



Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Sirkuler

TEKNOLOGI TANAMAN REMPAH DAN INDUSTRI

Teknik

ANALISIS KOVARIAN

dalam Penelitian Percobaan

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri



Unit Penerbitan dan Publikasi © 2010

Balittori

29/9/2009 30/9/2009 01/10/2009 02/10/2009 05/10/2009 06/10/2009 07/10/2009 08/10/2009 09/10/2009 12/10/2009 13/10/2009 14/10/2009

Teknik Analisis Kovarian dalam Penelitian Percobaan

Penyunting

Drs. M. Hadad EA, APU
Ir. Bambang Eka Tjahjana
Ir. Handi Supriadi
Ir. Rudi T Setiyono
Khaerati, S Si
Ir. Rusli
Ir. Dewi Listyati

Hak cipta dilindungi undang-undang, dilarang memperbanyak buku ini sebagian atau seluruhnya dalam bentuk dan dengan cara apapun juga, baik secara mekanis maupun elektronik termasuk fotocopy rekaman dan lain-lain tanpa izin tertulis dari penerbit.

ISBN : 978-979-25-2955-5

Unit Penerbitan & Publikasi © 2010

Balitri

Alamat Redaksi :

Jln. Raya Pakuwon Km.2 Parungkuda-Sukabumi 43357,
e-mail : uppublikasi@gmail.com

Desain Sampul : Amrizal M Rivai dan Ayi Ruslan
Setting : Dermawan. P. dan Arifa N. Chan

ISBN : 978-979-25-2955-5

Sirkuler

Teknologi Tanaman Rempah dan Industri

TEKNIK ANALISIS KOVARIAN DALAM PENELITIAN PERCOBAAN

20-1-2011

1090/D/2011 -1

Edi Wardiana

Unit Penerbitan dan Publikasi © 2010

Balitri

KATA PENGANTAR

Analisis statistika merupakan salah satu alat yang memegang peranan penting dalam proses pengambilan keputusan suatu penelitian. Sebaik apa pun perencanaan dan atau pelaksanaan suatu penelitian tidak akan memberikan hasil dengan makna yang lebih baik apabila tidak didasari oleh suatu alat analisis data yang relevan. Kekurangtepatan pengambilan keputusan suatu penelitian bukan saja disebabkan oleh kesalahan dalam perencanaan dan atau dalam pengumpulan data, tetapi dapat terjadi juga pada saat menganalisis data.

Buku ini membahas sebagian aspek dari suatu proses analisis data yang tujuannya untuk meningkatkan derajat ketelitian dalam pengambilan kesimpulan suatu penelitian percobaan. Kekurangseragaman bahan percobaan, kekurangseragaman lingkungan percobaan karena perbedaan tingkat kesuburan tanah, adanya gangguan hama, perbedaan tegakan, dan adanya persaingan antar unit percobaan dapat dikurangi dampaknya melalui suatu alat analisis yang disebut Analisis Kovarian (Ankova) sehingga respon yang diperoleh benar-benar berasal dari perlakuan yang dicoba, bukan karena faktor lainnya. Informasi seperti ini sangat penting dan diperlukan oleh para peneliti dan atau para mahasiswa yang akan menyelesaikan tugas akhirnya. Buku ini juga salah satunya dapat menjawab tantangan Gerald Piel : *"without publication, science is dead"*.

Mudah-mudah artikel ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukannya, dan saran serta kritik yang membangun selalu kami tunggu sebagai bahan evaluasi dan perbaikan tahap berikutnya.

Balai Penelitian Tanaman Rempah
dan Aneka Tanaman Industri
Kepala,

Dr. Ir. Agus Wahyudi, M.S.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
I. PENDAHULUAN	1
II. PERAN, ASUMSI, DAN MODEL MATEMATIK	3
III. 2.1. Peran	3
2.1.1. Pengendalian Galat Percobaan dan Pengoreksian	
Rataan Perlakuan	3
2.1.1.1. Ketidakteraturan Tanah	4
2.1.1.2. Pengaruh Sisa Percobaan Sebelumnya	5
2.1.1.3. Ketidakteraturan Tegakan	5
2.1.1.4. Ketidakteraturan karena Gangguan Hama	6
2.1.1.5. Ketidakteraturan dalam Cekaman Lingkungan ...	6
2.1.1.6. Pengaruh Persaingan dalam Percobaan	
Rumah Kaca	7
2.1.2. Pendugaan Data yang Hilang	7
2.1.3. Penafsiran Hasil Penelitian	7
2.2. Asumsi	8
2.3. Model Matematik	8
IV. TELADAN ANALISIS DATA PERCOBAAN TANAMAN	
LADA	10
3.1. Bahan dan Metode	10
3.2. Langkah-Langkah Analisis	12
3.2.1. Analisis Regresi dan Koreksi Data	12
3.2.2. Penghitungan Anova	13
3.2.3. Hasil Analisis	17
PENUTUP	20
KEPUSTAKAAN	21

DAFTAR TABEL

1. Pengujian regresi antara peubah pengiring dengan peubah respon	13
2. Data jumlah daun, panjang daun, dan lebar daun sebelum dan setelah koreksi	14
3. Anova peubah respon jumlah daun sebelum dan setelah koreksi	15
4. Anova peubah respon panjang daun sebelum dan setelah koreksi.....	16
5. Anova peubah respon lebar daun sebelum dan setelah koreksi	17
6. Efek interaksi MxV terhadap peubah jumlah daun sebelum dan setelah koreksi	18
7. Efek mandiri M terhadap peubah panjang dan lebar daun sebelum dan setelah koreksi	19

PENDAHULUAN

Salah satu kaidah yang harus dipenuhi dalam suatu penelitian yang bersifat percobaan adalah adanya kaidah homogenitas atau keseragaman dari objek dan atau lingkungan percobaan. Hal ini dimaksudkan agar respon yang muncul sebagai akibat perlakuan yang dicoba adalah benar-benar berasal dari pengaruh perlakuan yang dimaksud, bukan semata-mata karena adanya pengaruh faktor lain di luar faktor perlakuan. Faktor-faktor lainnya di luar faktor perlakuan harus diupayakan dalam keadaan konstan, atau kalau pun faktor tersebut dinilai akan berpengaruh maka pengaruhnya harus sama atau merata untuk seluruh perlakuan dan objek penelitian yang dicoba. Apabila hal-hal tersebut tidak terpenuhi maka akan dapat meningkatkan besarnya galat percobaan yang pada akhirnya akan mempengaruhi terhadap tingkat akurasi dalam pengambilan kesimpulan suatu penelitian.

