedigo. 1982. Determnation of yield losses, relationship for two soybean defoliators by using simulated insect defoliation techniques. *J. Econ. Etomol.* 75: 102 – 107.
- Hanway, J. J. And H. E. Thompson. 1987. How a soybean plant develops. Special report no 55. Iowa State University. p 17.
- \_\_\_\_\_, S. Sosromarsono, RTM Sutamihardja dan M. Iman. 1985. Pengaruh Insektisida Terhadap Biologi *Plusia chalsites* Espr (Lepidoptera : Noctuidae). *Penelitian Pertanian* 5 (3): 114 – 116 p.
- Harper, J. K., M. D. Way; B. M. Dress; M. E. Rister, and J. W. Mjelde., 1993. Damage function Analysis for the Rice Stink Bug *Nezara viridula* L. (Hemip : Pentatomidae). *J. Econ. Entom.* Vol 86, 4 : 1250 – 1258.
- Headley, J.C., 1972. Defining the economic threshold. Dalam *Pest Control Strategies for the future*. Nat. Acad. Of Science. Washington D.C. p 100 – 108.
- \_\_\_\_\_, 1982. The economic at pest management. Dalam *Introduction to insect management*. R.L. Metcalf and W.L. Luckman (eds). Jhon Wiley & Sons. N. Y. p 69 – 91.
- Hidayat, Omar, 1985. *Morfologi Tanaman Kedelai dalam : Kedelai*. Balitbangtan. Puslitbangtan Pangan. Bogor. p 73 – 86.
- Hu-Wen-Jin., Hou., dan Talekar. 1996. Pathogenicity of *B. bassiana* to *R. linearis*, a pest of soybean. *Applied entomology and zoology*, 1996; 31(2): 187 – 194.
- Jackai, LEN., A.R. Panizi, G.G. Kundu and K.P. Srivastava. 1990. Insect pest of soybean in the tropics In S.R. Singh (Ed). *Insect pest of tropical food legumes*. John Wiley & Sons Ltd. p 91 – 156.
- Kalshoven. 1981. *Pest of Crops In Indonesia.. Revised and Translated by Van der Laan*, PT Ichtiar Baru- Van Hoeve. Jakarta.

- Karmawati, E dan W. Tengkanu. 1988. Pola Sebaran dan Metode Penarikan Contoh Pengisap Polong Kedelai. Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan, Balitan Bogor. 17 – 18 Desember 1986
- Kristanti, D. 2001. Penentuan ambang kendali kepik hijau *Nezara viridula* L. melalui kemampuan merusak tanaman kedelai *Glycine max* (L.) Merrr. var. Wilis. FKIP Universitas Jember. 94 p.
- Kobayashi, T. 1972. Biology of insect pest of Soybean and Their Control. In Jarq Tropical Agricultural and Forestry, Tokyo Japan Jarq 6 (4) : 189 – 255.
- Kogan, M. and S.G.Turnipseed. 1980. Soybean Growth and Assessment of Damage by Arthropods. P. 3 -29. In Kogan, M. and D.C. Herzog, Ed. Sampling Methods in Soyben Entomology. Springer-Verlag, New York.
- \_\_\_\_\_. 1987. Ecology and management of soybean arthropods. Ann. Rev. Entomol. 32 : 507 – 538.
- Koswanudin dan Djuwarso, 1997. Perkembangan Pengisap Polng Kedelai *Riptortus linearis* F. Pada beberapa Jenis Tanaman Inang. Proceeding Seminar Nasional PEI: Tantangan Entomologi pada abad XI
- Marwoto dan Suharsono. 1988. Pengelolaan hama kedelai dengan insektisida di tingkat petani. Seminar Balittan Malang, 8 Februari 1988.
- \_\_\_\_\_, Era Wahyuni dan K.E. Neering. 1991. Pengelolaan Pestisida dalam Pengendalian Hama Kedelai Secara Terpadu. Monografi Balittan Malang.No 7. 3 p
- \_\_\_\_\_, 1992. Efektivitas Pengendalian hama Kedelai dengan Insektisida pada beberapa volume semprot. Penelitian Palawija. 7 ( 1 & 2) : 53 – 61.
- \_\_\_\_\_, 1993. Pengendalian hama berdasarkan pemantauan populasi hama dan kerusakan tanaman kedelai. Hasil Penelitian kacang-kacangan Balittan malang : 115 - 128
- \_\_\_\_\_, N. Saleh, Sunardi, dan A. Winarto. 1992. Risalah Lokakarya Pengelolaan Hama Terpadu Tanaman Kedelai. Rumusan hasil Lokakarya PHT Kedelai. 6 p
- \_\_\_\_\_, 1999. Rakitan Teknologi PHT pada Tanaman Kedelai. Dalam Strategi Pengembangan Produksi Kedelai. Prosiding Lokakarya Pengembangan Produksi Kedelai Nasional. Bogor, 16 Maret 1999.
- \_\_\_\_\_, Suharsono dan Supriyatin. 1999. Hama Kedelai dan Komponen Alternatif dalam Pengendalian Hama Terpadu. Monografi. Balitkabi No 4 – 1999.

- \_\_\_\_\_, Suharsono, dan Bedjo. 2001. Pengendalian Hama Terpadu pada Budidaya Kedelai. Buletin Palawija No. 1 : 15-23 (2001).
- \_\_\_\_\_, 2004. Pemanfaatan Limbah Debu Tembakau Rokok Sebagai Insektisida Nabati Untuk mengendalikan Hama Pengisap Polong *Riptortus sp.* pada Tanaman Kedelai. Prosiding Seminar Nasional Penerapan dan Inovasi Teknologi dalam Agribisnis Sebagai Upaya Pemberdayaan Rumahtangga Tani. Jogjakrta. 28 Agustus 2004.
- Masu'dah, Lilik., 2000. Kepekaan Fase Pertumbuhan Generatif Tanaman Kedelai terhadap *Riptortus linearis F.* (Hemiptera : Aludidae). Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang.
- Metcalf, R.L. and W. H. Luckman. 1975. The pest management concept. In : Introduction to insect pest management : R.L. Metcalf and H.W. Luckamn. Eds. Jhon Willy and Sons. New York. P 189 - 234
- Meyer, W. J., 1987. Concepts of Mathematical Modelling. McGraw-Hill Inc. New York.
- Mulyono, S. 1991. Analisis Jalur (Path Analysis). Penataran metodologi Penelitian, Statistika dan Komputer Tingkat lanjut. Lemlit Universitas Airlangga, p 26.
- Munson, Bruce.R., Donald. F. Young., T.H. Okiishi. 1998. Fundamentals of Fluid mechanics. Third Ed. John Wiley & Sons. Inc. P 188-197.
- Noordwijk, V. M dan Betha Lusiana. 2006. Model simulai komputer untuk mengelola interaksi pohon-tanah-tanaman semusim. <http://www.tlitb.org/plo/Model.html>. Akses tanggal 30 september 2006.
- Odum, E. P. 1971. Fundamentals of Ecology. W. B. Saunders Co. Philadelphia. 574 p.
- Oka, Ida Nyoman. 1995. Sumbangan Pengendalian Hama Terpadu dalam Mengembangkan Sumber daya manusia dan Melestarikan Lingkungan. Naskah Pengukuhan Guru Besar dalam Bidang ntomologi Pertanian pada Fakultas Pertanian UGM. 28 hal.
- Pachepsky, L.B., Hasket, J.D., and Acock B., 1996. An Adequate Model of Photosynthesis-I, Parameterization, Validation and Comparison of Models. Agricultural Systems. 50: 209 – 225.
- Pedigo, L.P., A. H. Hutchins and L. G. Higley. 1996. Economic Injury Levels in Theory and practice. Ann. Rev. Entomol. 31 : 341 – 368.

