METODOLOGI PENELITIAN BIOLOGI

Dr. Bambang Subali, M.S.

Jurusan Pendidikan Biologi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Yogyakarta

2011

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat Allah sehinga buku diktat Metode Penelitian Biologi dapat saya perbaiki disesuaikan pengaturan SKS perkuliahan seri metodologi, yakni adanya mata kuliah Metodologi Penelitian Biologi dengan bobot 2 SKS dan lanjutannya diberi nama dengan mata kuliah Rancangan Percobaan.

Dalam mata kuliah Metode Penelitian Biologi diberikan materi untuk mengembangkan kompetensi yang berkait dengan dasar-dasar metodologi penelitian, baik dengan menggunakan metode noneksperimen, termasuk di dalamnya desain eksposfakto, dan desain eksperimen. Sementara dalam mata kuliah Rancangan Percobaan selain difokuskan pada materi untuk mengembangkan kompetensi yang berkait dengan metode eksperimen kategori lanjut, jugadisipkan metode noneksperimen yang berkategori lanjut pula, khususnya untuk penelitian ekologi.

Kritik dan saran sangat saya perlukan untuk penyempurnaan buku ini ke depan.

Yogyakarta, 2011

Penulis

BAB 1. JENIS-JENIS PENELITIAN DALAM BIOLOGI

Dalam penelitian biologi dikenal ada penelitian deskriptif/noneksperimen dan penelitian eksperimen. Penelitian deskriptif/noneksperimen yaitu penelitian yang tidak disertai manipulasi oleh peneliti secara sengaja terhadap variabel bebas. Penelitian deskriptif juga dapat berupa penelitian yang tidak memiliki variabel bebas. Selain itu, pengendalian terhadap variabel penekan/pengganggu/eksternal (*nuisance/suppressor/ external variable*) tidak dikendalikan secara penuh, namun dilakukan dengan memilah kondisi yang berbeda untuk memilih kondisi yang sama/homogen setiap variabel penekan yang bersangkutan. Sebagai contoh, untuk meneliti pengaruh ketinggian tempat terhadap ukuran buah mangga maka peneliti menetapkan satu vaarietas pohon mangga untuk diteliti, misalnya ditetapkan mangga harumanis. Hal ini dilaakukan karena berbeda untuk varietas berbeda ukuran buahnya (berat, panjang dan diameter buah). Usia pohon dipilih yang relatif sama. Hal ini dapat diperoleh dengan cara dengan menanyakan kepada pemiliknya kapan pohon itu di tanam. Karena setiap pohon mangga tidak selalu berbunga secara serempak maka buah mangga yang diukur adalah buah mangga terbesar yang dipetik dari tiap pohon.

Penelitian eksperimen adalah penelitian yang dicirikan oleh adanya manipulasi terhadap variabel bebas secara sengaja oleh peneliti. Tujuan penelitian eksperimen adalah untuk mengungkap akibat yang terjadi pada variabel tergayut akibat pengaruh kinerja dari variabel bebas. Dengan demikian, variabel bebas berkedudukan sebagai faktor yang menjadi penyebab terjadinya variasi respons pada variabel tergayut. Oleh karena itu sebagai faktor maka variabel bebas dalam eksperimen juga berkedudukan sebagai variabel prediktor. Sementara, variabel tergayut sebagai variabel respons.

Agar dalam penelitian eksperimen tidak ada faktor lain yang tidak dimanipulasi oleh peneliti ikut mempengaruhi respons variabel tergayut maka semua faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil eksperimen harus dikendalikan. Dengan demikian semua variabel yang berkedudukan sebagai variabel-vaariabel penekan/pengganggu/ eksternal (*nuisance/suppressor/external variables*) harus dikendalikan sehingga menjadi variabel-variabel yang terkendali (*control variables*).