Salah satu upaya untuk mengurangi galat percobaan karena kurang homogennya bahan atau lingkungan percobaan adalah dengan melakukan stratifikasi bahan atau lingkungan percobaan ke dalam bagian-bagian yang lebih kecil yang lebih homogen. Bahan atau lingkungan yang lebih homogen hendaknya ditempatkan atau berada dalam kelompok-kelompok (blok ulangan) yang sama, dan sebaliknya untuk yang kurang homogen sebaiknya ditempatkan pada blok ulangan yang berbeda.

Dalam rancangan acak kelompok (RAK), variasi dari plot ke plot dalam satu blok ulangan tidak dapat dikendalikan karena penempatan perlakuan ke dalam plot-plot dalam satu blok ulangan dilakukan secara acak dan bebas terhadap penempatan di blok ulangan lainnya. Variasi antar plot ini merupakan sebagian ragam galat percobaan yang akan mempengaruhi terhadap tingkat ketepatan hasil analisis.

Untuk menangani masalah variasi antar plot-plot percobaan maka diperlukan sekumpulan data tambahan (*additional observation*) sebagai *covariate*, atau *concomitant variable* atau *control variable*, dan analisisnya disebut analisis kovarian (Ankova) atau analisis peragam. *Covariate* atau peragam ini dapat mereduksi variasi-variasi percobaan lebih banyak dibandingkan dengan teknik stratifikasi. Sebagai suatu alat analisis, Ankova juga dapat mereduksi galat percobaan yang mungkin saja terjadi saat percobaan berlangsung dimana galat tersebut tidak mungkin dapat dikendalikan melalui teknik stratifikasi.

Covariate atau *concomitant variable* atau disebut juga “peragam” merupakan peubah yang sulit dikendalikan tetapi sangat berkorelasi dengan peubah respon sehingga akan ikut mempengaruhi terhadap variasi peubah respon. Peragam apabila tidak dianalisis dengan baik

maka akan berpengaruh terhadap fungsi dan tujuan dari perlakuan yang akan diuji oleh seorang peneliti, yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap ketepatan dalam penarikan kesimpulan suatu penelitian.

Sebenarnya Anova relatif sederhana dalam analisisnya tetapi relatif jarang digunakan oleh kebanyakan peneliti, padahal dampaknya cukup besar bagi ketepatan penarikan kesimpulan suatu penelitian. Tulisan ini bertujuan untuk membahas peranan Anova dalam upaya meningkatkan ketepatan dalam menganalisis data penelitian percobaan. Sebagai contoh kasus dalam pembahasan ini digunakan data-data pada percobaan tanaman lada.

PERAN, ASUMSI DAN MODEL MATEMATIK

2.1. Peran

Ankova adalah merupakan suatu alat analisis statistik yang menggabungkan analisis varian (Anova) dengan analisis regresi. Regresi yang dimaksud adalah menghubungkan peubah pengiring dengan peubah respon. Peubah pengiring berfungsi mengendalikan peubah respon dan apabila nilai regresinya signifikan antara kedua peubah tersebut maka terhadap data peubah respon harus dilakukan koreksi (*adjusted*). Koreksi data ini bertujuan untuk menghilangkan pengaruh dari peubah pengiring sehingga diharapkan respon yang diperoleh itu benar-benar berasal dari pengaruh perlakuan yang dicoba.

Ankova pertama kali dikemukakan oleh Fisher dalam bukunya di edisi keempat yang berjudul *Statistical Methods for Research Workers*. Peran dan fungsi utama Ankova adalah : (1) untuk mengendalikan galat percobaan dan mengoreksi rata-rata perlakuan, (2) untuk membantu menafsirkan hasil percobaan, dan (3) untuk menduga dan menganalisis data yang hilang. Dalam makalah klasik dikemukakan bahwa terdapat beberapa potensi penting penggunaan Ankova, diantaranya adalah : (1) untuk meningkatkan ketelitian dalam percobaan acak, (2) untuk mengoreksi sumber-sumber bias dalam studi observasi, (3) untuk mempertegas fungsi perlakuan dalam percobaan acak, (4) untuk mempelajari regresi peubah-peubah klasifikasi, dan (5) untuk menduga dan menganalisis data yang hilang.

2.1.1. Pengendalian Galat Percobaan dan Pengoreksian Rataan Perlakuan

Seperti telah dikemukakan sebelumnya bahwa salah satu kaidah yang harus dipenuhi dalam suatu penelitian percobaan adalah adanya keseragaman lingkungan percobaan dan atau bahan percobaan yang digunakan. Galat percobaan akan timbul karena adanya ketidakseragaman lingkungan percobaan seperti : (1) ketidakseragaman tanah, (2) ketidakseragaman karena adanya pengaruh sisa percobaan sebelumnya (terdahulu), (3) ketidakseragaman tegakan, (4) ketidakseragaman karena gangguan hama, (5) ketidakseragaman dalam cekaman lingkungan, dan (6) karena adanya pengaruh persaingan dalam percobaan di tingkat rumah kaca.

Penggunaan Ankova harus dipertimbangkan pada suatu percobaan apabila upaya pengelompokkan tidak cukup untuk mengurangi galat. Dengan mengukur peubah tambahan (yaitu peragam X) yang diketahui berhubungan linier dengan peubah respon Y, sumber keragaman yang berhubungan dengan peragam dapat diperoleh dari galat percobaan. Dengan melakukan hal tersebut, maka peubah respon Y dapat dikoreksi secara linier, naik dan turunnya tergantung besaran nisbi dari peragamnya. Upaya pengoreksian meliputi dua perbaikan, yaitu :

1. Rataan perlakuan dikoreksi sampai nilai yang seharusnya diperoleh
2. Galat percobaan dikurangi dan ketepatan untuk membandingkan rata-rata perlakuan jadi meningkat.