- \_\_\_\_\_, 2002. *Entomology and Pest Management*. Iowa State University. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Price, W.P. 1975. *Insect Ecology*. Jhon Wiley & Sons, New York. 514 hal.
- Prayogo Y, Tengkan, dan Bedjo. 2002. Efektifitas *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin Isolat Probolinggo terhadap Hama Pengisap Polong Kacang-Kacangan. Prosiding Seminar nasional: Inovasi Teknologi Palawija. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian. Balitbang Pertanian. 2002.
- \_\_\_\_\_. 2003. Survei beberapa jenis hama pengisap polong, predator, dan cendawan entomopatogen di lahan kedelai di Jawa Timur. Seminar hasil Penelitian balitkabi 2004.
- \_\_\_\_\_. 2004. Keefektifan lima jenis cendawan entomopatogen terhadap hama pengisap polong kedelai *R. linearis* (Hemiptera : Alydidae) dan dampaknya terhadap predator *Oxyopes javanus* Thorell (Arachnidae *Oxyopidae*). IPB. Bogor.
- Purwono, H. 1985. Biologi *Riptortus linearis* Fabr. (Hemiptera : Alydidae) pada Polong kacang-panjang (*Vigna sinensis* L.), Polong Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.), dan Polong Kedelai (*Glycine max* L. Merril.) Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Faperta IPB.
- Purwanto FX. 1998. Pengaruh aplikasi insektisida terhadap kompleks arthropoda di agroekosistem kedelai. Pascasarjana IPB
- \_\_\_\_\_, dan A. Rauf., 2000. Pengaruh samping aplikasi insektisida terhadap predator dan parasitoid pada pertanaman kedelai di Cianjur. Buletin Hama dan Penyakit Tumbuhan. 12 (2) : 35 – 43
- Qingling, Wang. 1980. Soybean pests occurring at podding stage in Taichung. *Journal of agricultural Research of china*. 29 (4) p. 283-286
- Rauf, Aunu. 1991. Penarikan Contoh dan Ambang Kendali untuk Pengendalian Hama Terpadu (PHT) Kedelai. Risalah Lokakarya PHT Kedelai. 8 – 10 Agustus 1991.
- \_\_\_\_\_, Marse T, Hutagalung NK. 1994. Pengendalian Hama Terpadu : Kursus Sekolah Lapang di Jawa Barat. Seminar Nasional Pengembangan Keterkaitan Kelembagaan dalam rangka Peningkatan Kualitas Sumberdaya Manusia Agribisnis, Bogor. 20 September 1994.
- \_\_\_\_\_, 1996. Analisis Ekosistem dalam PHT. Pelatihan Peramalan Hama Penyakit Tanaman Padi dan Palawija Tingkat Nasional. Jatisari 2 – 9 Januari 1996.



- Riyanto, A. 1987. Biologi Kepik Polong Kedelai *Riptortus linearis* Fabricus. pada polong kacang buncis dan Kacang Bogor. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Faperta, IPB.
- Ruesink, W. G. 1975. Analysis and modelling in pest management. Dalam R.L. Metcalf dan W.H. Luckman (eds.). Introduction to Insect Pest Management., Wiley, N.Y. pp 353 – 378.
- Sharma dan Dutta. 1996. Predatory efficiency of the spider *Thomicius sp* on *Riptortus linearis* (F.) and *Nezara viridula* (L.) adults. Journal of the science society of the North-East India. 1996; 9(1) : 113 - 114
- Singh, M., Saxena M.C., Abu-Irmaileh B.E., Al-Thahabi S.A., and Hoddad N. I. 1996. Estimation of Critical Period of Weed Control. Weed Science, 44 : 273 – 283
- Snyder, H. E. dan T. W. Kwon. 1987. Soybean Utilization (New York : Van Nostand Reinhold Company.
- Soenarjo, Edi., J. Thetof dan J. Ramandy. 1974 . Penelitian biologis dan dan beberapa varietas kedelai unggul di Manokwari.
- Somaatmadja, Sadikin. 1985. Peningkatan Produksi Kedelai Melalui Perakitan Varietas. Balitbangtan. Deptan. p 243-262.
- Southwood, T. R. F. 1978. Ecological Methods, with particular references to the study of insect population. The english language book society and Chapman & Hall. London. 524 p.
- Suhardjan, M., dan W. Tengkan. 1983. Pengendalian hama Kedelai. Makalah pada Kongres Entomology II, Jakarta. Januari 24-26. 17 hal.
- Suharsono. 1991. Komponen Ketahanan Tanaman Kedelai Terhadap hama Pengisap Polong *R. linearis*. Penelitian Palawija Vol.6, No 1 & 2. 1991. p 12 - 21
- \_\_\_\_\_. 1996. Identifikasi senyawa kimia dan karakteristik morfologi yang berperan dalam ketahanan tanaman kedelai terhadap hama pengisap polong kedelai *R. linearis*. laporan Tahunan Balitkabi Malang 1996/1997. 174 p.
- \_\_\_\_\_. 1997. Antixenosis pada galur IAC-80-596-100 Sebagai salah satu Model Ketahanan Tanaman Terhadap Hama Pengisap Polong. Makalah Kongres V dan Simposium Entomologi. PEI. Bandung, 24 -26 Juni 1997.
- \_\_\_\_\_. 2000. Ketahanan Tanaman Kedelai Terhadap Hama Pengisap Polong *Riptortus linearis* F. (Hemiptera : Alydidae). Disertasi. Pascasarjana UGM. 173 p.

- Sumarno dan T. Adisarwanto. 2000. Perkembangan penelitian budidaya kedelai di Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta. p 9 .
- Supriyatin dan Hardaningsih. 2001. Pengendalian pengisap polong dan kutu kebul dengan *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana*. Lap. Teknis Balitkabi TH 2000. Buku II (2) : 43 – 52.
- \_\_\_\_\_. 2002. Efektivitas insektisida nabati terhadap hama pengisap polong kedelai. Seminar Peningkatan Produktifitas, Kualitas, dan Efisiensi produksi. Balitkabi. p 256-266
- Suryana, Tatang. 1985. Bionmi dan terjadinya serangan penggerek polong kedelai *Etiella* spp. Simposium hama palawija 3-4 Desember 1985. PEI Cabang Bandung. Balittan Sukamandi. P 52 – 57
- Suyanto, Roesmiyanto dan Kasijadi. 2002. Rekayasa Paket Teknologi Usahatani Kedelai Berwawasan Agribisnis di Jawa Timur. Proseding Seminar Peningkatan Produktifitas, kualitas, Efisiensi dan Sistem Produksi Tanaman kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian Menuju Ketahanan pangan dan Pengembangan Agribisnis.
- Talekar, N. S. 1997. Source of Resistance of Insect Pest of Soybean in Asia. Proceedings soybean feeds the world soybean Research Conference V, 21 – 27 February 1994, Chiang Mai, Thailand.
- Tarore, D. 1989. Preferensi Peneluran, Biologi dan Pengaruh Insektisida terhadap Populasi *Riptortus linearis* F (Hemiptera : Alydidae) pada Empat Varietas Unggul Kedelai di Kecamatan Dumoga Kabupaten Bolaang Mongondow. Tesis Pascasarjana IPB.
- Taulu, L. A. 2001. Kompleks Athropoda Predator Penghuni Tajuk Kedelai dan Peranannya dengan Perhatian Utama pada *Pcaederus fuscipes* Curt. (Col : Staphylinidae) (Disertasi) Program Pascasarjana. IPB. 105 hlm
- Tengkano, W., dan Dunuyaali. 1976. Biologi dan Pengaruh Tiga Macam Umur Polong Kedelai terhadap Produksi Telur *Riptortus linearis* F. Laporan Kemajuan Penelitian Seri Hama dan Penyakit. LP3. Bogor. 4 : 19-34.
- \_\_\_\_\_, D. Soekarno, E. Surachman dan M. Roovers. 1977. Fluktuasi Hama Penting pada Berbagai Stadia Pertumbuhan Kedelai Var. Orba MK 1973/ MP 1974/1975. Lap. Kemajuan Penelitian Seri Hama atau Penyakit. LP3 Bogor. 10 : 8 – 29.
- \_\_\_\_\_, dan Harnoto. 1977. Insect Pest of Grain Legumes Including Soybean in Indonesia and heir Control Measures. Laporan Kemajuan Penelitian No. 10. LP3. Bagian Hama dan Penyakit. Bogor. P 75 - 82

