MODUL 1

Konsep Dasar Biometri

Dr. Bambang Subali, M.S.

PENDAHULUAN

Untuk dapat memperoleh konsep-konsep biologi, para biologiwan mengadakan berbagai penelitian, guna memperoleh fakta-fakta empiris. Fakta-fakta empiris ada yang bersifat kualitatif dan ada pula yang bersifat kuantitatif. Fakta-fakta empiris tersebut harus dihimpun melalui suatu metode yang dapat dipertanggungjawabkan melalui suatu kegiatan penelitian. Dengan kata lain, penemuan konsep-konsep biologi diperoleh melalui metode ilmiah.

Fakta-fakta empiris kuantitatif yang berhasil diamati yang berupa data terserak, perlu dianalisis dengan metode tertentu. Metode tersebut tidak lain yaitu statistika. Dengan demikian, penerapan statistika untuk mengolah atau menganalisis data kuantitatif dalam biologi merupakan salah satu bagian dari metode ilmiah. Modul 1 ini, akan membahas bagaimana cara menemukan konsep biologi melalui metode ilmiah yang dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya, dan kedudukan serta peran statistika dalam penelitian biologi. Modul ini disajikan dalam 3 Kegiatan Belajar, yakni Kegiatan Belajar 1 akan membahas tentang peran statistika dalam biologi dan penerapan metode ilmiah dalam biologi; Kegiatan Belajar 2 membahas tentang pengertian variabel dan data beserta macamnya; dan Kegiatan Belajar 3 membahas populasi, sampel, dan teknik pengambilan sampel.

Dengan mempelajari modul ini, Anda akan memiliki kemampuan untuk menjelaskan konsep dasar biometri beserta contohnya dan lebih khusus lagi Anda akan dapat:

1. menjelaskan sejarah perkembangan biometri;
2. menjelaskan arti penggunaan statistika dalam biologi;
3. menjelaskan kedudukan biometri dalam penelitian biologi;
4. menjelaskan perbedaan antara prinsip metode observasi, metode survei, dan metode eksperimen;

5. memberikan contoh penelitian biologi yang dilakukan dengan menggunakan metode observasi;
6. memberikan contoh penelitian biologi yang dilakukan dengan menggunakan metode survei;
7. memberikan contoh penelitian biologi yang dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen;
8. menjelaskan pengertian variabel;
9. membedakan antara variabel kualitatif dengan variabel kuantitatif;
10. membedakan antara variabel diskret dengan variabel kontinu;
11. membedakan variabel tetap dan variabel acak;
12. membedakan antara variabel bebas, variabel tergayut, variabel penekan/pengganggu/eksternal/asing, dan variabel random;
13. menjelaskan cara penanganan variabel pengganggu
14. menjelaskan pengertian data;
15. membedakan data nominal, data ordinal, data interval dan data rasio;
16. menjelaskan jenis-jenis data yang harus dikoleksi dalam metode eksperimen;
17. menjelaskan perbedaan antara populasi dan sampel;
18. menjelaskan penelitian sensus, penelitian sampling dan penelitian kasus
19. menjelaskan teknik pengambilan sampel dalam penelitian observasi;
20. menjelaskan teknik pengambilan sampel dalam penelitian eksperimen.

KEGIATAN BELAJAR 1

Arti dan Peran Statistika dalam Biologi dan Penerapan Metode Ilmiah dalam Penelitian Biologi

A. SEJARAH PENERAPAN METODE STATISTIKA DALAM BIOLOGI

Biometri berasal dari kata "bios" yang berarti kehidupan dan "metron" yang berarti mengukur. Dengan demikian, biometri mengandung arti penerapan metode statistika dalam memecahkan permasalahan-permasalahan biologi. Apa yang terjadi? Penerapan metode statistika dalam biologi memberikan perkembangan yang luar biasa, baik terhadap kemajuan biologi sebagai ilmu pengetahuan dasar beserta cabang-cabangnya maupun terhadap biologi dalam ilmu terapannya, seperti pertanian, perikanan, kehutanan, dan kedokteran.

Perlu Anda ketahui bahwa istilah statistika atau ilmu statistik, tidak sama dengan istilah statistik. Istilah statistika atau ilmu statistik berarti merupakan cabang ilmu matematika terapan yang digunakan untuk keperluan analisis data numerik, sedangkan istilah statistik adalah sajian data numerik dalam bentuk tabel atau diagram.