Apabila Ankova digunakan untuk pengendalian galat dan mengoreksi rata-rata perlakuan, maka peragam atau peubah pengiring harus tidak dipengaruhi oleh perlakuan yang akan diujikan. Suatu contoh, peragam yang baik yang bebas dari pengaruh perlakuan adalah yang diukur sebelum perlakuan dilaksanakan, seperti data analisis tanah awal atau data pengaruh sisa perlakuan yang digunakan pada percobaan sebelumnya.

2.1.1.1. Ketidakseragaman Tanah

Analisis kovarian dapat berguna dalam mengendalikan galat percobaan yang disebabkan oleh ketidakseragaman tanah, karena : (1) pola ketidakseragaman tanah bertebaran secara acak atau tidak diketahui secara pasti, dan (2) ketidakseragaman antar petak percobaan dalam blok ulangan yang sama tetap saja besar meskipun sudah dilakukan pengelompokkan.

Dalam hal ini, ada dua macam data peragam yang umumnya dapat digunakan untuk mengendalikan galat percobaan, yaitu melalui : (1) data-data percobaan keseragaman tanah, dan (2) data-data penampilan tanaman sebelum dilaksanakan perlakuan. Namun demikian, cara yang kedua merupakan cara yang sederhana, murah, dan umum dilakukan. Meskipun tingkat ketelitiannya akan memperoleh kemajuan yang cukup besar apabila menggunakan analisis peragam dengan data percobaan keseragaman tanah sebagai peragam, tetapi hal ini tidak digunakan secara luas dalam penelitian pertanian. Terdapat dua alasan mengenai hal ini, yaitu sebagai berikut :

1. Percobaan keseragaman mahal untuk dilakukan. Dalam kebun percobaan dimana lahan percobaannya terbatas, maka percobaan keseragaman ini akana dapat mengambil lahan lain yang akan digunakan untuk beberapa percobaan yang lainnya. Sebagai tambahan, karena lahannya terbatas maka pola pengumpulan datanya menjadi lebih rumit dibandingkan dengan percobaan lapang yang umum dilakukan
2. Data dari percobaan keseragaman hanya valid dan berlaku untuk lapangan tertentu tempat dilakukannya percobaan.

2.1.1.2. Pengaruh Sisa Percobaan Sebelumnya

Beberapa percobaan karena perlakuan yang digunakannya dapat menimbulkan pengaruh sisa yang dapat meningkatkan ketidakseragaman tanah bagi percobaan berikutnya. Dalam kasus seperti ini kondisi lapangan harus diberakan atau ditanami dengan pupuk hijau selama beberapa waktu sebelum percobaan dilakukan. Dalam prakteknya cara seperti ini terlalu mahal, pemborosan waktu, dan tidak umum dilakukan karena lahan percobaannya terbatas. Cara yang lain adalah dengan menggunakan data-data atau indeks yang dapat menunjukkan pengaruh sisa yang diharapkan dari percobaan terdahulu sebagai peragam atau peubah pengiring.

2.1.1.3. Ketidakseragaman Tegakan

Ketidakseragaman dalam jumlah tanaman pada petak percobaan sering kali menjadi sumber yang penting dalam percobaan lapangan. Hal ini terutama pada tanaman setahun dengan populasinya yang rapat dan kehilangan satu atau lebih tanaman adalah hal biasa. Tersedia beberapa metode untuk mengoreksi tegakan tanaman, tetapi teknik Ankova dengan menghitung tegakan sebagai peragam adalah salah satu yang terbaik, dan dalam hal ini ketidakseragaman tegakan bukan disebabkan karena pengaruh perlakuan. Pada kasus ini ankova dapat dilakukan apabila :

1. Perlakuan dilaksanakan setelah tanaman tumbuh
2. Tanaman hilang karena kesalahan mekanis dalam penanaman atau kerusakan terjadi selama penanaman
3. Tanaman rusak secara acak, seperti disebabkan karena gangguan ternak atau adanya pencurian.

Dalam kasus penyebab ketidakseragaman tegakan adalah karena pengaruh perlakuan, maka Anova masih dapat digunakan tetapi tujuannya menjadi berbeda dengan kasus di atas. Penggunaan Anova seperti ini adalah untuk membantu dalam penafsiran hasil percobaan, bukan untuk pengendalian galat percobaan atau mengoreksi rata-rata perlakuan.

2.1.1.4. Ketidakseragaman karena Gangguan Hama

Sebaran gangguan hama biasanya bertebaran secara acak dan pola kehadirannya sulit diduga, sehingga upaya pengelompokan melalui pembuatan blok-blok ulangan menjadi kurang bermanfaat. Anova dengan tingkat kerusakan hama sebagai ragam merupakan kemungkinan yang ideal dalam menangani masalah seperti ini. Namun demikian, untuk meyakinkan bahwa perbedaan dalam kerusakan hama antar perlakuan itu bukan karena pengaruh dari faktor perlakuan, maka harus diikuti langkah-langkah sebagai berikut :

1. Kelompokkan percobaan ke dalam dua jenis, A dan B. Percobaan A apabila kehadiran hama atau penyakit tertentu adalah kriteria utama untuk menjawab pertanyaan percobaan, seperti apabila perlakuan berkaitan dengan pengendalian hama atau penyakit tertentu atau pengujian tingkat ketahanan varietas. Percobaan B adalah percobaan lainnya di luar jenis A.
2. Untuk percobaan A, gunakan teknik Anova hanya apabila keragaman kerusakan hama terjadi sebelum perlakuan dilaksanakan
3. Untuk percobaan B, teknik Anova dapat digunakan untuk mengoreksi setiap keragaman dalam kerusakan hama itu apakah terjadi sebelum atau sesudah perlakuan dilaksanakan.