- \_\_\_\_\_. 1978. Hama Serangga pada Tanaman Kacang-Kacangan dan Cara Penanggulangannya. Balai Proteksi Tanaman Pangan Wilayah V Semarang.
- \_\_\_\_\_, J. Soejitno dan T. Okada . 1988. Penyebaran Vertikal Populasi *Etiella zinckenella* Tr. Selama Pertumbuhan Tanaman Kedelai. Seminar Hasil Penelitian Hama Kedelai, 6 Desember 1988. 28 p.
- \_\_\_\_\_. 1985. Tingkat kerusakan ekonomi pengisap polong *R. linearis* pada Tanaman Kedelai Orba. Tesis Fakultas Pascasarjana IPB. 105 p.
- \_\_\_\_\_, dan M. Soehardjan. 1985. Jenis Hama Utama pada Berbagai Fase Pertumbuhan Tanaman Kedelai dalam Kedelai. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor. P : 295 – 318.
- \_\_\_\_\_, dan S. Sosromarsono., 1985. Bioekologi dan Pengendalian Pengisap Polong (*N. viridula*, *R. linearis*, dan *P. rubrofasciatus*). Prosiding Simposium Hama Palawija, 3-4 Desember 1985. PEI Cabang Bandung dan Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukamandi.
- \_\_\_\_\_, T. Okada dan A. M. Tohir. 1988. Pengaruh Serangan Pengisap Polong terhadap Daya Kecambah Benih Kedelai. Seminar Hasil Penelitian Hama Kedelai. Balittan Bogor. 6 Desember 1988. 7 p.
- \_\_\_\_\_, dan Karmawati. 1989. Pola sebaran dan penarikan contoh beruntun *Riptortus linearis* F. pada pertanaman kedelai. Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan. Balittan Bogor, 13-14 Pebruari 1989. Vol 2:338-346
- \_\_\_\_\_, A.M. Tohir dan T. Okada. 1990. Sebaran Vertikal Populasi dan Pengisap Polong (*R. linearis*, *N. viridula*, dan *P. hybneri*) Selama Pertumbuhan kedelai. Kongres I HPTI, Jakarta. 8-10 Pebruari 1990.
- \_\_\_\_\_, T. Okada, Suharsono, Bedjo dan A. Basyir. 1991. Penyebaran dan komposisi jenis serangga hama kedelai di Jawa Timur. Risalah Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan Balitan. Bogor 11-21 Pebruari 1990.
- \_\_\_\_\_, M. Iman, dan A.M. Tohir. 1991. Bioekologi, Serangan, dan Pengendalian Hama Pengisap dan Penggerek Polong Kedelai. Risalah Lokakarya PHT Kedelai. 8-10 Agustus 1991. Malang. P 117 – 153
- \_\_\_\_\_, dan Bedjo. 2002. Potensi *Oxyopes javamus* Thorill. (Oxyopidae : Araneae) Memangsa Hama Utama Kedelai. Seminar Nasional Pengendalian Hayati di Bid. Pertanian dan Kesehatan. Bogor IPB.5 Sept.2002.
- \_\_\_\_\_, Suharsono, dan M. Arifin. 2002. Potensi *Lycosa pseudoannulata* (Boesenberger and Strand) Dalam memangsa hama Utama Kedelai. Prosiding Seminar Nasional. Inovasi Teknologi Palawija. Pusat Penelitian dan Pengembangan Sosial Ekonomi Pertanian. Balitbangtan. 2002.

- \_\_\_\_\_, et al., 2003. Status Hama Penyakit Kedelai dan Musuh Alaminya di Lahan Kering Masam. Laporan Penelitian Tahun 2003. Balitkabi. Malang.
- Tobing, M. Cyccu. 1984. Beberapa Aspek Biologi *R linearis* (Heteroptera : Coreidae) dan Pengaruh Populasinya pada Kerusakan Biji Kacang Hijau (*Vigna radiata* (L.) Welczek). Fakultas Pascasarjana IPB. Bogor.
- Thomas, C. D., C. M. Ignoffo., K. D. Biever, and D. B. Smith. 1974. Influence of defoliation and depodding on yield of soybean . J. Econ. Entomol. 76: 683 - 685
- Tood, J.W. and S. G. Turnipseed. 1974. Effect of Southern green stink bug damage on jield and quality of soybean. J. Econ. Entomol. 67 (3) : 421-426.
- Tulung, M. 1999. Ekologi laba-laba di pertanaman padi dengan perhatian utama pada *Paradosa pseudoannulata* (Boes & Str). (Disertasi). Bogor. Institut Pertanian Bogor. Program Pascasarjana
- Untung, Kasumbgo. 1991. Sistem Pengendalian Hama Terpadu dan Peranan Pestisida. Pemasarakatan PHT di daerah Aceh. 19 – 30 Desember 1991.
- \_\_\_\_\_, 1993. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Vignarajah, N. 1977. Mungbean research and production in Sri Langka. Paper presented at the First Int. Symposium on Mungbean, Los Banos, Philipines, August 16 – 19. p. 9 – 11.
- Walter, G. H., 2003. Insect Pest Management and Ecological Research. Publish by the Press Syndicate of the University of Cambridge, United Kingdom. 386 hlm.
- White, M. Frank. 1986. Fluid Mechanics, McGraw-Hill International Editions, Singapore
- Winoto, Riyadi. 1986. Pengaruh Populasi *R. linearis* terhadap Kerusakan dan Hasil Kedelai. Fakultas Pertanian Unibraw. Malang. 45 hal.
- Yeargan, K. V. 1997. Effect of green stink bug damage on yield and quality of soybean. J. Econ. Entomol 70 : 619 - 622
- Yuliati, 2001. Penentuan ambang kendali kepik coklat *Riptortus linearis* F. melalui kemampuan merusak tanaman kedelai *Glycine max* (L.) Merr. Varietas wilis. FKIP Universitas Jember. 115 hal.

Lampiran 1 : Hasil Analisis Ragam Kerusakan Polong, Kerusakan Biji, dan Berat Kering Biji Umur 54 HST pada R3-4.

Descriptives

rsk.polong2 R3-4

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	% Confidence Interval of Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
kontrol	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
infes 1 ekor ni	3	6.4500	.49930	.28827	5.2097	7.6903	5.88	6.81
infes 2 nimfa	3	7.4867	.10116	.05840	7.2354	7.7380	7.37	7.55
infes 3 nimfa	3	8.8600	.29309	.16921	8.1319	9.5881	8.53	9.09
infes 4 nimfa	3	10.1233	.33126	.19125	9.3004	10.9462	9.81	10.47
infes 1 imago	3	7.2167	.22030	.12719	6.6694	7.7639	7.07	7.47
infes 2 imago	3	8.8433	.35907	.20731	7.9513	9.7353	8.57	9.25
infes 3 imago	3	10.2033	.80389	.46412	8.2064	12.2003	9.30	10.84
infes 4 imago	3	11.4067	.19035	.10990	10.9338	11.8795	11.21	11.59
Total	27	7.8433	3.22886	.62140	6.5660	9.1206	.00	11.59

Test of Homogeneity of Variances

rsk.polong2 R3-4

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.983	8	18	.007

ANOVA

rsk.polong2 R3-4

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	268.434	8	33.554	229.632	.000
Within Groups	2.630	18	.146		
Total	271.065	26			

Post Hoc Tests  
Homogeneous Subsets

rsk.polong2 R3-4

Duncan

populasi hama R.linear	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
kontrol	3	.0000					
infes 1 ekor nimfa	3		6.4500				
infes 1 imago	3			7.2167			
infes 2 nimfa	3			7.4867			
infes 2 imago	3				8.8433		
infes 3 nimfa	3				8.8600		
infes 4 nimfa	3					10.1233	
infes 3 imago	3					10.2033	
infes 4 imago	3						11.4067
Sig.		1.000	1.000	.398	.958	.801	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Oneway : Analisis Ragam Kerusakan Biji Umur 54 HST (R3-4)

Descriptives

R3-4

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	5% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
kontrol	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
infes 1 ekor nimfa	3	5.7367	.51287	.29610	4.4626	7.0107	5.15	6.10
infes 2 nimfa	3	7.2367	.75884	.43811	5.3516	9.1217	6.42	7.92
infes 3 nimfa	3	8.7633	.35501	.20497	7.8814	9.6452	8.41	9.12
infes 4 nimfa	3	9.1433	.22898	.13220	8.5745	9.7122	8.96	9.40
infes 1 imago	3	6.7700	.59858	.34559	5.2830	8.2570	6.08	7.15
infes 2 imago	3	8.2733	.48014	.27721	7.0806	9.4661	7.92	8.82
infes 3 imago	3	9.7333	.05132	.02963	9.6059	9.8608	9.69	9.79
infes 4 imago	3	11.2333	.23180	.13383	10.6575	11.8092	11.02	11.48
Total	27	7.4322	3.12894	.60216	6.1945	8.6700	.00	11.48