Hampir setiap cabang ilmu biologi telah dirasuki oleh metode statistika untuk memecahkan berbagai permasalahan yang ada di dalamnya, bahkan taksonomi sebagai cabang biologi yang semula dianggap jauh dari statistika, saat sekarang sudah banyak memanfaatkan metode statistika dalam mengembangkan temuan-temuan klasifikasi. Sudah banyak penelitian yang membuktikan bahwa aplikasi metode tersebut dalam taksonomi memberikan hasil klasifikasi organisme secara lebih akurat. Namun demikian, harus diakui bahwa tidak semua temuan konsep dalam biologi harus dengan memanfaatkan metode statistika.

Bagaimana sebenarnya sejarah perkembangan dari statistika itu sendiri? Statistika modern sebagai salah satu ilmu pengetahuan, telah dikembangkan sejak abad 17 Masehi. Ada dua sumber yang dapat menunjukkan tumbuhnya statistika modern. *Pertama*, statistika yang berhubungan dengan ilmu politik atau disebut aritmetika politik. Aritmetika politik menyajikan berbagai

informasi yang berupa deskripsi kuantitatif berbagai aspek yang berkaitan dengan urusan pemerintahan dan kenegaraan. Sebagai tokohnya adalah John Graunt (1620–1674) dan William Petty (1623–1687). *Kedua*, statistika yang berhubungan dengan teori peluang atau teori probabilitas. Tokoh-tokohnya, antara lain Blaise Pascal (1623–1662), Pierre de Fermat (1601–1665), Jacques Bernaulli (1654–1705), dan Abraham de Moivre (1667–1754).

Perkembangan statistika menjadi semakin cepat pada abad ke-18 dengan berkembangnya ilmu astronomi. Tokohnya antara lain Pierre Simon Laplace (1749–1827) dan Karl Friedrich Gauss (1777–1855). Ahli yang merintis penerapan statistika dalam biologi, kedokteran dan sosiologi adalah astronomer Belgia Adolphe Quetelet (1790–1874).

Perkembangan statistika secara progresif baru terjadi pada abad ke-19, dengan ditandai pengembangan teori statistika oleh para ahli matematika. Francis Galton (1822–1911), paman dari Charles Darwin, yang kemudian dikenal sebagai bapak biometri dan genetika modern. Kedua bidang ilmu tersebut menjadi demikian erat hubungannya karena pengembangan konsep-konsep genetika modern mengandalkan pada penerapan metode statistika. Ahli lain, yaitu Karl Pearson (1857–1936) yang menerapkan metode statistika dalam biologi untuk menggambarkan konsep seleksi alam. Sementara W.F.R. Weldon (1860– 906) menerapkan metode statistika untuk mengembangkan berbagai konsep zoologi. Kemudian, W.S. Gosset (1876–1937), murid Pearson, menemukan prinsip distribusi peluang t yang selanjutnya disebut distribusi t-Student. Sedangkan Ronald A. Fisher (1890–1962) dan Abraham Wald (1902 – 1950) berperan dalam mengembangkan statistika secara luas dalam biologi.

Tugas

1. Di antara para ahli statistika, siapakah yang memberikan sumbangan terbesar dalam sejarah perkembangan konsep statistika?
2. Di antara para ahli statistika, siapakah yang berjasa mengembangkan biometri?

B. PENERAPAN METODE ILMIAH DALAM BIOLOGI

1. Metode Observasi dan Metode Survei

Perlu Anda ketahui, ada dua macam metode ilmiah untuk memperoleh konsep-konsep dalam biologi secara empiris. Metode yang pertama disebut metode non-eksperimen dan kedua metode eksperimen. Metode non-eksperimen juga disebut metode observasi. Ada yang menyebutnya dengan istilah metode survei. Namun demikian, ada pakar metodologi penelitian yang secara tegas membedakan metode observasi dengan metode survei. Metode observasi dicirikan dengan adanya kegiatan pengukuran yang dilakukan oleh pengamat (*observer*). Sementara metode survei bercirikan adanya unsur *self-report*. Artinya, pihak yang diteliti yang melaporkan apa yang ingin diketahui oleh peneliti. Pelaporan itu diungkap melalui tes, angket atau wawancara. Dengan demikian, metode survei dapat dilakukan jika yang menjadi material/bahan penelitiannya adalah manusia. Oleh karena material/bahan penelitian yang digunakan berupa manusia maka biasa disebut dengan istilah subjek penelitian.