A. JENIS PENELITIAN DESKRIPTIF

1. Jenis Penelitianj Deskriptif Berdasarkan Cara Melakukan Penelitiannya

Penelitian deskriptif dibedakan antara penelitian observasi dan penelitian eksposfakto.

a. Penelitian observasi

Penelitian observasi dalam bidang Biologi dilakukan untuk memotret keadaan suatu variabel atau keadaan satu atau lebih variabel tergayut akibat adanya variabel bebas. Hubungan antar variabel bebas dan variabel tergayut dapat berupa hubungan sebab akibat jika hubungan antarkeduanya bersifat asimeteris. Sebagai contoh, kandungan hara N dan P di dalam tanah menjadi penyebab terhadap laju pertumbuhan tanaman.

Hubungan antara variabel bebas dan tergayut dapat berupa hubungan kecenderungan apabila hubungan bersifat simeteris. Hal ini terjadi jika baik variabel bebas dan variabel tergayut yang diteliti sebenarnya dipengaruhi oleh variabel penyebab yang lain. Misalnya seorang peneliti ingin mengetahui hubungan antara frekuensi pernafasan dan denyut nadi pada anak balita. Frequensi pernafasan dan denyut nadi merupakan variabel yang dipengaruhi oleh aktivitas dan besarnya postur tubuh. Dengan demikian, hubungan antara frequensi pernafasan dan denyut nadi bukan hubungan sebab akibat.

b. Penelitian eksposfakto

Pada mulanya penelitian eksposfakto tidak dibedakan dengan penelitian observasi dalam ilmu alamiaah atau penelitian survei dalam ilmu sosial. Namun demikian, ada sesuatu yang spesifik yang akhirnya jenis penelitian ini dipisahkan dari penelitian survei dan diberi nama penelitian eksposfakto. Dalam penelitian biologi disebut eksposfakto karena faktanya diduga telah berubah akibat adanya peristiwa yang telah dialami oleh sekelompok mahluk hidup. Peristiwa itu merupakan suatu ekhibisi berupa perubahan/perbedaan kondisi, yang diduga telah mempengaruhi subjek yang bersangkutan sehingga akhirnya menjadi berbeda dengan keadaan semula. Jadi, hampir mirip dengan ”faktor perlakuan” atau ”faktor intervensi” (*treatment* atau *intervension*)

pada penelitian eksperimen, atau cukup disingkat dengan faktor. Bedanya adalah bahwa ”perlakuan” atau ”intervensi” yang terjadi pada peristiwa eksposfakto bukan karena sengaja dimanipulasi oleh peneliti sejak awal penelitian sebagaimana dilakukan peneliti pada penelitian eksperimen. Pada penelitian eksperimen, variabel bebas dimanipulasi dengan sengaja sehingga dijadikan faktor yang diharapkan akan memberi pengaruh dalam bentuk hubungan sebab akibat dengan variabel tergayutnya. Oleh karena itu variabel bebas akan berkedudukan sebagai prediktor, dan variabel tergayut sebagai variabel respons atau disebut pula dengan *criterion*. Agar dapat diyakini bahwa perbedaan respons akibat pengaruh faktor yang dimanipulasi maka peneliti akan mengontrol semua variabel lain yang sekiranya dapat berkedudukan sebagai *suppressor/nuisance variable* atau variabel pengganggu/penekan yang dapat mempengaruhi variabel respons. Pengontrolan dilakukan dengan cara menghomogenkan kondisi dari setiap *suppressor variable* tersebut.