2.1.1.5. Ketidakseragaman dalam Cekaman Lingkungan

Untuk memilih varietas yang tahan terhadap cekaman lingkungan tertentu, biasanya genotip yang diuji diperlakukan dalam lingkungan tertentu, misalnya ketahanan terhadap serangan hama dan penyakit, kekeringan, kelebihan air, salinitas, keracunan besi, atau tingkat kesuburan tanah yang rendah. Dalam percobaan seperti ini relatif sulit untuk memperoleh tingkat keseragaman perlakuan cekaman lingkungan tertentu terhadap genotip yang diuji. Teknik yang digunakan umumnya adalah dengan menanam genotip pembanding yang telah diketahui tingkat ketahanannya terhadap cekaman lingkungan yang dimaksud. Genotip yang peka

biasanya digunakan dalam percobaan seperti ini, dan reaksi dari genotip yang peka yang terdekat atau berada di sekitar genotip yang diuji yang akan digunakan sebagai peragam.

2.1.1.6. Pengaruh Persaingan dalam Percobaan Rumah Kaca

Untuk percobaan di tingkat rumah kaca, walaupun potensi pengendalian lingkungannya lebih baik, tetapi keragaman di antara satuan-satuan percobaan seringkali lebih besar daripada percobaan lapangan. Kondisi seperti ini terutama disebabkan terbatasnya ruang yang tersedia sehingga ukuran satuan percobaannya lebih kecil daripada penelitian di lapangan. Dengan satuan percobaan yang kecil, maka pengaruh persaingan antar satuan percobaan yang berdekatan menjadi besar, sementara penggunaan tanaman pinggir hampir tidak mungkin untuk dilakukan karena terbatasnya ruang. Dalam situasi seperti ini Anova dapat digunakan dengan data-data awal sebelum dilaksanakan perlakuan menjadi peragam untuk mengoreksi keragaman antar satuan percobaan.

2.1.2. Pendugaan Data yang Hilang

Metode analisis ragam baku tidaklah langsung dapat digunakan bagi satu atau lebih data pengamatan yang hilang. Metode yang paling umum digunakan untuk menangani data yang hilang adalah dengan teknik rumus data yang hilang, dan kemudian analisis ragam baku kemudian digunakan setelah data yang hilang diduga. Anova dapat digunakan bagi sembarang jumlah data yang hilang. Satu peragam dinyatakan pada setiap pengamatan yang hilang. Teknik ini memberikan gugus nilai yang sesuai untuk setiap peragam.

2.1.3. Penafsiran Hasil Penelitian

Teknik Anova dapat membantu menafsirkan dan menyajikan pengaruh perlakuan pada sifat utama yang diamati Y , dalam banyak hal sama dengan yang digunakan pada analisis regresi dan korelasi. Perbedaan utama antara penggunaan Anova untuk pengendalian galat dan untuk membantu menafsirkan hasil adalah dalam hal peubah yang digunakan. Untuk pengendalian galat, pengamatan tidak boleh dipengaruhi oleh perlakuan yang diuji, tetapi untuk tujuan membantu menafsirkan hasil percobaan maka peragamnya harus mempunyai hubungan dengan pengaruh perlakuan. Sebagai contoh, dalam percobaan pengaruh berbagai tingkat kedalaman air pada tanaman padi. Dalam hal ini perlakuan dapat mempengaruhi terhadap hasil gabah maupun terhadap populasi gulma. Melalui Anova

dapat diketahui dengan jelas bahwa hasil gabah yang diperoleh itu apakah karena pengaruh perlakuan tingkat kedalaman air atau karena pengaruh dari populasi gulma.

2.2. Asumsi

Beberapa asumsi dasar yang harus dipenuhi agar Ankonva ini menjadi tepat dan valid dalam penggunaannya adalah sebagai berikut :

1. Peragam atau peubah pengiring (X) bersifat tetap, diukur tanpa kesalahan, dan tidak berkorelasi (atau bersifat bebas) dengan perlakuan yang dicoba. Asumsi ini menunjukkan bahwa peragam (X) tidak dipengaruhi oleh perlakuan, peubah pengiring diukur tanpa kesalahan, dan koefisien regresi harus homogen antara berbagai perlakuan yang dicoba
2. Regresi atau hubungan pengaruh antara peragam (X) dengan peubah respon (Y) harus bersifat linier dan bebas dari perlakuan atau blok (kelompok ulangan) percobaan
3. Galat percobaan harus timbul secara acak, menyebar secara bebas dan normal dengan nilai tengah sama dengan nol dan ragam homogen (σ^2)
4. Data yang terkumpul harus berasal dari rancangan yang teracak. Asumsi ini menunjukkan bahwa perlakuan harus bersifat acak terhadap keseluruhan unit percobaan apabila dalam penelitian percobaan, dan atau data yang terkumpul diambil secara acak dari populasi yang relevan apabila berupa penelitian observasi.

2.3. Model Matematik

Model matematik untuk Ankonva pada dasarnya hampir sama dengan model matematik Anova dan modelnya tergantung dari rancangan penelitian yang digunakan. Perbedaannya adalah bahwa model Ankonva merupakan gabungan atau kombinasi dari model Anova dengan model regresi. Contoh model matematik untuk RAK adalah sebagai berikut :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \kappa_j + \beta(X_{ij} - X_{..}) + \epsilon_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, t; \quad j = 1, 2, \dots, r_i$$

Keterangan :

Y_{ij}	=	nilai pengamatan perlakuan ke-i dalam kelompok ke-j
μ	=	nilai tengah populasi
τ_i	=	pengaruh aditif dari perlakuan ke-i
κ_j	=	pengaruh aditif dari kelompok ke-j
β	=	koefisien regresi yang menunjukkan hubungan ketergantungan peubah respon pada peubah pengiring
X_{ij}	=	pengaruh peubah pengiring terhadap peubah respon yang berkaitan dengan pengamatan Y_{ij}
$X_{..}$	=	nilai rata-rata umum peubah pengiring
ϵ_{ij}	=	galat percobaan yang timbul pada pengamatan peubah respon ke-i yang diambil dari kelompok ke-j

Berdasarkan pada model matematik di atas dapat diketahui bahwa Ankova merupakan gabungan dari model Anova dengan model regresi. Nilai β merupakan nilai koefisien regresi yang menunjukkan hubungan ketergantungan peubah respon (yang menjadi fokus utama penelitian) terhadap peragam (yang diduga berpengaruh terhadap peubah respon tetapi tidak dipengaruhi oleh perlakuan).