ANOVA

R3-4

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	251.221	8	31.403	169.996	.000
Within Groups	3.325	18	.185		
Total	254.546	26			

## Post Hoc Tests Homogeneous Subsets

R3-4

Duncan

populasi hama R.lin	N	Subset for alpha = .05						
		1	2	3	4	5	6	7
kontrol	3	.0000						
infes 1 ekor nimfa	3		5.7367					
infes 1 imago	3			6.7700				
infes 2 nimfa	3			7.2367				
infes 2 imago	3				8.2733			
infes 3 nimfa	3				8.7633	8.7633		
infes 4 nimfa	3					9.1433	9.1433	
infes 3 imago	3						9.7333	
infes 4 imago	3							11.2333
Sig.		1.000	1.000	.200	.180	.293	.110	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

## Oneway : Analisis Ragam Berat Kering Biji pada R3-4

### Descriptives

Berat kering biji R3-4

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
kontrol	3	6.1600	.16093	.09292	5.7602	6.5598	5.98	6.29
infes 1 ekor nimfa	3	4.5400	.07211	.04163	4.3609	4.7191	4.48	4.62
infes 2 nimfa	3	3.2400	.41797	.24132	2.2017	4.2783	2.77	3.57
infes 3 nimfa	3	2.8200	.52849	.30512	1.5072	4.1328	2.21	3.14
infes 4 nimfa	3	2.2300	.18520	.10693	1.7699	2.6901	2.05	2.42
infes 1 imago	3	3.4000	.07000	.04041	3.2261	3.5739	3.35	3.48
infes 2 imago	3	3.0800	.05292	.03055	2.9486	3.2114	3.02	3.12
infes 3 imago	3	2.8200	.18083	.10440	2.3708	3.2692	2.65	3.01
infes 4 imago	3	2.1800	.21166	.12220	1.6542	2.7058	2.02	2.42
Total	27	3.3856	1.22364	.23549	2.9015	3.8696	2.02	6.29

**Test of Homogeneity of Variances**

Berat kering biji R3-4

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
4.683	8	18	.003

**ANOVA**

Berat kering biji R3-4

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	37.720	8	4.715	70.187	.000
Within Groups	1.209	18	.067		
Total	38.929	26			

**Post Hoc Tests  
Homogeneous Subsets**

Berat kering biji R3-4

Duncan<sup>a</sup>

populasi hama R.linearis	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
infes 4 imago	3	2.1800				
infes 4 nimfa	3	2.2300				
infes 3 imago	3		2.8200			
infes 3 nimfa	3		2.8200			
infes 2 imago	3		3.0800	3.0800		
infes 2 nimfa	3		3.2400	3.2400		
infes 1 imago	3			3.4000		
infes 1 ekor nimfa	3				4.5400	
kontrol	3					6.1600
Sig.		.816	.084	.169	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.



## Lampiran 2. Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) dengan Kerusakan Polong pada R3-4

## Regresi nimfa VS kerusakan polong (R3-4)

## SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.999918
R Square	0.999836
Adjusted R Square	0.999753
Standard Error	0.024799
Observations	4

## ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	7.478645	7.478645	12160.4	8.22E-05
Residual	2	0.00123	0.000615		
Total	3	7.479875			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	5.21	0.030373	171.5357	3.4E-05	5.079317	5.340683	5.079317	5.340683
X Variable 1	1.223	0.011091	110.2742	8.22E-05	1.175281	1.270719	1.175281	1.270719

## RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	6.433	0.017	0.83957
2	7.656	-0.016	-0.79018
3	8.879	-0.019	-0.93834
4	10.102	0.018	0.888957

Regresi imago VS kerusakan polong (R3-4)  
SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.995796
R Square	0.99161
Adjusted R Square	0.987415
Standard Error	0.209141
Observations	4

## ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	10.33922	10.33922	236.3791	0.004204
Residual	2	0.08748	0.04374		
Total	3	10.4267			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	5.78	0.256144	22.56539	0.001958	4.677899	6.882101	4.677899	6.882101
X Variable 1	1.438	0.093531	15.37462	0.004204	1.03557	1.84043	1.03557	1.84043

## RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	7.218	-0.158	-0.92526
2	8.656	0.184	1.077517
3	10.094	0.106	0.620743
4	11.532	-0.132	-0.773

## Lampiran 3. Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) dengan Kerusakan Biji pada R3-4

Regresi nimfa VS kerusakan biji

## SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.973391
R Square	0.94749
Adjusted R Square	0.921236
Standard Error	0.437733
Observations	4

## ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	6.91488	6.91488	36.0883	0.026609
Residual	2	0.38322	0.19161		
Total	3	7.2981			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	4.775	0.536111	8.906738	0.012372	2.468301	7.081699	2.468301	7.081699
X Variable 1	1.176	0.19576	6.007354	0.026609	0.333712	2.018288	0.333712	2.018288

## RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	5.951	-0.221	-0.61834
2	7.127	0.103	0.288187
3	8.303	0.457	1.278653
4	9.479	-0.339	-0.9485

## Regresi imago VS kerusakan biji

## SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.999985
R Square	0.999971
Adjusted R Square	0.999956
Standard Error	0.012649
Observations	4

## ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	11.01128	11.01128	68820.5	1.45E-05
Residual	2	0.00032	0.00016		
Total	3	11.0116			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	5.29	0.015492	341.468	8.58E-06	5.223344	5.356656	5.223344	5.356656
X Variable 1	1.484	0.005657	262.3366	1.45E-05	1.459661	1.508339	1.459661	1.508339

## RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	6.774	-0.004	-0.3873
2	8.258	0.012	1.161895
3	9.742	-0.012	-1.1619
4	11.226	0.004	0.387298

Lampiran 4. Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) VS Berat Kering Biji pada R3-4  
 Regresi nimfa VS BK Biji

## SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.968065
R Square	0.93715
Adjusted R Square	0.905726
Standard Error	0.300957
Observations	4

## ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	2.701125	2.701125	29.82197	0.031935
Residual	2	0.18115	0.090575		
Total	3	2.882275			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	5.045	0.368595	13.6871	0.005296	3.459062	6.630938	3.459062	6.630938
X Variable 1	-0.735	0.134592	-5.46095	0.031935	-1.3141	-0.1559	-1.3141	-0.1559

## RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	4.31	0.23	0.935986
2	3.575	-0.335	-1.36328
3	2.84	-0.02	-0.08139
4	2.105	0.125	0.508688

Regresi imago VS BK. Biji  
SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.977802
R Square	0.956098
Adjusted R Square	0.934146
Standard Error	0.132816
Observations	4

## ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	0.76832	0.76832	43.55556	0.022198
Residual	2	0.03528	0.01764		
Total	3	0.8036			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	3.85	0.162665	23.66823	0.00178	3.150108	4.549892	3.150108	4.549892
X Variable 1	-0.392	0.059397	-6.59966	0.022198	-0.64756	-0.13644	-0.64756	-0.13644

## RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	3.458	-0.058	-0.53484
2	3.066	0.014	0.129099
3	2.674	0.146	1.346323
4	2.282	-0.102	-0.94058

Lampiran 5. Hasil Analisis Ragam Kerusakan Polong, Kerusakan Biji, dan Biomasa Kering Biji, Umur 68 HST pada R5-6

Oneway : Analisis Ragam Kerusakan polong 68 HST pada Stadia R5-6

Descriptives

kersk.polong2 R5-6

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	% Confidence Interval		Minimum	Maximum
					Mean	Mean		
kontrol	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
infes 1 ekor n	3	10.1833	.05033	.02906	10.0583	10.3084	10.13	10.23
infes 2 nimfa	3	12.3000	.44508	.25697	11.1943	13.4057	11.79	12.61
infes 3 nimfa	3	14.3500	.41761	.24111	13.3126	15.3874	14.07	14.83
infes 4 nimfa	3	15.8367	.47248	.27278	14.6630	17.0104	15.42	16.35
infes 1 imago	3	11.5367	.08021	.04631	11.3374	11.7359	11.46	11.62
infes 2 imago	3	13.6233	.15177	.08762	13.2463	14.0003	13.46	13.76
infes 3 imago	3	15.6367	.35346	.20407	14.7586	16.5147	15.23	15.87
infes 4 imago	3	17.5200	.34771	.20075	16.6562	18.3838	17.20	17.89
Total	27	12.3319	4.96646	.95580	10.3672	14.2965	.00	17.89