Menurut Kirk (1995) Ada beberapa desain penelitian eksposfakto, yakni

1) ***Retrospective Studies***

Retrospective studies merupakan studi eksposfakto yang fokusnya untuk **meneliti sesuatu yang menjadi penyebab sehigga terjadi fakta yang ditemukan sekarang**. Contoh yang paling terkenal adalah bahwa ternyata pengaruh sinar radioaktif terhadap kesehatan manusia dapat terungkap setelah menyelidiki orang-orang yang dulu terkena radiiasi mengion dari bom atom yang diledakkan pada Perang Dunia II di Hirosima dan Nagasaki. Jadi para penderita berbagai penyakit ternyata diindap oleh orang-orang yang terkena radiasi dari ledakan bom tersebut. **Oleh karena itu, dalam cara menelitinya dapat dipisahkan dengan cara *retrospective cohort studies* atau dengan cara *historical cohort studies***, dapat pula dengan cara membandingkan dua kelompok yang berbeda. Dalam hal ini, membandingkan antara kelompok yang terekshibisi dan yang tidak terkena ekshibisi oleh suatu peristiwa tertentu. Cara kedua ini disebut dengan istilah ***case-control studies* atau *case-reference group*. *Case group* adalah kelompok yang terekshibit (terpapar oleh keadaan tertentu yang berbeda) dan *control group* atau *reference group* adalah kelompok yang tidak terekshibit**.

Pada *retrospective cohort studies* hanya ada satu variabel bebas dan banyak variabel tergayut yang diteliti. Variabel bebasnya hanya peristiwa ledakan bom, namun akibat yang ditimbulkan adalah munculnya banyak penyakit yang masing-masing sebagai variabel tergayut. Sebaliknya, pada ***case-control studies*, umumnya ada banyak variabel bebas dengan hanya satu variabel tergayut** yang diteliti.

2) *Prospective Studies*

Prospective studies merupakan studi eksposfakto dengan tujuan ingin melihat apa yang akan terjadi ke depan setalah sekelompok subjek tereksibit/terpapar oleh suatu keadaan tertentu yang lain dengan sebelumnya. Oleh karena itu, studi ini juga disebut *follow-up studies* atau *longitudinal studies* atau *cohort study*. Penelitian ini untuk mengtehaui dampak lanjut dari suatu kelompok yang tereskpos dan yang tidak tereskpos. Sebagai contoh Gordon dan Kannel tahun 1970 meneliti faktor-faktor yang berkait dengan penyakit kardiovaskuler. Lebih dari 5000 subjek penelitian selama 30 tahun telah diselidiki dengan melakukan pengecekan tiap 2 tahun sekali bahwa mereka tidak memiliki penyakit aterosklerosis (penyumbatan pembuluh darah oleh lemak), tetapi ternyata bahwa penyakit kardiovaskuler yang dialami akibat mereka mengalami hipertensi, meningkatnya kadar/derajat kolesterol serum darah, dan perilaku merokok.

Dalam *retrospective studies* objek penelitian dibedakan berdasarkan variabel tergayutnya jika diteliti melalui *case-control studies* atau *case-reference studies*. Dapat pula objek penelitian dibedakan berdasarkan variabel bebasnya kemudian diteliti faktor-faktor yang menjadi penyebab secara historis sehingga mereka berada pada kondisi yang sekarang. Pada kasus ledakan bom atom ada subyek yang terkena radiasi langsung. Kemudian digali apa penyebab yang ditimbulkan oleh radiasi tersebut sehingga mengakibatkan mereka yang terkena radiasi dari ledakan bom akhirnya mengalami banyak gangguan penyakit.

Dalam *prospective studies*, subjek penelitian diinisiasi/ditetapkan sejak penelitian dilakukan dan dibedakan berdasarkan variabel bebasnya. Kemudian setelah sekian tahun kemudian dilihat keadaan pada variabel tergayutnya. Dalam contoh di atas, orang-orang yang merokok, yang mengalami hipertensi juga yang mengalami

peningkatan kadar/derajat kolesterol dalam serum darahnya diselidiki apakah kemudian mengalami penyakit kardiovaskuler setelah sekian tahun kemudian.

3) *Longitudinal Studies*

Pada penelitian tentang penyakit kardiovaskuler di atas, peneliti butuh waktu 30 tahun untuk dapat mengngkap bahwa penyakit kardiovaskuler dapat terjadi bukan karena akibat penyakit arterosklerosis, melainkan karena erat kaitannya dengan hipertensi, naiknya derajat kolesterol dalam serum, dan akibat perilaku merokok. Jadi kendalanya tentu sayj besarnya biaya yang dan waktu yang harus digunakan untuk penelitian tersebut.