Kesamaan antara metode observasi dan metode survei adalah bahwa dalam membangun konsep, peneliti benar-benar mendasarkan pada kenyataan atau fakta-fakta yang ada di alam sebagaimana adanya. Dari fakta demi fakta yang berhasil diamati, kemudian dicari kesamaan umumnya sehingga dapat disusun suatu konsep yang lebih general. Jadi konsep merupakan generalisasi fakta. Dalam hal ini, peneliti sama sekali tidak melakukan tindakan manipulasi untuk mengubah kondisi atau faktor-faktor yang ada.

Coba Anda perhatikan contoh ini! Suatu penelitian dilaksanakan untuk memperoleh deskripsi tentang kehidupan badak bercula satu yang hidup di kawasan Ujung Kulon. Dalam hal ini, peneliti terlebih dahulu harus menentukan hal-hal apa saja yang spesifik yang akan diteliti, yang dapat memberikan deskripsi atau gambaran tentang populasi badak tersebut. Hal-hal yang spesifik yang diamati, yang selanjutnya disebut variabel atau peubah, ditentukan oleh si peneliti. Dari hasil pengamatan terhadap sejumlah variabel yang telah dipilihnya, peneliti akan mengumpulkan data pengamatan (atau cukup disebut data) untuk setiap variabel. Jika data yang diperoleh kemudian dianalisis, maka akan diperoleh informasi tentang deskripsi populasi badak tersebut. Dalam hal ini, deskripsi populasi badak yang diperoleh benar-benar sebagaimana apa adanya secara alami karena peneliti

sama sekali tidak memanipulasi atau mengubah-ubah kondisi lingkungan tempat tinggal badak. Dengan demikian, metode penelitian yang dilakukan si peneliti menggunakan metode non-eksperimen. Oleh karena data diamati secara langsung maka penelitian ini menggunakan metode observasi.

Oleh karena hasil yang diperoleh melalui metode observasi berupa deskripsi dari variabel yang diteliti maka metode observasi juga disebut metode deskriptif. Bahkan, pada sementara buku metode penelitian, baik metode observasi dan metode survei dimasukkan ke dalam metode deskriptif.

Selanjutnya coba Anda simak pula contoh berikut. Seorang dokter ingin mengetahui kesehatan gigi para siswa SD. Dokter, kemudian mengadakan pemeriksaan terhadap gigi sejumlah siswa. Selain itu, dokter juga mengadakan wawancara untuk menelusuri keterangan bagaimana cara siswa merawat giginya, bagaimana pola makan kaitannya dengan perawatan gigi. Untuk lebih mantapnya, dokter juga mengirimkan angket kepada orang tua siswa perihal apa yang telah dilakukan guna memelihara kesehatan gigi anaknya. Hal tersebut penting untuk diungkap karena secara teoretik cara makan yang salah juga dapat merusak gigi, seperti memakan bakso yang panas dan es yang sangat dingin sehingga akibat perubahan suhu yang demikian besar gigi mudah rusak. Demikian pula, kebiasaan anak-anak tidak menggosok gigi menjelang tidur, memakan gula-gula dan tidak diikuti dengan tindakan menggosok gigi. Dalam hal ini, saat dokter memeriksa gigi siswa sampel, dia menerapkan metode observasi. Dokter hanya sekadar memeriksa gigi siswa tanpa memberikan perlakuan tertentu. Kemudian, saat dokter mengadakan wawancara dengan siswa sampel dan mengirimkan angket kepada orang tua siswa, berarti dia menerapkan prinsip metode survei karena melalui pelaporan dari diri subjek penelitian (*self report*), dokter memperoleh data yang diinginkan. Jadi, dalam penelitian ini, dokter memadukan metode observasi dan metode survei.

Contoh lain, Anda dapat menerapkan metode observasi dengan melakukan pengamatan selama periode waktu tertentu pada suatu ekosistem hutan, agar Anda dapat memperoleh data untuk mengetahui “hubungan antara faktor iklim mikro (kelembaban, suhu dan intensitas cahaya) dengan kekayaan jenis dari komunitas tumbuhan bawah yang ada di lantai hutan". Maka Anda perlu mendata perihal besarnya suhu, kelembaban serta intensitas cahaya mikro, juga mendata kekayaan jenis yang ada dari waktu ke waktu. Dari data yang diperoleh selanjutnya dianalisis sehingga Anda dapat

menyimpulkan bagaimana pola hubungan antara ketiga variabel iklim mikro tersebut dengan kekayaan jenis tumbuhan bawah.