TELADAN ANALISIS DATA

PERCOBAAN TANAMAN LADA

3.1. Bahan dan Metoda

Suatu penelitian percobaan telah dilakukan oleh Wardiana *et al.*, (2009) dengan tujuan untuk menganalisis peran mikoriza mikofer, zeolit, dan pupuk organik dalam mempertahankan pertumbuhan dua varietas unggul tanaman lada (Natar-1 dan Natar-2) terhadap kondisi cekaman air. Percobaan ini dilakukan di rumah kaca Kebun Percobaan Cahaya Negeri, Lampung Utara, pada ketinggian tempat 170 m di atas permukaan air laut dengan jenis tanah Podsolik Merah Kuning, mulai bulan Mei sampai Desember 2009. Tanaman percobaan ditanam dalam plot plastik berukuran tinggi dan diameter masing-masing 30 cm, dan bobot media tanam sebagai perlakuan ditambah bobot tanaman percobaan (bobot tanpa pot) masing-masing 12 kg.

Rancangan lingkungan yang digunakan adalah rancangan petak terpisah (*split plot design*) dengan lima ulangan. Sebagai petak utama (**M**) adalah penggunaan kombinasi mikoriza mikofer, zeolit, dan pupuk organik yang terdiri dari tiga taraf : **M₁** (10795 g tanah + 1195 g zeolit + 10 g mikoriza), **M₂** (5995 g tanah + 5995 g pupuk organik + 10 g mikoriza), dan **M₃** (6000 g tanah + 6000 g pupuk organik). Sebagai anak petak (**V**) adalah dua varietas unggul lada, **V₁** (Natar-1) dan **V₂** (Natar-2), masing-masing berumur tiga bulan. Sebelum diaplikasikannya perlakuan, selama satu bulan tanaman dipelihara dengan baik sesuai dengan standar operasional prosedur (SOP) agar tumbuh secara normal dan stabil. Setelah itu, tanaman dibiarkan tumbuh tanpa diberikan lagi penyiraman (perlakuan cekaman air) sampai akhir penelitian.

Pengumpulan data dilakukan pada umur 10 minggu setelah perlakuan cekaman air, dan peubah respon yang diukur diantaranya adalah : jumlah daun/pohon, panjang daun, lebar daun, panjang ruas, jumlah ruas, diameter batang, volume akar, bobot segar dan kering akar dan tajuk, nisbah bobot kering akar dan tajuk, kadar prolin dan asam absisat (ABA) di daun, kadar air tanah, dan persentase kelayuan tanaman. Namun demikian, peubah yang akan menjadi teladan pada tulisan ini dibatasi pada tiga peubah yang disebut lebih awal (jumlah daun/pohon, panjang daun, dan lebar daun).

Di samping pengamatan-pengamatan tersebut di atas, pada saat awal percobaan (sebelum diaplikasikannya perlakuan) dilakukan juga pengumpulan data terhadap ketiga

peubah yang dimaksud (jumlah daun/pohon, panjang daun, dan lebar daun). Data-data ini nantinya akan dianalisis dan digunakan sebagai peragam atau peubah pengiring (*covariate*) karena diduga akan berpengaruh terhadap peubah respon. Pengumpulan data peubah pengiring ini dilakukan sebelum diaplikasikannya perlakuan, oleh karena itu peubah ini tentunya tidak dipengaruhi oleh perlakuan yang dicoba. Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah :

- H_0 = paling sedikit terdapat satu perlakuan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan jumlah daun, panjang daun, dan atau lebar daun dua varietas tanaman lada
- H_1 = tidak terdapat pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan jumlah daun, panjang daun, dan atau lebar daun dua varietas tanaman lada.

Dalam percobaan ini, rancangan dasar yang digunakan adalah acak kelompok dan stratifikasi atau upaya pengelompokkan bahan percobaan (bibit tanaman) ke dalam kelompok yang lebih homogen didasarkan pada habitus atau besar-kecilnya bibit. Selanjutnya kelompok-kelompok bahan hasil stratifikasi ditempatkan sesuai dengan blok-blok ulangan yang ada dengan tujuan untuk mengurangi galat percobaan yang disebabkan oleh efek heterogenitas bahan percobaan. Namun demikian, seperti telah dikemukakan sebelumnya bahwa variasi antar plot-plot percobaan tidak dapat dikendalikan karena penempatan perlakuan ke dalam plot-plot dalam satu blok ulangan dilakukan secara acak dan bebas terhadap penempatan di blok ulangan lainnya (Gambar 1). Hal ini pun merupakan bagian dari suatu galat percobaan. Dalam situasi seperti ini, Anкова mempunyai peranan penting dalam upaya mengurangi galat percobaan dan meningkatkan ketepatan hasil analisis sehingga kesimpulan penelitian yang akan diperoleh menjadi lebih baik. Analisis data dalam percobaan ini dibantu oleh software *Statistica50 for Windows*.



Gambar 1. Ketidakseragaman tegakan pada percobaan tanaman lada

(Sumber : Wardiana *et al.*, 2009)

3.2. Langkah-langkah Analisis

3.2.1. Analisis Regresi dan Koreksi Data

Hasil analisis regresi melalui Anova menunjukkan hasil yang nyata untuk ketiga peubah yang diamati (Tabel 1). Hal ini memberikan informasi bahwa di samping pengaruh perlakuan yang dicoba, ternyata peubah pengiring juga berpengaruh terhadap peubah respon. Oleh karena itu langkah berikutnya adalah mengupayakan agar peubah respon itu benar-benar terbebas dari pengaruh peubah pengiring, atau dengan kata lain bahwa peubah respon itu benar-benar hanya dipengaruhi oleh faktor perlakuan saja. Upaya ini dapat dilakukan dengan cara mengoreksi data peubah respon yang telah disediakan dalam Anova. Hasil data terkoreksi dan data sebelum koreksi disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa setelah dilakukan koreksi maka terjadi perubahan data peubah jumlah daun, panjang daun, dan lebar daun, tetapi dengan nilai rata-rata umum yang masih sama. Data-data hasil koreksi ini merupakan data peubah respon yang telah terbebas dari adanya pengaruh peragam, atau dengan kata lain bahwa variasi data peubah respon ini muncul karena semata-mata hanya diakibatkan oleh faktor perlakuan yang dicoba. Data terkoreksi ini selanjutnya akan digunakan dalam proses analisis selanjutnya melalui Anova untuk memperoleh hasil dan informasi yang akan digunakan bagi kepentingan penarikan kesimpulan suatu penelitian.