4) *Cross-sectional Studies*

Melalui *cohort study* peneliti dapat membandingkan dua atau lebih kelompok cohort (kelompok yang terpapar dengan kondisi-kondisi yang berlain-lainan). Dengan demikian peneliti dapat membandingkan dua atau lebih kelompok yang diteliti untuk menggali ada tidaknya akibat atau perbedaan yang muncul kemudian. Sebagai contoh suatu penelitian ingin menggali penyebab timbulnya penyakit karies pada gigi yang dialami oleh kelompok yang berbeda kandungan flour yang ada di dalam air minum akibat perbedaan kondisi lingkungannya temapt merekaa bermukim.

2. Jenis Penelitian Deskriptif Berdasarkan banyak variabel penelitian

Penelitian Deskriptif dapat dibedakan berdasarkan banyaknya variabel yang diteliti. Dalam hal ini, dikenal adanya penelitian deskriptif monovariat, deskriptif bivariat, dan deskriptif multivariat.

a. Penelitian Deskriptif Monovariat:

Penelitian deskriptif tanpa variabel bebas, yakni penelitian terhadap suatu variabel tanpa adanya variabel yang mempengaruhinya. Penelitian monovariat tetap memiliki bobot yang tinggi sepanjang variabel yang diteliti memang belum pernah diungkap data empirisnya.

Contoh:

1) Perilaku kompetisi intraspesifik pejantan pada populasi singa.
2) Perilaku kawin ular anakonda.
3) Deskripsi ciri anatomi hewan komodo.
4) Perilaku kucing betina dalam memelihara anak.

b. Penelitian Deskriptif Bivariat

Penelitian deskriptif yang meneliti hubungan dua macam variabel, Salah satu variabel berkedudukan sebagai variabel bebas dan yang satunya berkedudukan sebagai variabel tergayut. Hubungan variabel bebas dan variabel tergayut harus logis dan didukung oleh teori dan hasil penelitian yang relevan.

Contoh:

1) Performansi morfologi rumput teki di bawah di bawah tegakan Acacia dan di tempat terbuka. Dalam hal ini, rasional yang dijadikan dasar berpijak bahwa ada pengaruh variabel bebas, yakni keberadaan tegakan dan performans morfologi rumput teki. Variabel bebas terdiri atas kategori atau atribut I yakni tanpa tegakan yang menaunginya (tempat terbuka) dan kategori atau atribut II yakni ada tegakan yang menaunginya (tegakan Acacia). Rasional hubungan variabel bebas dan tergayit bahwa performansi tumbuhan teki (variabel tergayut) sebagai tumbuhan bawah tergatung kepada laju metabolisme. Salah satu proses metabolisme berupa proses fotosintesis. Proses fotosintesis tergantung kepada kekayaan klorofil dan sifat klorofil tumbuhan yang bersangkutan terhadap intensitas cahaya. Intensitas cahaya tergantung kepada keberadaan tegakan (variabel bebas) yang menaunginya. Tinggi rendahnya intensitas cahaya juga akan mempengaruhi kinerja hormon auxin yang akan berakibat kepada pertumbuhan meninggi dari tumbuhan yang bersangkutan.
2) Performansi morfologi rumput teki di bawah di bawah tegakan Acacia dan tegakan Eucalyptus. Dalam hal ini variabel bebasnya adalah keberadaan tegakan, terdiri atas kategori atau atribut I yakni tanpa tegakan yang menaunginya (tempat terbuka) dan kategori atau atribut II yakni ada tegakan yang menaunginya (tegakan Acacia). Rasionalnya sama dengan contoh nomor 1, ditambah wahwa

berbeda tegakan berbeda kerapatan tajuknya dan berbeda kerapatan tajuk pohon berarti akan berpengaruh terhadap intensitas cahaya yang diterima tumbuhan bawah.