Anda dapat meneliti hubungan antara ketiga variabel iklim mikro tersebut dengan kekayaan jenis tumbuhan bawah dengan cara lain. Caranya, yaitu dengan mengamati atau mendata variabel-variabel tersebut pada berbagai lokasi hutan pada waktu yang bersamaan. Anda berharap bahwa pada waktu yang bersamaan, berbeda hutan akan berbeda pula kondisi iklim mikronya. Jika memang ada hubungan antara kondisi iklim mikro dengan kekayaan jenis komunitas tumbuhan bawah maka perbedaan kondisi iklim mikro pada lokasi hutan yang berbeda akan diikuti oleh perbedaan kekayaan jenis tumbuhan bawah yang ada.

Dari contoh di atas, berarti Anda akan dapat memperoleh kesimpulan atau konsep hubungan antara variabel iklim mikro dengan kekayaan jenis komunitas tumbuhan bawah dengan cara (1) mengamati variabel-variabel yang Anda teliti pada suatu lokasi dari waktu ke waktu atau (2) mengamati pada berbagai lokasi hutan dalam waktu yang bersamaan. Dapat pula kedua cara tersebut dikombinasikan sehingga semakin mantap pula konsep yang akan Anda peroleh.

Dalam contoh tersebut di atas, variabel suhu, kelembaban dan intensitas cahaya mikro berkedudukan sebagai variabel bebas sedangkan kekayaan jenis komunitas tumbuhan bawah sebagai variabel tergayut atau variabel tidak bebas atau variabel terikat. Itulah yang menjadi ciri dari metode observasi. Demikian pula, jika Anda melakukan penelitian menggunakan metode survei, Anda tidak memanipulasi variabel yang menjadi variabel bebasnya.

Melalui metode observasi ataupun metode survei, Anda juga dapat memperoleh konsep pembandingan. Dalam hal ini yang dibandingkan adalah perbedaan harga variabel tergayut akibat adanya perbedaan harga pada variabel bebasnya. Jika variabel bebasnya merupakan variabel yang terukur (kuantitatif) maka bagian dari variabel tersebut dinamakan taraf atau *level*. Jika variabel bebasnya berupa variabel kualitatif maka bagian-bagian dari variabel tersebut dinamakan kategori.

Misalnya Anda ingin membandingkan bagaimana produksi air susu sapi dari ras yang berbeda pada suatu lokasi peternakan. Dalam hal ini ras merupakan variabel bebas, sedangkan produksi air susu merupakan variabel tergayut. Oleh karena variabel ras merupakan variabel kualitatif maka masing-masing ras disebut kategori. Variabel kualitatif juga disebut dengan

atribut. Dengan mendata variabel tergayut berupa banyaknya produksi air susu yang dihasilkan oleh tiap individu per hari dari masing-masing ras sapi yang ada di lokasi tersebut, Anda dapat membandingkan ras sapi (kategori) mana yang paling banyak produksi air susunya.

Kajian pustaka juga diperlukan dalam penelitian yang menggunakan metode observasi atau metode survei. Mengapa? Oleh karena dengan kajian pustaka yang mendalam, peneliti akan dapat menentukan apa saja variabel yang layak untuk diteliti. Misalnya, peneliti perlu melakukan kajian pustaka untuk mencari alasan mengapa ia ingin mengetahui hubungan antara faktor iklim mikro dengan kekayaan jenis komunitas tumbuhan bawah, mengapa peneliti ingin mengetahui produksi sapi susu perah dari ras yang berbeda.