Test of Homogeneity of Variances

kersk.polong2 R5-6

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3.652	8	18	.011

ANOVA

kersk.polong2 R5-6

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	639.562	8	79.945	823.643	.000
Within Groups	1.747	18	.097		
Total	641.309	26			

## Post Hoc Tests Homogeneous Subsets

kersk.polong2 R5-6

Duncan

populasi hama R.	N	Subset for alpha = .05							
		1	2	3	4	5	6	7	8
kontrol	3	.0000							
infes 1 ekor nimfa	3		0.1833						
infes 1 imago	3			1.5367					
infes 2 nimfa	3				2.3000				
infes 2 imago	3					3.6233			
infes 3 nimfa	3						4.3500		
infes 3 imago	3							5.6367	
infes 4 nimfa	3							5.8367	
infes 4 imago	3								7.5200
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.442	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

## Oneway : Analisis Ragam Kerusakan Biji, Umur 68 HST pada R5-6

### Descriptives

krsk.biji2/panen (R5-6)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	% Confidence Interval		Minimum	Maximum
					Mean	Mean		
kontrol	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
infes 1 ekor n	3	2.6267	.43097	.24882	11.5561	13.6973	12.18	13.04
infes 2 nimfa	3	5.1700	.75186	.43409	13.3023	17.0377	14.56	16.01
infes 3 nimfa	3	7.6567	.40377	.23312	16.6536	18.6597	17.31	18.10
infes 4 nimfa	3	8.7867	.24786	.14310	18.1710	19.4024	18.52	19.01
infes 1 imago	3	5.2433	.30089	.17372	14.4959	15.9908	15.05	15.59
infes 2 imago	3	7.7400	.69635	.40204	16.0102	19.4698	17.02	18.41
infes 3 imago	3	8.6567	.09504	.05487	18.4206	18.8928	18.56	18.75
infes 4 imago	3	10.6933	.22480	.12979	20.1349	21.2518	20.50	20.94
Total	27	5.1748	5.94406	.14393	12.8234	17.5262	.00	20.94



**Test of Homogeneity of Variances**

krsk.biji2/panen (R5-6)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.494	8	18	.051

**ANOVA**

krsk.biji2/panen (R5-6)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	915.406	8	114.426	639.449	.000
Within Groups	3.221	18	.179		
Total	918.627	26			

**Post Hoc Tests  
Homogeneous Subsets**

krsk.biji2/panen (R5-6)

Duncan

populasi hama R.line	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
kontrol	3	.0000					
infes 1 ekor nimfa	3		12.6267				
infes 2 nimfa	3			15.1700			
infes 1 imago	3			15.2433			
infes 3 nimfa	3				17.6567		
infes 2 imago	3				17.7400		
infes 3 imago	3					18.6567	
infes 4 nimfa	3					18.7867	
infes 4 imago	3						20.6933
Sig.		1.000	1.000	.834	.812	.711	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

## Oneway : Analisis Ragam Biomass kering Biji, Umur 68 HST pada R5-6

## Descriptives

## Berat kering biji R5-6

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
kontrol	3	5.2000	.34699	.20033	4.3380	6.0620	4.90	5.58
infes 1 ekor	3	3.1000	.22716	.13115	2.5357	3.6643	2.84	3.26
infes 2 nimfa	3	2.0500	.19468	.11240	1.5664	2.5336	1.83	2.20
infes 3 nimfa	3	2.0300	.31512	.18193	1.2472	2.8128	1.72	2.35
infes 4 nimfa	3	1.0200	.04359	.02517	.9117	1.1283	.97	1.05
infes 1 imag	3	2.0100	.04359	.02517	1.9017	2.1183	1.96	2.04
infes 2 imag	3	1.9800	.35157	.20298	1.1067	2.8533	1.72	2.38
infes 3 imag	3	1.0200	.08544	.04933	.8078	1.2322	.93	1.10
infes 4 imag	3	.0500	.04359	.02517	-.0583	.1583	.02	.10
Total	27	2.0511	1.41900	.27309	1.4898	2.6124	.02	5.58

## Test of Homogeneity of Variances

## Berat kering biji R5-6

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.942	8	18	.027

## ANOVA

## Berat kering biji R5-6

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	51.461	8	6.433	129.865	.000
Within Groups	.892	18	.050		
Total	52.353	26			

Post Hoc Tests  
Homogeneous Subsets

Berat kering biji R5-6

Duncan<sup>a</sup>

populasi hama R.linearis	N	Subset for alpha = .05				
		1	2	3	4	5
infes 4 imago	3	.0500				
infes 4 nimfa	3		1.0200			
infes 3 imago	3		1.0200			
infes 2 imago	3			1.9800		
infes 1 imago	3			2.0100		
infes 3 nimfa	3			2.0300		
infes 2 nimfa	3			2.0500		
infes 1 ekor nimfa	3				3.1000	
kontrol	3					5.2000
Sig.		1.000	1.000	.728	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

## Lampiran 6. Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) dengan Kerusakan Polong R5-6

## Regresi Hubungan Populasi Nimfa VS Kerusakan Polong R5-6

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.989526							
R Square	0.979162							
Adjusted R Square	0.968742							
Standard Error	0.440102							
Observations	4							
ANOVA								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	18.20232	18.20232	93.97656	0.010474			
Residual	2	0.38738	0.19369					
Total	3	18.5897						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	8.535	0.539013	15.8345	0.003965	6.215814	10.85419	6.215814	10.85419
X Variable 1	1.908	0.19682	9.694151	0.010474	1.061153	2.754847	1.061153	2.754847
RESIDUAL OUTPUT								
<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>					
1	10.443	-0.263	-0.73189					
2	12.351	0.189	0.525961					
3	14.259	0.411	1.143757					
4	16.167	-0.337	-0.93783					

## Regresi Hubungan populasi Imago VS Kerusakan Polong pada R5-6

## SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.99766
R Square	0.995325
Adjusted R Square	0.992987
Standard Error	0.208171
Observations	4

## ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	18.45121	18.45121	425.7807	0.00234
Residual	2	0.08667	0.043335		
Total	3	18.53788			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	10.325	0.254956	40.4972	0.000609	9.228013	11.42199	9.228013	11.42199
X Variable 1	1.921	0.093097	20.63445	0.00234	1.520437	2.321563	1.520437	2.321563

## RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	12.246	-0.126	-0.7413
2	14.167	0.093	0.547153
3	16.088	0.192	1.129607
4	18.009	-0.159	-0.93546

## Lampiran 7. Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) dengan Kerusakan Biji pada R5-6

Regresi Nimfa VS Kerusakan Biji  
SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.986922
R Square	0.974015
Adjusted R Square	
Standard Error	0.961022
Observations	4

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	21.96608	21.96608	74.967	0.013078
Residual	2	0.58602	0.29301		
Total	3	22.5521			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	10.815	0.662959	16.31322	0.003737	7.962516	13.66748	7.962516	13.66748
X Variable 1	2.096	0.242078	8.658348	0.013078	1.05442	3.13758	1.05442	3.13758

## RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	12.911	-0.291	-0.65841
2	15.007	0.163	0.368801
3	17.103	0.547	1.237633
4	19.199	-0.419	-0.94802

Regresi Imago VS Kerusakan Biji R5-6  
SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.986694
R Square	0.973564
Adjusted R Square	0.960346
Standard Error	0.450483
Observations	4

## ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	14.94721	14.94721	73.65514	0.013306
Residual	2	0.40587	0.202935		
Total	3	15.35308			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	13.765	0.551727	24.94894	0.001603	11.39111	16.13889	11.39111	16.13889
X Variable 1	1.729	0.201462	8.582257	0.013306	0.862178	2.595822	0.862178	2.595822

## RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	15.494	-0.254	-0.69056
2	17.223	0.517	1.405587
3	18.952	-0.272	-0.7395
4	20.681	0.009	0.024469