Penelitian bivariat berdasarkan tujuannya dapat dibedakan menjadi beberapa macam penelitian, yakni

1) Penelitian deskriptif dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan respons yang terjadi pada variabel tergayut akibat adanya pengaruh variabel bebas.

   Contoh pertama, penelitian tentang performansi morfologi rumput teki kaitannya dengan keberadaan tegakan yang menaunginya maka peneliti dapat mempertanyakan apakah performansi rumput teki di bawah tegakan Acacia dan di tempat terbuka. Performansi tersebut dapat dilihat dari parameter ukuran daun, yakni panjang dan lebar daun, serta ukuran rizoma (dalam hal ini misalnya yang diukur adalah masa atau beratnya).

   Contoh kedua, penelitiaan tentang keragaman jarak antar daun terdekat pada pohon Jambu berdasarkan letak ranting pada batang. Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah letak cabang pada pohon yang terdiri atas 3 kategori yakni letak ranting pada cabang bawah, cabang tengah, dan cabang atas. Variabel tergayut berupa jarak antar daun terdekat pada ranting.

   Contoh ketiga, penelitian tentang keragaman ukuran daun tanaman padi berdasarkan posisi tanaman padi terhadap pematang. Variabel bebas: posisi tanaman padi terhadap pematang dengan 4 kategori yakni baris pertama dari pematang, baris ketiga dari pematang, baris kelima dari pematang, dan baris ketujuh dari pematang. Variabel tergayut berupa ukuran daun dengan parameter panjang daun, panjang helaian daun, dan lebar helaian daun.

2) Penelitian deskriptif dengan tujuan untuk mengetahui pola hubungan atau pola respons antara variabel tergayut dengan variabel bebasnya. Dalam hal ini baik variabel bebas maupun variabel tergayut merupakan variabel kuantitatif, dan variabel bebas sebagai variabel prediktor.

Sebagai contoh, penelitian untuk menyelidiki perubahan ukuran buah mangga harumanis berdasarkan ketinggian tempat, maka peneliti akan mendata baik ukuran tinggi tempat di mana pohon mangga harumanis tumbuh dan besarnya ukuran buah mangga. Misalnya, pada setiap ketinggian tertentu dan dijumpai sejumlah pohon mangga harumanis. Data diperoeh dengan mengukur tinggi tempat yang bersangkutan dari permukaan laut dan mengukur berat masing-masing sebuah mangga terbesar yang dipetik dari 5 pohon.

c. Penelitian Deskriptif Multivariat

Penelitian deskriptif yang melibatkan lebih dari dua variabel. Dalam hal ini, ada tiga kemungkinan yakni (1) banyak variabel bebas dengan satu variabel tergayut, (2) satu variabel beas denagn banyak variabel tergayut, dan (3) banyak baik variabel bebas maupun variabel tergayutnya.

1) Penelitian Deskriptif dengan Banyak Variabel Bebas dan Satu Variabel Tergayut

Dalam bidang ekologi, peneliti dapat menyelidiki bagaimana pengaruh banyak faktor lingkungan eksternal terhadap performansi suatu populasi, misalnya dari segi produktivitasnya.

Misalnya, suatu penelitian ekologi ingin menyelidiki berbagai faktor eksternal yang berkait dengan faktor edafik terhadap produktivitas tumbuhan bawah di tegakan *Eucalyptus urophyla*. Dalam hal ini meliputi akan diteliti baik faktor-faktor yang berkait dengan sifat kimia dan sifat fisik tanah. Sifat kimia tanah mencakup (1) pH tanah, (2) kandungan $N_{tersedia}$ (3) kandungan $P_{tersedia}$ (4) kandungan $K_{tersedia}$, dan (5) kandungan organik tanah. Sifat fisik tanah meliputi (1) kelembaban tanah, (2) tekstur tanah, (3) suhu tanah, (4) porositas tanah.