2. Metode Eksperimen

Metode eksperimen atau disebut pula metode percobaan ditandai dengan adanya tindakan manipulasi terhadap variabel bebas. Dengan tindakan memanipulasi variabel bebas maka keadaan variabel bebas kita ”kendalikan” sesuai dengan tujuan penelitian. Tindakan memanipulasi variabel bebas juga ditujukan agar dapat dilihat hubungan antara variabel bebas dengan variabel tergayutnya. Sebagai contoh, untuk melihat hubungan antara dosis pupuk urea dengan pertumbuhan tanaman padi maka besarnya dosis pupuk urea harus dimanipulasi atau diubah-ubah. Misalnya, bila kita ingin mengetahui efek pemberian dosis pupuk urea terhadap pertumbuhan tanaman padi maka dosis pupuk urea kita manipulasikan, katakanlah ada dosis urea 0 kg/ha, dosis urea 50 kg/ha, dosis urea 100 kg/ha, dan dosis urea 150 kg/ha yang kita berikan pada tanaman padi. Dengan memanipulasi besarnya dosis pupuk urea diharapkan akan menimbulkan perbedaan gejala atau fenomena pertumbuhan tanaman padi. Perbedaan itu terjadi antara tanaman padi yang tidak dipupuk (dipupuk dengan dosis 0 kg/ha) dibandingkan dengan tanaman padi yang dipupuk dengan dosis 50 kg/ha, juga dosis 100 kg/ha, dan dosis 150 kg/ha. Kita juga akan mengetahui apakah pemberian dosis pupuk urea sampai dosis 150 kg/ha menunjukkan bukti bahwa semakin banyak dosis pupuk urea yang diberikan semakin baik pula pertumbuhan tanaman padi.

Dalam hal ini, faktor jenis pupuk merupakan variabel bebas. Karena variabel bebas itu dikenakan pada unit eksperimen maka disebut faktor perlakuan *(treatment factor)*. Faktor perlakuan tidak lain merupakan variabel bebas yang berkedudukan sebagai stimulus atau penyebab. Pertumbuhan tanaman merupakan variabel tergayut, berkedudukan sebagai variabel

respons. Karena di dalam eksperimen, variabel bebas merupakan variabel penyebab maka variabel bebas juga berkedudukan sebagai variabel prediktor. Artinya, besarnya harga variabel tergayut dapat diprediksi berdasarkan besarnya harga variabel prediktor.

Dalam eksperimen tersebut memanipulasi/mengubah variabel bebas dapat dilakukan dengan jalan memilih dua atau lebih taraf atau *level* faktor perlakuan. Jika hanya memilih dua taraf faktor maka taraf pertama berupa perlakuan tanpa pupuk (dosis 0 kg/ha), dan taraf kedua berupa perlakuan dengan dosis pupuk urea sebanyak 100 kg/ha. Tentu saja diperlukan alasan mengapa memilih dosis pupuk urea 100 kg/ha. Pertama, peneliti harus sudah memiliki pengetahuan tentang kandungan hara yang ada di dalam pupuk yang digunakan dalam eksperimen. Kedua, peneliti sudah memiliki pengetahuan yang menggambarkan hubungan antara macam serta banyaknya hara dalam pupuk dengan pertumbuhan tanaman padi. Pengetahuan itu hanya dapat dicari melalui kajian pustaka. Di sinilah pentingnya kajian pustaka dalam penelitian yang dalam hal ini menggunakan metode eksperimen.

Jika ingin menggunakan lebih dari dua taraf faktor, dengan tujuan untuk menyelidiki apakah semakin tinggi tarafnya semakin cepat pertumbuhannya, dan apakah sampai dosis 100 kg/ha masih menunjukkan model hubungan yang linear (membentuk garis lurus) maka dengan lima taraf faktor, peneliti dapat menentukan taraf pertama dosis 0 kg/ha (tanpa pupuk), taraf kedua 25 kg/ha, taraf ketiga 50 kg/ha, taraf keempat 75 kg/ha, dan taraf kelima 100kg/ha.

Dari contoh eksperimen di atas, tampak bahwa baik pemilihan variabel bebas sebagai variabel prediktor atau pengendalian terhadap variabel pengganggu/penekan merupakan kunci keberhasilan eksperimen. Karena tujuan utama eksperimen adalah untuk mengetahui hubungan sebab-akibat (stimulus-respons) antara variabel bebas/prediktor dengan variabel tergayut/respons. Oleh karena itu, jika ingin mencobakan lebih dari satu variabel bebas yang dicobakan harus sudah diketahui apakah antarvariabel bebas terdapat interaksi.

Sebagai contoh jika Anda ingin mengetahui bagaimana akibat pemberian pupuk fosfat (P) yang dikombinasikan dengan pupuk nitrogen (N) terhadap pertumbuhan tanaman. Anda harus memiliki dasar yang kuat (berupa hasil kajian pustaka), apakah terdapat interaksi antara pupuk P dan pupuk N dalam mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Bagaimana pula sifat interaksi antara pupuk P dan pupuk N tersebut, apakah bersifat positif atau negatif. Jika

interaksinya positif, eksperimen yang dilaksanakan diharapkan mampu menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman yang diberi kombinasi pupuk P dan pupuk N akan jauh lebih baik jika dibandingkan dengan pertumbuhan tanaman yang hanya dipupuk P atau hanya diberi pupuk N.