## Lampiran 8. Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) dengan Berat kering Biji pada R7-8

## Regresi Nmfa VS Berat kering Biji

## SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.951592
R Square	0.905527
Adjusted R Square	0.858291
Standard Error	0.319703
Observations	4

## ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	1.95938	1.95938	19.17014	0.048408
Residual	2	0.20442	0.10221		
Total	3	2.1638			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	3.615	0.391555	9.232429	0.011529	1.930277	5.299723	1.930277	5.299723
X Variable 1	-0.626	0.142976	-4.37837	0.048408	-1.24117	-0.01083	-1.24117	-0.01083

## RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	2.989	0.111	0.425228
2	2.363	-0.313	-1.19907
3	1.737	0.293	1.122449
4	1.111	-0.091	-0.34861



Regresi Imago VS Berat Kering Biji  
SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.959992
R Square	0.921584
Adjusted R Square	
Standard Error	0.327925
Observations	4

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	2.527605	2.527605	23.50495	0.040008
Residual	2	0.21507	0.107535		
Total	3	2.742675			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	3.065	0.401625	7.6315	0.01674	1.336948	4.793052	1.336948	4.793052
X Variable 1	-0.711	0.146653	-4.84819	0.040008	-1.342	-0.08	-1.342	-0.08

## RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	2.354	-0.254	-0.94865
2	1.643	0.337	1.258637
3	0.932	0.088	0.328665
4	0.221	-0.171	-0.63866

Lampiran 9. Hasil Analisis Ragam Kerusakan Polong, Kerusakab Biji, dan Berat Kering Biji Umur 81 HST pada R7-8

Oneway : Analisis ragam Kerusakan Polong, Umur 81 HST pada R7-8

Descriptives

kersk.polong2 R7-8

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	% Confidence Interval		Minimum	Maximum
					Mean	Mean		
kontrol	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
infes 1 ekor r	3	2.1433	.21079	.12170	1.6197	2.6670	1.90	2.27
infes 2 nimfa	3	3.0800	.21703	.12530	2.5409	3.6191	2.83	3.22
infes 3 nimfa	3	3.5600	.27404	.15822	2.8792	4.2408	3.25	3.77
infes 4 nimfa	3	4.5700	.32357	.18682	3.7662	5.3738	4.20	4.80
infes 1 imago	3	2.3100	.04359	.02517	2.2017	2.4183	2.28	2.36
infes 2 imago	3	3.2567	.38018	.21949	2.3123	4.2011	2.87	3.63
infes 3 imago	3	4.1033	.29535	.17052	3.3696	4.8370	3.80	4.39
infes 4 imago	3	5.1067	.34443	.19886	4.2511	5.9623	4.71	5.33
Total	27	3.1256	1.48026	.28488	2.5400	3.7111	.00	5.33

Test of Homogeneity of Variances

kersk.polong2 R7-8

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.047	8	18	.099

ANOVA

kersk.polong2 R7-8

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	55.723	8	6.965	100.521	.000
Within Groups	1.247	18	.069		
Total	56.970	26			

Post Hoc Tests  
Homogeneous Subsets

## kersk.polong2 R7-8

Duncan<sup>a</sup>

populasi hama R.	N	Subset for alpha = .05						
		1	2	3	4	5	6	7
kontrol	3	.0000						
infes 1 ekor nimfa	3		2.1433					
infes 1 imago	3		2.3100					
infes 2 nimfa	3			3.0800				
infes 2 imago	3			3.2567	3.2567			
infes 3 nimfa	3				3.5600			
infes 3 imago	3					4.1033		
infes 4 nimfa	3						4.5700	
infes 4 imago	3							5.1067
Sig.		1.000	.448	.422	.175	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

<sup>a</sup>Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

## Oneway : Analisis Ragam Kerusakan Biji Umur 81 HST pada R7-8

## Descriptives

krsk.biji2/panen (R7-8)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
kontrol	3	.0000	.00000	.00000	.0000	.0000	.00	.00
infes 1 eko	3	1.0767	.01528	.00882	1.0387	1.1146	1.06	1.09
infes 2 nim	3	1.5733	.30370	.17534	.8189	2.3278	1.32	1.91
infes 3 nim	3	3.0067	.16258	.09387	2.6028	3.4105	2.88	3.19
infes 4 nim	3	4.0100	.31048	.17926	3.2387	4.7813	3.69	4.31
infes 1 ima	3	1.6500	.07000	.04041	1.4761	1.8239	1.57	1.70
infes 2 ima	3	2.1533	.24028	.13872	1.5565	2.7502	1.92	2.40
infes 3 ima	3	3.0967	.20033	.11566	3.5990	4.5943	3.87	4.25
infes 4 ima	3	4.8767	.17898	.10333	4.4321	5.3213	4.68	5.03
Total	27	2.4937	1.55458	.29918	1.8787	3.1087	.00	5.03

**Test of Homogeneity of Variances**

krsk.biji2/panen (R7-8)

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.288	8	18	.069

**ANOVA**

krsk.biji2/panen (R7-8)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	62.135	8	7.767	199.662	.000
Within Groups	.700	18	.039		
Total	62.835	26			

**Post Hoc Tests  
Homogeneous Subsets**

krsk.biji2/panen (R7-8)

Duncan<sup>a</sup>

populasi hama R.lir	N	Subset for alpha = .05						
		1	2	3	4	5	6	7
kontrol	3	.0000						
infes 1 ekor nimfa	3		1.0767					
infes 2 nimfa	3			1.5733				
infes 1 imago	3			1.6500				
infes 2 imago	3				2.1533			
infes 3 nimfa	3					3.0067		
infes 4 nimfa	3						4.0100	
infes 3 imago	3						4.0967	
infes 4 imago	3							4.8767
Sig.		1.000	1.000	.640	1.000	1.000	.597	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

<sup>a</sup>. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

## Oneway : Analisis ragam Berat Kering Biji Umur 81 HST pada R7-8

## Descriptives

## Bera kering biji R7-8

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
kontrol	3	5.6833	.18502	10682	5.2237	6.1430	5.50	5.87
infes 1 ekon	3	5.1000	.27839	16073	4.4084	5.7916	4.80	5.35
infes 2 nimf	3	4.6200	.39950	23065	3.6276	5.6124	4.36	5.08
infes 3 nimf	3	3.5000	.13115	07572	3.1742	3.8258	3.36	3.62
infes 4 nimf	3	2.8500	.46936	27099	1.6840	4.0160	2.31	3.16
infes 1 imag	3	4.5133	.07234	04177	4.3336	4.6930	4.43	4.56
infes 2 imag	3	3.8600	.50478	29143	2.6061	5.1139	3.40	4.40
infes 3 imag	3	2.3800	.29309	16921	1.6519	3.1081	2.15	2.71
infes 4 imag	3	1.8600	.26058	15044	1.2127	2.5073	1.61	2.13
Total	27	3.8185	1.26216	24290	3.3192	4.3178	1.61	5.87

## Test of Homogeneity of Variances

## Bera kering biji R7-8

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.982	8	18	.109

## ANOVA

## Bera kering biji R7-8

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	39.574	8	4.947	48.252	.000
Within Groups	1.845	18	.103		
Total	41.419	26			

Post Hoc Tests  
Homogeneous Subsets

Bera kering biji R7-8

Duncan

populasi hama R.line	N	Subset for alpha = .05					
		1	2	3	4	5	6
infes 4 imago	3	1.8600					
infes 3 imago	3	2.3800	2.3800				
infes 4 nimfa	3		2.8500				
infes 3 nimfa	3			3.5000			
infes 2 imago	3			3.8600			
infes 1 imago	3				4.5133		
infes 2 nimfa	3				4.6200	4.6200	
infes 1 ekor nimfa	3					5.1000	
kontrol	3						5.6833
Sig.		.062	.089	.185	.688	.083	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Lampiran 10. Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) *R. linearis* dengan Kerusakan Polong pada R7-8

## Regresi Nimfa VS Kerusakan Polong

## SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.991782
R Square	0.983632
Adjusted R Square	0.975449
Standard Error	0.158477
Observations	4

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	3.018645	3.018645	120.1929	0.008218
Residual	2	0.05023	0.025115		
Total	3	3.068875			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	1.395	0.194094	7.187237	0.018814	0.559881	2.230119	0.559881	2.230119
X Variable 1	0.777	0.070873	10.96325	0.008218	0.472058	1.081942	0.472058	1.081942