2) Penelitian Deskriptif dengan Satu variabel Bebas dan Banyak Variabel Tergayut

Variabel tergayut dapat dirinci menjadi lebih dari satu parameter. Sebagai contoh, ukuran daun dapat dibedakan menjadi panjang panjang tangkai daun, keliling tangkai daun, panjang helaian daun, daan lebar helaian daun. Dalam hal ini peneliti dapat menyelidiki pengaruh suatu variabel bebas katakanlah perbedaan jenis tanah terhadap

ukuran daun tanaman mangga harumanis. Ia dapat meneliti satu persatu dari parameter yang ada kaitannya dengan variabel bebas yang diteliti. Maksudnya, ia dapat menyelidiki bagaimana pengaruh jenis tanah terhadap panjang tangkai daun mangga harumanis, juga pengaruh jenis tanah terhadap keliling tangkai daun mangga harumanis, pengaruh jenis tanah terhadap panjang helaian daun mangga harumanis, dan pengaruh jenis tanah terhadap lebar helaian daun mangga harumanis. Karena ditinjau satu persatu paramater maka sifatnya menjadi bivariat. Akan tetapi, peneliti dapat menyelidiki secara simultan bagaimana pengaruh jenis tanah tersebut terhadap ukuran daun mangga berdasarkan seluruh parameter yang diselidiki menggunakan pendekatan multivariat. Dalam hal ini, analisis yang digunakan adalah analisis statistika multivariat. Karena perhitungannya sangat kompleks maka biasanya digunakan komputer sebagai alat bantu. Dalam program SPSS yang baru sudah tersedia menu untuk melakukan analisis ragam multivariat.

Contoh kedua, peneliti ingin menyelidiki keragaman ukuran daun Jambu dalam satu pohon berdasar letak mata angin. Dalam hal ini, variabel bebasnya adalah arah mata angin dengan 4 kategori yakni utara, selatan, barat dan timur. Variabel tergayut berupa ukuran daun dalam satu pohon dengan parameter berupa panjang daun, panjang helaian daun, dan lebar helaian daun. Analisis secara multivariat dilakukan untuk melihat keragaman ukuran daaun secara simultan.

Contoh lain misalnya penelitian tentang keragaman ukuran ranting terkecil pohon Jambu berdasarkan letak cabang pada batang. Variabel bebasnya berupa letak cabang pada pohon dengan 3 kategori/atribut, yakni cabang bawah, cabang tengah, dan cabang atas. Variabel tergayut berupa ukuran ranting mencakup parameter panjang ranting, diameter ranting, dan banyaknya titik tempat duduk daun pada ranting.

3) Penelitian Deskriptif dengan Satu variabel Bebas dan Banyak Variabel Tergayut

Penelitian deskriptif dengan satu variabel bebas dan banyak variabel tergayut dapat dilakukan jika peneliti melibaatkan variabel tergayut dengan banyak parameter, kemudian melibatkan pula lebih dari satu variabel bebas. Sebagai contoh jika peneliti ekologi meneliti bagaimana performansi komunitas pada tiga tegakan hubungannya dengan beberapa faktor lingkungan eksternal sebagai faaktror luar, maka peneliti harus

menganalisis terlebih dahulu performansi komunitas atas dasar data populasi penyusunnya. Kemudian secara regresi dilihaat bagaimana pengaruh seluruh faktor lingkungan yang menjadi variabel bebasnya terhadap performansi komunitas.

B. JENIS PENELITIAN EKSPERIMEN

1. Jenis Penelitian Eksperimen Berdasarkan Banyaknya Faktor

Seperti halnya penelitian deskriptif, penelitian eksperimen juga dapat dibedakan berdasarkan banyaknya variabel bebas dan/atau vaariabel tergayut yang diteliti. Di dalam penelitian eksperimen peneliti bertujuan menyelidiki pengaruh variabel bebas terhadap variabel tergayut. Oleh karena itu, variabel bebas berkedudukan sebagai faktor. Dengan demikian, ragam penelitian eksperimen mencakup eksperimen faktor tunggal (*single factor experimen*), eksperimen dua faktor, eskperimen tiga faktor, dan eksperimen lebih dari tiga faktor.