3. Pola Induktif dan Pola Deduktif

Pola pikir yang mendasari penelitian biologi yang menggunakan metode observasi/survei berbeda dengan pola pikir yang mendasari penelitian eksperimen. Penelitian observasi/survei diawali dengan pertanyaan "ada apa?" atau "bagaimana kejadian yang sebenarnya terjadi di alam?", sementara penelitian eksperimen berangkat dari pertanyaan "bagaimana akibatnya jika ada sesuatu penyebab?". Oleh karena itu, penelitian observasi/survei mengikuti pola berpikir induktif, yakni berangkat dari fakta demi fakta, kemudian dibangunlah suatu konsep.

Oleh karena penelitian survei/observasi bersifat induktif maka sifatnya eksploratif. Peneliti hanya "membaca apa yang ada di alam". Peneliti tidak harus memiliki jawaban sementara atau hipotesis. Penelitian survei bukan bertujuan untuk membuktikan kebenaran suatu hipotesis yang dibangun berdasar teori-teori yang ada.

Penelitian eksperimen mengikuti pola berpikir deduktif-verifikatif. Artinya, mula-mula si peneliti berpikir dari hal-hal yang umum, kemudian ke hal yang khusus. Perumusan masalah diperoleh dengan melakukan deduksi dari berbagai teori yang ada. Setelah dirumuskan permasalahannya, dicarilah jawaban sementara atau hipotesis secara teoretik berdasar kajian pustaka. Hipotesis itulah, yang kemudian diuji kebenarannya. Jadi, pembuktian di lapangan atau pembuktian secara empiris merupakan langkah verifikasi atau pembenaran dari hipotesis yang dirumuskannya. Jika hipotesis teruji kebenarannya secara empiris maka kesimpulan akan sesuai dengan hipotesis. Dengan sendirinya hipotesis (jawaban sementara) berubah menjadi tesis (jawaban yang sesungguhnya). Oleh karena itu, penelitian eksperimen dikatakan berbobot jika si peneliti benar-benar dapat merumuskan hipotesis yang nantinya benar-benar teruji secara empiris menjadi tesis.

Agar hasil eksperimen dapat diterapkan atau diaplikasikan, ada tiga tahapan yang harus dilalui. Pertama, perlu adanya eksperimen pendahuluan (*preliminary experiment*), untuk membuktikan apakah memang ada hubungan stimulus-respons antara variabel bebas dengan variabel tergayut yang diteliti. Langkah kedua melakukan penelitian eksperimen kritis (*critical*

experiment) untuk menentukan taraf atau kategori dari variabel bebas yang memberikan respons optimal. Adapun langkah ketiga adalah melakukan penelitian eksperimen demonstrasi (*demonstration experiment*) untuk mencobakan temuan dari eksperimen kritisnya pada skala yang lebih luas dan sekaligus untuk dipamerkan pada khalayak umum.

Sebagai contoh untuk meneliti pengaruh pupuk baru yang berhasil ditemukan, mula-mula dilakukan eksperimen pendahuluan, untuk menentukan berapa kisaran taraf dosis pupuk tersebut yang mampu merangsang pertumbuhan tanaman. Biasanya kisaran dosis yang dicobakan diambil rentangan yang cukup luas. Dapat pula dosis yang dicobakan disesuaikan dengan pupuk yang telah ada.

Misalnya, hasil penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman terbaik diperoleh pada kisaran dosis antara 75 kg/ha sampai 100 kg/ha. Dengan demikian perlu dilakukan eksperimen kritis untuk mencari berapa sebenarnya dosis optimalnya. Oleh karena itu, dicobalah variasi dosis antara 75 kg/ha sampai 100 kg/ha. Misal, hasil penelitian kritis membuktikan bahwa dosis optimalnya 80 kg/ha maka selanjutnya dilaksanakan eksperimen demonstrasi dengan melakukan pemupukan 0,8 kuintal/hektar pada lahan yang luas. Melalui eksperimen demonstrasi tersebut akan dapat diketahui bagaimana respons tanaman setelah dipupuk dengan dosis 80 kg dengan skala tanam yang luas itu, sekaligus dijadikan ajang untuk menyampaikan informasi kepada petani perihal temuan pupuk baru tersebut.