Tabel 1. Pengujian regresi antara peubah pengiring dengan peubah respon

No	Peubah pengiring	Koefisien regresi	Simpangan baku	Nilai t-hitung	Nilai peluang (p)
1	Jumlah daun awal	0.89502	0.29104	3.08	0.0106 *
2	Panjang daun awal	1.00355	0.37089	2.71	0.0204 *
3	Lebar daun awal	0.80975	0.24309	3.33	0.0067 **

Keterangan : * dan ** masing-masing nyata pada taraf 5 dan 1%

3.2.2. Penghitungan Anova

Langkah selanjutnya setelah diperoleh sekumpulan data hasil koreksi melalui Ankova adalah menganalisisnya melalui Anova seperti yang umum dilakukan. Hasil analisis melalui Anova untuk peubah jumlah daun, panjang daun, dan lebar daun sebelum dan setelah koreksi berturut-turut disajikan pada Tabel 3, 4, dan 5. Berdasarkan pada ketiga tabel tersebut dapat diketahui bahwa terjadi efek interaksi MxV yang nyata ($p < 0.05$) pada data peubah respon jumlah daun setelah koreksi, sedangkan terhadap data sebelum koreksi tidak nyata ($p > 0.05$).

Terhadap peubah respon panjang daun dan lebar daun terjadi efek mandiri M yang nyata ($p < 0.05$), baik pada data sebelum koreksi maupun setelah koreksi. Apabila dilihat dari nilai kuadrat tengah galat percobaan (ϵ_1 dan ϵ_2), ternyata terjadi penurunan pada hasil analisis data setelah koreksi dibandingkan dengan data sebelum koreksi pada ketiga peubah respon yang diamati. Hal ini menunjukkan bahwa Ankova mempunyai peranan penting dalam menurunkan galat percobaan.

Tabel 2. Data jumlah daun, panjang daun, dan lebar daun sebelum dan setelah koreksi

No	Jumlah daun		Panjang daun		Lebar daun	
	Sebelum koreksi	Setelah koreksi	Sebelum koreksi	Setelah koreksi	Sebelum koreksi	Setelah koreksi
1.	10.33	9.66	9.53	9.67	4.60	5.13
2.	13.00	9.34	11.60	9.97	6.77	6.00
3.	7.00	7.22	9.17	9.28	7.73	7.38
4.	8.33	9.75	9.50	9.21	5.40	5.69
5.	20.67	19.10	10.13	11.18	4.93	5.28
6.	14.33	15.15	11.73	11.04	7.13	6.61
7.	9.33	8.66	10.37	9.74	6.00	5.70
8.	10.00	12.60	11.47	12.28	6.77	6.63
9.	15.00	14.33	10.73	10.64	6.43	6.27
10.	10.00	10.52	8.60	8.44	4.73	4.70
11.	20.67	18.79	10.07	10.98	5.87	6.56
12.	24.00	23.02	11.07	9.57	5.87	6.84
13.	6.33	7.50	7.50	8.68	4.87	5.35
14.	12.33	10.76	10.00	10.58	5.80	6.23
15.	8.67	6.50	10.27	10.31	5.83	5.67
16.	10.67	12.37	8.90	10.34	4.93	5.82
17.	12.00	14.60	12.27	12.51	7.53	7.21
18.	12.00	11.62	10.37	9.67	5.43	5.51
19.	17.00	17.22	11.50	10.41	5.97	5.50
20.	11.00	10.02	10.37	10.28	6.10	5.66
21.	14.67	16.68	10.93	11.41	6.67	7.12
22.	11.67	13.08	9.27	10.55	5.70	5.97
23.	14.00	15.41	11.20	11.31	6.67	7.20
24.	21.67	21.58	10.00	10.41	6.17	6.41
25.	14.00	11.54	10.53	9.34	5.73	3.43
26.	17.33	14.87	9.73	9.17	5.53	5.47
27.	12.00	11.02	11.67	12.58	6.70	7.39
28.	10.00	13.50	9.20	8.61	5.23	4.53
29.	14.67	14.58	11.03	11.41	6.47	6.38
30.	15.67	17.37	12.13	11.27	7.73	7.60
Rataan	13.29	13.29	10.36	10.36	6.05	6.05

Tabel 3. Anova peubah respon jumlah daun sebelum dan setelah koreksi

No	Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	Nilai F-hitung	Nilai peluang (p)
A	<u>Sebelum koreksi :</u>					
1	Blok ulangan (U)	4	93.0052	23.2513	1.43	0.3075
2	M	2	94.6141	47.3070	2.92	0.1119
3	MxU (ϵ_1)	8	129.8080	16.2260	-	-
4	V	1	91.2949	91.2949	10.39	0.0073 **
5	MxV	2	35.6753	17.8377	2.03	0.1740
6	UxMxV(ϵ_2)	12	105.4220	8.7852	-	-
	Total	29	549.8190	-	-	-
B	<u>Setelah koreksi :</u>					
1	Blok ulangan (U)	4	106.8080	26.7021	1.88	0.2066
2	M	2	55.3204	27.6602	1.95	0.2039
3	MxU (ϵ_1)	8	113.3310	14.1664	-	-
4	V	1	108.6630	108.6630	23.00	0.0004 **
5	MxV	2	62.2805	31.1403	6.59	0.0117 *
6	UxMxV(ϵ_2)	12	56.6856	4.72380	-	-
	Total	29	503.0890	-	-	-