RESIDUAL OUTPUT			
<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	2.172	-0.032	-0.2473
2	2.949	0.131	1.012396
3	3.726	-0.166	-1.28288
4	4.503	0.067	0.51779

## Regresi Imago VS Kerusakan Polong

## SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.998699
R Square	0.997399
Adjusted R Square	0.996099
Standard Error	0.078804
Observations	4

## ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	4.76288	4.76288	766.9694	0.001301
Residual	2	0.01242	0.00621		
Total	3	4.7753			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	1.205	0.096514	12.4852	0.006354	0.789733	1.620267	0.789733	1.620267
X Variable 1	0.976	0.035242	27.69421	0.001301	0.824366	1.127634	0.824366	1.127634

## RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	2.181	-0.051	-0.79263
2	3.157	0.093	1.445382
3	4.133	-0.033	-0.51288
4	5.109	-0.009	-0.13988



Lampiran 11. Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) *R. linearis* dengan Kerusakan Biji pada R7-8.  
Regresi Nimfa VS Kerusakan Biji

## SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.985461
R Square	0.971133
Adjusted R Square	0.956699
Standard Error	0.279419
Observations	4

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	5.253125	5.253125	67.28306	0.014539
Residual	2	0.15615	0.078075		
Total	3	5.409275			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-0.15	0.342217	-0.43832	0.703955	-1.62244	1.322441	-1.62244	1.322441
X Variable 1	1.025	0.12496	8.202625	0.014539	0.487341	1.562659	0.487341	1.562659

RESIDUAL OUTPUT			
Observation	Predicted Y	Residuals	Standard Residuals
1	0.875	0.195	0.854721
2	1.9	-0.33	-1.44645
3	2.925	0.075	0.328739
4	3.95	0.06	0.262991

## Regresi Imago VS Kerusakan Biji

## SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.974439
R Square	0.949531
Adjusted R Square	0.924297
Standard Error	0.422847
Observations	4

## ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	6.728	6.728	37.62864	0.025561
Residual	2	0.3576	0.1788		
Total	3	7.0856			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	0.29	0.51788	0.559975	0.631848	-1.93826	2.518259	-1.93826	2.518259
X Variable 1	1.16	0.189103	6.134218	0.025561	0.346355	1.973645	0.346355	1.973645

## RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	1.45	0.2	0.579284
2	2.61	-0.46	-1.33235
3	3.77	0.32	0.926855
4	4.93	-0.06	-0.17379

## Lampiran 12. Regresi Hubungan Populasi (Nimfa dan Imago) R. linearis dengan Berat Kering Biji pada R7-8

## Regresi Nimfa VS Berat Kering Biji

## SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.989069
R Square	0.978257
Adjusted R Square	0.967386
Standard Error	0.185513
Observations	4

## ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	3.096845	3.096845	89.98533	0.010931
Residual	2	0.06883	0.034415		
Total	3	3.165675			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	5.985	0.227206	26.34175	0.001438	5.007412	6.962588	5.007412	6.962588
X Variable 1	-0.787	0.082964	-9.48606	0.010931	-1.14396	-0.43004	-1.14396	-0.43004

## RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	5.198	-0.098	-0.64699
2	4.411	0.209	1.379806
3	3.624	-0.124	-0.81864
4	2.837	0.013	0.085825

## Regresi Imago VS Berat Kering Biji

## SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.969464
R Square	0.93986
Adjusted R Square	0.909791
Standard Error	0.384363
Observations	4

## ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	4.617605	4.617605	31.256	0.030536
Residual	2	0.29547	0.147735		
Total	3	4.913075			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	5.51	0.470747	11.70481	0.00722	3.48454	7.53546	3.48454	7.53546
X Variable 1	-0.961	0.171892	-5.59071	0.030536	-1.70059	0.22141	-1.70059	-0.22141

## RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	4.549	-0.039	-0.12427
2	3.588	0.272	0.866708
3	2.627	-0.427	-1.3606
4	1.666	0.194	0.618167

Lampiran 13. Regresi Hubungan Hasil Panen Empiris dengan Hasil Panen Prediksi Model pada R3-4  
SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.999493
R Square	0.998985
Adjusted R Square	0.998478
Standard Error	0.261597
Observations	4

## ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	134.7605	134.7605	1969.233	0.000507
Residual	2	0.136866	0.068433		
Total	3	134.8974			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	1.862771	4.211898	0.442264	0.701527	-16.2596	19.98511	-16.2596	19.98511
X Variable 1	0.991073	0.022334	44.37604	0.000507	0.894979	1.087166	0.894979	1.087166

## RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	196.668	-0.12805	-0.59949
2	190.8207	0.049283	0.230732
3	186.3609	0.27911	1.306739
4	180.8703	-0.20035	-0.93798

## Lampiran 14. Regresi Hubungan Panen Empiris dengan Panen Prediksi Model pada R5-6

## SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.999997
R Square	0.999994
Adjusted R Square	0.99999
Standard Error	0.030995
Observations	4

## ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	296.7173	296.7173	308858	3.24E-06			
Residual	2	0.001921	0.000961					
Total	3	296.7192						

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	-0.57423	0.301782	-1.90281	0.197398	-1.8727	0.724232	-1.8727	0.724232
X Variable 1	1.002824	0.001804	555.7499	3.24E-06	0.99506	1.010588	0.99506	1.010588

## RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	178.8611	0.018869	0.745588
2	170.2368	-0.01684	-0.66548
3	162.9463	-0.02631	-1.03956
4	155.6357	0.024281	0.959453

## Lampiran 15. Regresi Hubungan Hasil Panen Empiris dengan Hasil Panen Prediksi Model pada R7-8

## SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.999952
R Square	0.999904
Adjusted R Square	0.999856
Standard Error	0.053943
Observations	4

## ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	60.57206	60.57206	20816.39	4.8E-05
Residual	2	0.00582	0.00291		
Total	3	60.57788			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	-2.54553	1.484856	-1.71433	0.228603	-8.93435	3.843292	-8.93435	3.843292
X Variable 1	1.01137	0.00701	144.2788	4.8E-05	0.981209	1.041531	0.981209	1.041531

## RESIDUAL OUTPUT

<i>Observation</i>	<i>Predicted Y</i>	<i>Residuals</i>	<i>Standard Residuals</i>
1	216.9925	0.027467	0.623624
2	212.8661	-0.00614	-0.13949
3	210.5097	-0.05965	-1.35437
4	206.2417	0.038329	0.870239

## Lampiran 16. Hasil Pengamatan Polong dan Biji Umur 54 HSt pada R3-4

## HASIL PENGAMATAN POLONG UMUR 54 HST (R3-4)

P	Jumlh Polong (N)	Pol. Rusak (n)	% Polong Rusak	Rata-rata % pol. Rusak
Po	210 221 225	218,6 0 0 0	0 0 0	0
P1	220 210 221	217 15 14 13 x = 14	6,81 6,66 5,88	6,45
P2	217 212 219	216 16 16 17 x = 16	7,37 7,54 7,55	7,64
P3	220 211 212	214,33 20 18 19 x = 19	9,09 8,53 8,96	8,86
P4	210 208 214	210,66 22 21 21 x = 21,33	10,47 10,09 9,81	10,12
P5	214 212 225	217 16 15 16 x = 15,66	7,47 7,07 7,11	7,06
P6	210 218 216	214,66 18 19 20 x = 19	8,57 8,71 9,25	8,84
P7	212 215 210	212,33 23 20 22 x = 20,66	10,84 9,30 10,47	10,20
P8	207 205 210	207,33 24 23 25 x = 23,66	11,59 11,21 11,4	11,40



## HASIL PENGAMATAN BIJI UMUR 54 HST (R3-4)

P	Jumlah Biji Total (N)	Biji Rusak (n)	% Biji Rusak	Rata-rata kerusakan biji (%)
Po	495 507 490     497,33	0 0 0	0 0 0	0,00
P1	508 485 503     498,66	31 25 30	6,10 5,15 5,96	5,73
P2	498 488 505     497	32 36 40	6,42 7,37 7,92	7,23
P3	504 487 502     497,66	46 41 44	9,12 8,41 8,76	8,76
P4	489 496 502     495,66	46 45 45	9,40 9,07 8,96	9,97
P5	493 489 508     496,66	30 35 36	6,08 7,15 7,08	6,77
P6	495 505 487     495,66	40 40 43	8,08 7,92 8,82	8,27
P7	480 514 495     496,33	47 50 48	9,79 9,72 9,69	9,73
P8	500 505 490     498,33	56 58 54	11,20 11,48 11,02	11,23