Penelitian eksperimen juga dapat merupakan penelitian verifikatif. Dalam hal ini, eksperimen dilakukan karena bertujuan untuk mengkaji ulang eksperimen yang telah dilakukan. Tentu ada alasan yang kuat, mengapa perlu melakukan eksperimen ulang. Boleh jadi dengan alasan karena tekniknya dinilai kurang tepat sehingga peneliti ingin mengujinya menggunakan teknik baru yang akan dicobanya.

Tugas

1. Jika seorang peneliti ingin mengetahui produksi padi rajalele per hektar metode apa yang dapat ia pakai?
2. Seorang peneliti ingin mengetahui tingkat polusi di jalan-jalan protokol. Metode apa yang dapat ia pakai?
3. Menurut Anda mana yang lebih berat untuk dikerjakan dari segi teknik berpikir dan dari segi teknik di lapangan antara penelitian

dengan pola pikir secara induktif dan yang secara deduktohipotetiko verifikatif?

C. ARTI METODE DAN PERANAN STATISTIKA DALAM BIOLOGI

Telah dijelaskan di muka bahwa dalam menemukan konsep-konsep biologi, para ahli menggunakan metode dasar, berupa metode observasi, metode survei dan metode eksperimen/percobaan. Metode-metode tersebut merupakan pendekatan empiris yang bertujuan untuk memperoleh hasil-hasil pengamatan atau disebut data. Agar data yang diperoleh dapat dimaknakan atau dapat diinterpretasikan, perlu diolah lebih dahulu. Statistika sangat dibutuhkan kehadirannya untuk mengolah data yang bersifat kuantitatif. Dengan metode statistika seorang peneliti dapat mengolah data untuk memperoleh informasi dengan cara berikut.

1. Mencari deskripsi suatu variabel.
2. Mencari hubungan antarvariabel.
3. Menentukan perbedaan respons akibat perbedaan perlakuan yang diberikan.

Selain untuk mengolah data, statistika juga berperan dalam pengembangan alat ukur (instrumen). Dalam melakukan pengukuran untuk memperoleh data, tidak selamanya tersedia alat ukur yang standar. Statistika diperlukan juga untuk menerka alat ukur yang dibuat.

Peran statistika dalam alur penarikan konsep biologi adalah untuk menjembatani antara fakta dan konsep. Artinya, melalui metode statistika, fakta-fakta yang kita peroleh diolah guna mendapatkan konsep. Dengan demikian, metode statistika sangat diperlukan dalam penarikan konsep, baik ketika menggunakan pendekatan induktif melalui metode survei/observasi maupun dengan pendekatan dedukto-verifikatif melalui metode eksperimen. Fakta-fakta yang berhasil diamati, yang disebut dengan data, dianalisis dengan metode statistika tertentu agar dapat diinterpretasikan atau ditafsirkan dengan benar sehingga dapat diperoleh kesimpulan yang benar pula.

Dalam menganalisis data menggunakan metode statistika, dapat dilakukan dengan menggunakan metode statistika deskriptif ataupun statistika inferensial tergantung kepada tujuannya. Dalam menggunakan metode statistika inferensial juga harus dipilih apakah akan menggunakan

statistika parametrik atau non-parametrik. Pembahasan secara terperinci tentang penggunaan setiap metode statistika akan disajikan dalam modul-modul selanjutnya.