Keterangan : * dan ** masing-masing nyata pada taraf 5 dan 1%

Tabel 4. Anova peubah respon panjang daun sebelum dan setelah koreksi

No	Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	Nilai F-hitung	Nilai peluang (p)
A	<u>Sebelum koreksi :</u>					
1	Blok ulangan (U)	4	2.37306	0.59326	0.70	0.6139
2	M	2	11.38510	5.69255	6.71	0.0195 *
3	MxU (ϵ_1)	8	6.79042	6.79042	-	-
4	V	1	0.65475	0.65475	0.53	0.4795
5	MxV	2	0.23526	0.11763	0.10	0.9094
6	UxMxV(ϵ_2)	12	14.74770	1.22897	-	-
	Total	29	36.18630	-	-	-
B	<u>Setelah koreksi :</u>					
1	Blok ulangan (U)	4	1.41044	0.35261	0.30	0.8730
2	M	2	11.75490	5.87743	4.93	0.0403 *
3	MxU (ϵ_1)	8	9.54513	1.19314	-	-
4	V	1	1.345E-06	1.345E-06	0.00	0.9989
5	MxV	2	3.92437	1.96218	2.66	0.1107
6	UxMxV(ϵ_2)	12	8.85448	0.73787	-	-
	Total	29	35.48930	-	-	-

Keterangan : * nyata pada taraf 5%

Tabel 5. Anova peubah respon lebar daun sebelum dan setelah koreksi

No	Sumber variasi	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	Nilai F-hitung	Nilai peluang (p)
A	<u>Sebelum koreksi :</u>					
1	Blok ulangan (U)	4	1.03700	0.25925	0.38	0.8155
2	M	2	8.45440	4.22720	6.24	0.0233 *
3	MxU (ϵ_1)	8	5.42246	0.67781	-	-
4	V	1	0.00298	0.00298	0.01	0.9417
5	MxV	2	0.13420	0.06710	0.13	0.8831
6	UxMxV(ϵ_2)	12	6.41235	0.53436	-	-
	Total	29	21.46340	-	-	
B	<u>Setelah koreksi :</u>					
1	Blok ulangan (U)	4	0.82336	0.20584	0.19	0.9389
2	M	2	12.01350	6.00674	5.44	0.0322 *
3	MxU (ϵ_1)	8	8.83254	1.10407	-	-
4	V	1	0.01361	0.01361	0.05	0.8248
5	MxV	2	1.35751	0.67876	2.55	0.1193
6	UxMxV(ϵ_2)	12	3.19231	0.26603	-	-
	Total	29	26.23280	-	-	-

Keterangan : * nyata pada taraf 5%

Berdasarkan pada hasil Anova data terkoreksi, langkah selanjutnya adalah menguji beda rata-rata perlakuan, baik untuk efek perlakuan mandiri maupun efek interaksinya dengan menggunakan uji BNJ (*Honestly Significant Different*) atau uji rata-rata lainnya pada taraf 5%.

3.2.3. Hasil Analisis

Berdasarkan pada Tabel 6 dan 7 dapat diketahui bahwa terjadi perbedaan hasil dalam uji beda rata-rata perlakuan antara data-data peubah respon yang belum dikoreksi (data awal) dengan data-data yang telah dikoreksi, baik untuk efek mandiri maupun efek interaksinya.

Efek interaksi MxV terhadap data peubah respon jumlah daun sebelum dikoreksi tidak menunjukkan pengaruh yang nyata (lihat juga Anova pada Tabel 3) walaupun selisihnya cukup besar (terutama antara M_2 dengan M_1 dan antara M_3 dengan M_1 pada varietas Natar-2). Hal ini mengindikasikan bahwa rancangan analisis data tersebut kurang efisien. Di lain pihak, pengujian terhadap data yang telah dikoreksi menunjukkan pengaruh yang nyata (lihat juga Anova pada Tabel 3), terutama sekali pada tanaman lada varietas Natar-2. Perlakuan M_2 dan

M₃ menghasilkan jumlah daun yang lebih banyak dibandingkan M₁, sedangkan antara M₂ dengan M₃ tidak berbeda nyata (Tabel 6). Perbedaan hasil ini juga terjadi pada efek mandiri M terhadap peubah panjang daun dan lebar daun (Tabel 7).

Tabel 6. Efek interaksi MxV terhadap peubah jumlah daun sebelum dan setelah koreksi

Perlakuan	Jumlah daun	
	Sebelum koreksi	Setelah koreksi
Varietas Natar-1 (V₁) :		
M ₁	10.40 a	11.45 a
M ₂	12.73 a	11.52 a
M ₃	11.47 a	11.15 a
Varietas Natar-2 (V₂) :		
M ₁	11.13 a	11.29 b
M ₂	16.40 a	16.50 a
M ₃	17.53 a	17.75 a
KK (%)	22.32	16.35

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNJ taraf 5%

Apabila ditinjau dari nilai koefisien keragamannya (KK) ternyata analisis terhadap data setelah koreksi menghasilkan nilai KK yang lebih rendah dibandingkan sebelum koreksi (Tabel 6 dan 7). Hal ini memberikan pengertian bahwa rancangan analisis data melalui Anova ternyata lebih efisien, dapat mengurangi besarnya galat percobaan, dan dapat meningkatkan ketelitian serta ketepatan hasil percobaan. Hasil penelitian lainnya yang menggunakan Anova dengan tujuan untuk lebih meningkatkan ketepatan hasil analisis telah dilakukan oleh Battaglia (1985); Matthews dan Bond (1987); Li Xinhai *et al.*, (1999); Karunaratne *et al.*, (2005); Ahmad *et al.*, (2007); Gordeyase, (2009); Wardiana (2010).

Tabel 7. Efek mandiri M terhadap peubah panjang dan lebar daun sebelum dan setelah koreksi

Perlakuan	Panjang daun		Lebar daun	
	Sebelum koreksi	Setelah koreksi	Sebelum koreksi	Setelah koreksi
M₁	9.49 b	9.50 b	5.32 b	5.18 b
M₂	10.79 a	10.97 a	6.24 a	6.26 ab
M₃	10.81 a	10.62 ab	6.57 a	6.68 a
KK (%)	10.70	8.29	12.10	8.54

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom menunjukkan tidak berbeda nyata menurut uji BNJ taraf 5%

PENUTUP

1. Ankova adalah merupakan alat analisis data yang dalam analisisnya merupakan gabungan model anova dan model regresi
2. Peran dan fungsi utama Ankova dalam penelitian pertanian adalah dapat mengendalikan galat percobaan, dapat mengoreksi rataan respon perlakuan, dapat membantu dalam menafsirkan hasil percobaan, dan dapat digunakan dalam menduga serta menganalisis data yang hilang
3. Penggunaan Ankova pada percobaan tanaman lada ternyata dapat menurunkan galat percobaan dan dapat meningkatkan ketelitian hasil percobaan, sehingga pada akhirnya interpretasi hasil percobaan menjadi lebih baik.