## LAMPIRAN 17. Hasil Pengamatan Polong dan Biji umur 68 HST (R5-6)

## HASIL PENGAMATAN POLONG UMUR 68 HST (R5-6)

Perlakuan	Jumlah Polong (N)		Polong Terserang (n)		% Polong Terserang	
	Total	Rata-rata	Total	Rata-rata	Total	Rata-rata
P0	221 211 224	218,66	0	0	0	0
P1	215 206 227	216	22 21 23	22	10,23 10,19 10,13	10,18
P2	216 210 220	215,33	25 28 28	27	11,57 13,33 12,72	12,54
P3	209 206 212	209	31 30 31	30,66	14,83 14,56 14,62	14,67
P4	188 214 216	206	31 35 34	33,33	15,42 16,35 15,74	15,83
P5	215 208 220	214,33	26 25 27	26	12,09 12,01 12,27	12,12
P6	205 208 218	210,33	30 29 31	30	14,63 13,94 14,22	14,26
P7	189 215 210	204,66	30 29 31	33,33	16,40 16,74 15,71	16,28
P8	215 206 190	203,66	38 36 35	36,33	17,67 17,47 18,42	17,85

## HASIL PENGAMATAN BIJI UMUR 68 HST (R5-6)

P	Jumlh Biji Total (N)	Biji Rusak (n)	% Biji Rusak	Rata-rata persentase biji rusak %)
Po	466 475 470 470,33	0 0 0 0,00	0 0 0	0,00
P1	460 476 466 467,33	60 58 59 59	13,04 12,18 12,66	12,62
P2	475 467 462 468	68 74 71 71	14,56 16,01 14,94	15,17
P3	470 465 474 469,66	86 82 80 82,66	18,10 17,56 17,31	17,65
P4	462 468 475 468,33	87 89 88 88	18,83 19,01 18,52	18,78
P5	468 465 477 470	73 70 72 71,66	15,59 15,05 15,09	15,24
P6	467 470 472 469,66	86 80 84 83,33	18,41 17,02 17,79	17,74
P7	464 474 466 468	87 88 87 87,33	18,75 18,56 18,66	18,65
P8	468 465 478 470,33	98 96 98 97,33	20,94 20,64 20,50	20,69

## Lampiran 18. Hasil Pengamatan polong dan Biji pada R7-8

## HASIL PENGAMATAN POLONG UMUR 81 HST (R7-8)

Perlakuan	Jumlah Polong (N)		Polong Terserang (n)		% Polong Terserang	
	Total	Rata-rata	Total	Rata-rata	Total	Rata-rata
P0	213 218 220	217,66	0	0	0	0
P1	220 210 221	217	5 4 5	4,66	2.27 1.90 2.26	2.14
P2	217 212 219	216	7 6 7	6,66	3.22 2.83 3.19	3.08
P3	215 218 212	215	7 8 8	7,66	3.25 3.66 3.77	3.56
P4	208 214 212	211,33	10 9 10	9,66	4.80 4.20 4.71	4.57
P5	218 211 219	216	5 6 5	5,33	2.29 2.36 2.28	2.31
P6	214 209 220	214	7 7 8	7,33	3.27 2.87 3.63	3.25
P7	205 210 218	211	9 8 9	8,66	4.39 3.80 4.12	4.10
P8	208 212 206	209	11 10 11	10,66	5.28 4.71 5.33	5.10

## HASIL PENGAMATAN BIJI UMUR 81 HST (R7-8)

P	Jumlah biji (N)	Biji Rusak (n)	% Biji Rusak	Rata-rata biji rusak (%)
Po	460	0	0	0
	464	0	0	
	472	0	0	
P1	458	5	1,09	1,07
	462	5	1,08	
	470	5	1,06	
P2	453	6	1,32	1,57
	468	7	1,49	
	470	9	1,91	
P3	450	13	2,88	3,00
	470	15	3,19	
	473	14	2,95	
P4	460	16	3,69	4,01
	463	20	4,31	
	471	19	4,03	
P5	452	6	1,57	1,65
	468	8	1,70	
	476	8	1,68	
P6	458	11	2,40	2,15
	466	10	2,14	
	468	9	1,92	
P7	455	19	4,17	4,09
	465	18	3,87	
	470	20	4,25	
P8	457	23	5,03	4,87
	467	23	4,92	
	470	22	4,68	

**Lampiran 19. Hasil Penimbangan Biomas kering Biji Umur 54 HST (R3-4)  
Umur 68 HST (R5-6) dan Umur 81 HST (R7-8)**

P	Berat Kering Biji (R3-4)	Berat Kering Biji (R5-6)	Berat Kering Biji (R7-8)
Po	6.21	5.12	5.68
	5.98	4.90	5.87
	6.29	5.58	5.97
P1	4.52	2.84	5.60
	4.62	3.20	5.61
	4.48	3.26	5.65
P2	2.77	2.12	5.08
	3.57	2.20	5.12
	3.38	1.83	5.16
P3	2.21	2.02	4.24
	3.11	2.35	4.29
	3.14	1.72	4.31
P4	2.05	1.05	3.64
	2.42	0.97	3.69
	2.22	1.04	3.71
P5	3.35	2.03	5.25
	3.48	1.96	5.29
	3.37	2.04	5.30
P6	3.02	1.72	4.76
	3.12	1.84	4.78
	3.10	2.38	4.80
P7	2.80	1.03	3.91
	2.65	1.10	3.99
	3.01	0.93	4.01
P8	2.02	0.02	3.33
	2.42	0.03	3.38
	2.10	0.10	3.40

Lampiran Tabel 19. REKAPITULASI PENGARUH INFESTASI *R. linearis* TERHADAP HASIL KEDELAI PADA BERBAGAI STADIA PERKEMBANGAN POLONG (R3-4; R5-6, dan R7-8)

Pengamatan	Tertinggi			Terendah		
	Nimfa	Imago	Nimfa & Imago	Nimfa	Imago	Nimfa & Imago
<b>STADIA R3-4 :</b>						
<i>Umur 47 HST :</i>						
Kerusakan polong	P4, (P7)	P8	P8	P1	P5, (P2)	P1
Kerusakan Biji	P4, (P7)	P8	P8	P1	P5, (P2)	P1
<i>Umur 54 HST :</i>						
Kerusakan polong	P4, (P7)	P8	P8	P1	P5, (P2)	P1
Kerusakan biji		P8	P8	P1	P5, (P2)	P1
<b>Saat Panen :</b>						
Berat kering biji	P1	P5,(P6),(P2)	P1	P4, (P8)	P8, (P4)	P8, (P4)

<b>STADIA R 5-6 :</b>						
<i>Umur 61 HST :</i>						
Kerusakan polong	P4	P8	P8	P1	P5	P1
Kerusakan Biji	P4,(P7)	P8	P8	P1	P5	P1
<i>Umur 68 HST :</i>						
Kerusakan Polong	P4	P8	P8	P1	P5,(P2)	P1
Kerusakan Biji	P4,(P7)	P8	P8	P1	P5,(P2)	P1
<b>Saat Panen :</b>						
Berat Kering Biji	P1	P5,(P6),(P2),(P3)	P1	P4,(P7)	P8	P8



<b>STADIA R7-8 :</b>						
<i>Umur 74 HST :</i>						
Kerusakan Polong	P4,(P7)	P8	P8	P1,(P5)	P5,(P1)	P1,(P5)
Kerusakan Biji	P4,(P7)	P8	P8	P1	P5,(P6),(P2)	P1
<i>Umur 81 HST :</i>						
Kerusakan Polong	P4	P8	P8	P1,(P5)	P5,(P1)	P1,(P5)
Kerusakan Biji	P4,(P6)	P8	P8	P1	P5,(P2)	P1
<b>Saat Panen :</b>						
Berat Kering Biji	P1,(P2)	P5,(P2)	P1	P4	P8	P8