Pada penelitian dua faktor, peneliti dapat berfokus pada penyelidikan interaksi antara kedua variabel bebas pengaruhnya terhadap variabel tergayut. Dalam hal yang demikian, maka secara teoretik memang ada rasional bahwa salah satu faktor mempengaruhi kinerja faktor yang kedua dalam mempengaruhi vaariabel tergayut, atau memang kedua faktor saling berpengaruh terhadap kinerja dari masing-masing faktor dalam mempengaruhi variabel tergayut. Dalam hal ini dikenal dengan nama eksperimen faktorial bifaktor.

Peneliti dapat pula menyelidiki dua faktor yang salah satu faktor tersarang atau ada di dalam faktor yang kedua, sehingga disebut eksperimen tersarang. Sebagai contoh, peneliti dapat menyelidiki apakah ada perbedaan performans hasil penyambungaan pada tiga varietas suatu spesies tumbuhan, sekaligus menyelidiki mana performansi hasil penyambungan bila bagian pucuk yang disambungkan berbeda asalnya, misalnya diambil dari pucuk batang utama, dan pucuk dari cabang.

Pada penelitian eksperimen tiga faktor, peneliti dapat menyelidiki interaksi ketiga faktor sehingga berupa eksperimen faktorial trifaktor, dapat pula menyelidiki dua faktor yang berinteraksi dan satu faktor yang tersarang, sehingga disebut eksperimen faktorial tersarang.

2. Jenis Penelitian Eksperimen Berdasarkan Pengendalian Terhadap Vaariabel Penekan/Pengganggu

Efek faktor sebagai variabel prediktor akan dapat diyakini bukan akibat pengaruh variabel penekan/pengganggu (*nuisance/suppressor/exsternal variable*) bila peneliti dapat mengendalikan semua variabel penekan/pengganggu tersebut. Pengendalian dilakukan dengan membuat kondisi yang sama atau setidaknya homogen. Karena desain ini didasarkan pada kemampuan peneliti mengendalikan/mengontrol variabel penekan/pengganggu maka disebut dengan desain/ancangan lingkungan. Ada beberapa desain eksperimen berdasarkan kemampuan peneliti mengedalikan variabel penekan/pengganggu.

1. Desain Eksperimen Acak Sempurna (*Completely Randomized Design*)

Desain eksperimen disebut dengan desain acak sempurna jika seluruh variabel pengganggu dapat dikendalikan atau dikontrol sehingga berubah kedudukannya menjadi variabel terkendali (*control variable*). Harus diingat bahwa sumber variabel pengganggu dapat berasal dari objek penelitiannya/satuan eksperimen, dapat berasal dari kondisi eksternal baik yang berkait dengan media tumbuh untuk tumbuhan juga faktor pakan untuk hewan, faktor klimat, faktor pemeliharaan selama eksperimen berlangsung, juga faktor peneliti/petugas lapangan selama melaksanakan eksperimen.

Dari segi objek penelitian, maka jenis objek, umur, ukuran fisik dan semua faktor internal akan dapat mempengaruhi hasil eksperimen. Sebagai contoh, peneliti yang menggunakan objek berupa ikan lele responsnya terhadap jenis pakan maka selain ia memanipulasi jenis pakan sebagai variabel bebasnya maka harus menetapkan jenis ikan lele yaang digunakan, juga menetapkan umur, ukuran panjang tubuh, dan berat tubuh. Hal ini perlu dilakukan karena bila jenis ikan lelenya berbeda-beda, umurnya berbeda-beda, ukuran paanjang tubuh berbeda-beda, dan/atau beraat tubuh berbeda-beda maka laju pertumbuhannya akan berbeda meskipun jenis pakannya sama. Dengan demikian, akibat perbedaan jenis pakan tidak bisa ditetapkan kaarena pengaruh variabel-variabel penekan/pengganggu tersebut. Berkaitan dengan faktor

pemeliharaan ikan lele, juga banyak variabel pengganggu yang dapat muncul, seperti frekuensi pemberian pakan, kemunculan suatu penyakit, ataupun banyaknya ikan dalam satu kolam.