KEPUSTAKAAN

- Ahmad, N., S. Majumder¹, M. A. Miah and M. J. Uddin. 2007. Effect of edible fats and oils on the body weight gain and on weights of some selected organs in rats removing the impact of unequal feed intake. *Bangl. J. Vet. Med.*, 5 (1 & 2) : 107–110.
- Battaglia, R. 1985. Covariance analysis of soybeans objective yield maturity categories 7, 8, and 9. Statistical Research Division, Statistical Reporting Service, U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C. 20250. November 1985. Staff Report No. YRB-85-09. 14 p.
- Belin, T.R. and S.T. Normand. 2009. The role of ancova in analyzing experimental data. *Psychiatric Annals* 39 (7) : 753 – 758.
- Field, A. 2008. Analysis of covariance (Ancova). *Research Methods in Psychology*. 13 p.
- Garson, D. 2009. Univariate GLM, Anova, and Ancova. 86 p. [diakses tanggal 16 Oktober 2010).
- Gaspersz, V. 2006. Teknis analisis dalam penelitian percobaan. Jilid 1. Penerbit Tarsito, Bandung. 623 hal.
- Gordeyase, M. 2009. Efektivitas analisis peragam untuk mengendalikan galat percobaan pada rancangan acak kelompok dengan materi percobaan ternak babi. *Seminar Nasional Kebangkitan Peternakan – Semarang, 20 Mei 2009*. Hal 655 - 661.
- Guang-Hwa, C. 1993. Nonparametric analysis of covariance in blocks designs. *Dissertation in Mathematics*. Texas Tech University. 122 p.
- Karunaratne, P.M.A.S., A.W. Wijeratne, and J.B.D.A.P. Kumara. 2005. Linear estimation of girth as a covariate on yield parameters of rubber (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg.) : correlation of girth with latex volume and weight. *The Journal of Agricultural Sciences* 1 (1) : 7 – 11.
- Li Xinhai , W. Jinling, Y. Qingka i, J. Shaojie and W. Liming (1999). The effect of selection method on the association of yield and seed protein with agronomic characters in an interspecific cross of soybean. *Soybean Genetics Newsletter*. 6 p.
- Matthews, R.P. and D.C. Bond. 1987. Effect of delay in harvesting on sunflower yield estimates. National Agricultural Statistics Service, U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C. 20250, July 1987. Staff Report No. SRB-87-06. 11 p.

- Pearce, S.C. 2000. The statistical background to anova. University of Kent at Canterbury. Adapted by the Statistical Services Centre, The University of Reading, UK. 44 p.
- Schwarz, C.J. 2008. Sampling, regression, experimental design and analysis for environmental scientists, biologists, and resource managers. Chapt. 101 : Analysis of Covariance – Ancova. Department of Statistics and Actuarial Science, Simon Fraser University. 63 pp.
- Sjamsuddin, E. dan S.B. Justika. 2007. Prosedur statistik untuk penelitian pertanian. Edisi Kedua. Terjemahan dari : Gomez, K.A. and A.A. Gomez (1984). Statistical Procedures for Agricultural Research. UI-Press. 698 hal.
- Totowarsa dan S.A. Cucu. 1982. Teknik perancangan percobaan (rancangan dan analisis). Serial Pengembangan Dasar-Dasar Statistika Terapan No. STK 13. Faperta Unpad. 173 hal.
- Wardiana, E., E.T. Bambang, Rusli, N. Yuni yati, dan C. Firman. 2009. Perakitan varietas unggul lada toleran kekurangan air dengan produktivitas di atas 2.5 kg/pohon/tahun. Proposal Penelitian Kerjasama Dikti TA. 2009. Judul Kegiatan : Peningkatan ketahanan dua varietas lada terhadap kondisi kekurangan air melalui penggunaan mikoriza, zeolit, dan pupuk kandang. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aneka Tanaman Industri Sukabumi. 15 hal.
- Wardiana, E. 2010. Respon delapan varietas lada terhadap penurunan kadar air tanah. Dalam proses editing di Jurnal *Zuriat*, PERIPI. 12 hal.
- Yogita, G.. 2007. Analysis of covariance. Agricultural Statistics, Roll No. 4495. I.A.S.R.I., Library Avenue, New Delhi – 110 012. 15 p.

PEDOMAN PENULISAN

1. Sirkuler Teknologi Tanaman Rempah dan Industri merupakan publikasi semi ilmiah yang memuat hasil penelitian komoditas tanaman rempah dan tanaman industri yang belum pernah diterbitkan.
2. Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris, diketik pada kertas HVS ukuran A4 dengan jarak 1,5 spasi, dalam format MS Word, font New Times Roman 12, 25 halaman.
3. Judul ringkas, padat, jelas, menggambarkan isi dan substansi tulisan serta tidak lebih dari 15 kata.
4. Penyusun ditulis tanpa gelar.
5. Kata pengantar ditulis secara ringkas menghantarkan informasi dan tujuan penerbitan sirkuler ini.
6. Struktur naskah terdiri dari pendahuluan, informasi teknologi dan analisa usahatani.
7. Ucapan terima kasih bila dipandang perlu dapat dikemukakan diakhir naskah.
8. Bahan bacaan, memuat nama pengarang, tahun penerbit, judul tulisan, terbitan, volume, nomor seri dan kota terbitan, disusun secara alfabetis, mengacu pada model standar.
9. Naskah dikirim kepada Unit Penerbitan & Publikasi Balittri sebanyak satu eksemplar disertai file elektronik atau melalui e-mail: uppublikasi@gmail.com.