2. Desain Eksperimen Acak berblok (Randomized Completely Block Design)

Desain eksperimen disebut dengan desain acak berblok jika ada satu dari seluruh variabel pengganggu yang tidak dapat dikendalikan atau dikontrol sehingga berubah kedudukannya menjadi variabel terkendali (*control variable*), namun dengan cara dibuat grup-grup di dalamnya masih dapat diperoleh kondisi yang homogen di masing-masing grup.

Harus diingat bahwa sumber variabel pengganggu dapat berasal dari objek penelitiannya/satuan eksperimen, dapat berasal dari kondisi eksternal baik yang berkait dengan media tumbuh untuk tumbuhan juga faktor pakan untuk hewan, faktor klimat, faktor pemeliharaan selama eksperimen berlangsung, juga faktor peneliti/petugas lapangan selama melaksanakan eksperimen. Oleh karena itu, pengeblokan atas variabel yang tidak dapat dikendalikan secara penuh dapat berasal dari salah satu sumber variabel pengganggu.

Misalnya penelitian dengan menggunakan semai cendana yang bijinya dihimpun dari hutan Wanagama menghasilkan semai yang tidak seragam baik dari tinggi dan banyaknya daun. Oleh karena itu, pengeblokan dapat dilakukan dengan mengelompokkan semai menurut beberapa strata tinggi semai. Bila tinggi semai berkisar dari tinggi 4 cm sampai 23 cm maka semai cendana Strata I dengan tinggi 4 – 7 cm, semai cendana strata II dengan tinggi 8 – 10 cm, semai cendana strata III dengan tinggi 11 – 13 cm, semai cendana strata IV dengan tinggi 14 – 16 cm, semai cendana strata V dengan tinggi 17 – 19 cm, dan semai cendana strata VI dengan tinggi 20 – 22 cm.

3. Desain Eksperimen Bujur Sangkar Latin (Latin Square Design)

Desain bujur sangkar latin diterapkan bila ada dua variabel pengganggu yang tidak dapat dihomogenkan sepenuhnya, namun masing-masing masih dapat dihomogenkan dengan cara pengeblokan. Misalnya penelitian eksperimen lapangan

menggunakan semai cendana seperti kasus pada rancangan acak berblok, kemudian di lapangan peneliti dihadapkan pada kondisi areal yang mirng yang dicurigai tidak sama tingkat kesuburannya. Dengan demikian, selaain melakukan pengeblokan terhadap semai cendana sebagaimana di atas, juga dilakukan pengeblokan atas tinggi tempat. Dalam hal ini, dapat dilakukan pengeblokan sesuai dengan urutas teras, sehingga strata I adalah teras paling atas, strata II adalah teras kedua, demikian seterusnya. Dalam hal ini, secara teoretik posisi blok variabel pertama disusun menurut arah kolom dan posisi blok pada variabel kedua disusun menurut arah baris.

4. Desain Eksperimen Kovariansi (Covariance Design)

Desain eksperimen kovariansi diterapkan bila ada satu atau lebih variabel penekan/pengganggu yang tidak dapat dihomogenkan sama sekali. Dengan demikian, variabel penekan/pengganggu tersebut harus didata dan dihilangkan pengaruhnya ketika dilakukan analisis terhadap data hasil eksperimen. Melalui analisis kovariansi akan dapat diketahui apakah variabel yang dicurigai sebagai vaariabel penekan/pengganggu benar-benar merupakan variabel peragam (*covariable*) secara nyata/signifikan ikut mempengaruhi hasil eksperimen. Jika pengaruhnya benar-benaar signifikan maka harus dilakukan analisis statistika untuk menghilangkan pengaruh variabel peragam. Dengan dihilangkannya pengaruh variabel peragam maka perbedaan yang ada pada variabel tergayut adalah benar-benar akibat pengaruh variabel bebas.