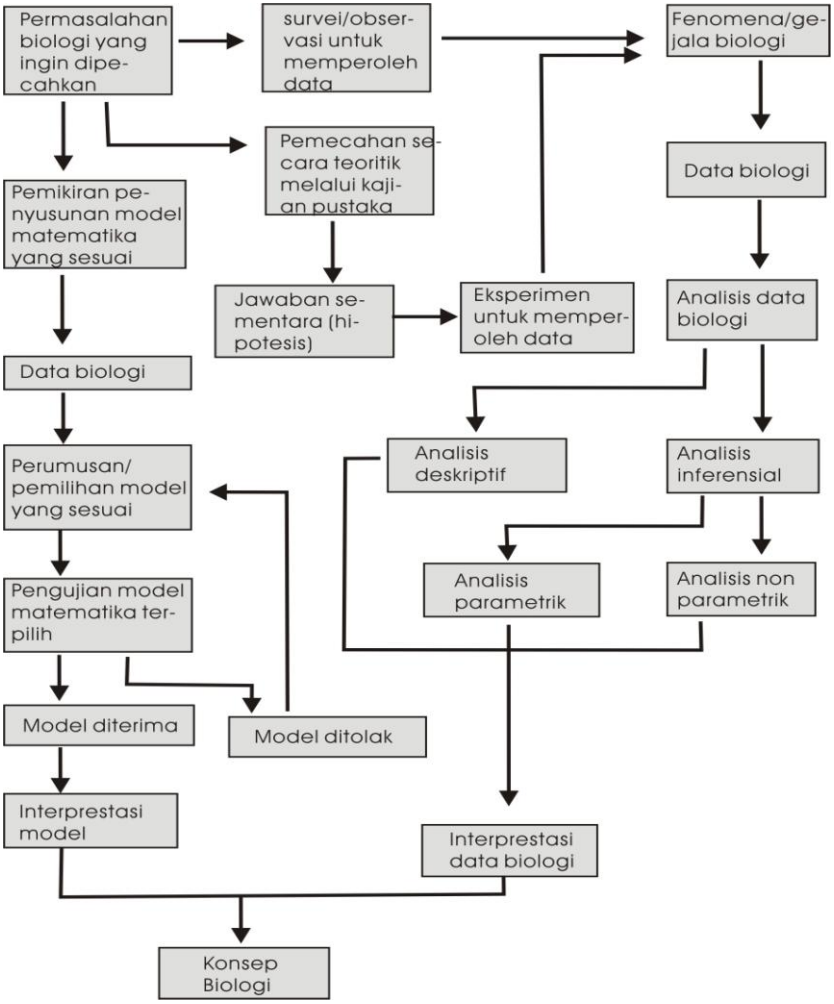
Jika Anda ingin melakukan analisis data dengan menggunakan metode statistika inferensial, Anda akan menggunakan model atau persamaan matematika tertentu yang berlaku bagi populasi yang Anda teliti. Ada dua kemungkinan yang dapat terjadi. Kemungkinan pertama bahwa pada saat Anda melakukan analisis data, Anda belum memiliki model matematika yang akan digunakan. Oleh karena itu, penelitian yang dilakukan justru untuk menemukan model matematika yang belum ada.

Dengan menginterpretasi model matematika yang diperoleh akan diperoleh konsep biologi yang dicari. Dalam hal ini diperlukan langkah mulai dari memikirkan model yang mungkin sesuai, kemudian mencari data biologi yang relevan, dilanjutkan dengan merumuskan model. Setelah modelnya dapat dirumuskan, dilakukan uji model untuk melihat ketepatan model tersebut. Jika model matematika terpilih ternyata teruji kebenarannya, barulah dilakukan interpretasi model untuk mendapatkan konsep biologi.

Kemungkinan kedua, sudah tersedia model matematika yang Anda perlukan untuk mengolah data. Dengan demikian, Anda tinggal mencari data, kemudian menganalisisnya menggunakan model matematika yang sudah ada, agar dapat diinterpretasikan untuk ditarik kesimpulannya.

Penemuan konsep biologi dengan jalur kedua lebih mudah dilakukan karena model matematika yang Anda perlukan sudah tersedia. Walaupun model matematikanya sudah tersedia, Anda tetap harus memilih model mana yang sesuai dengan permasalahan yang akan diteliti. Dengan demikian, perlu dilakukan perancangan yang tepat apabila Anda akan melaksanakan penelitian, dan salah satu diantaranya adalah memilih model analisis yang sesuai dengan permasalahan.

Langkah-langkah penemuan konsep biologi dengan menggunakan metode statistika dapat diperjelas dengan bagan sebagai berikut.



Gambar 1.1.
Bagan Alur Penemuan Konsep Biologi dengan Menerapkan Metode Statistika

LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1) Mengapa kehadiran statistika sangat bermanfaat bagi perkembangan biologi?
2) Jelaskan kesamaan dan perbedaan antara metode observasi dan metode survei?
3) Jelaskan perbedaan antara metode observasi dan metode eksperimen?
4) Apa perbedaan antara variabel bebas dan variabel tergayut?
5) Seorang peneliti ingin mengetahui perihal seberapa jauh sesuai perilaku ibu hamil di daerah pedesaan dengan kaidah kesehatan. Metode apakah yang dapat digunakan oleh peneliti untuk mengungkap datanya?
6) Seorang peneliti ingin mengetahui apakah limbah plastik yang dibuang ke sungai merupakan limbah pencemar, metode apakah yang dapat digunakan untuk membuktikan hal tersebut?
7) Di mana sebenarnya kedudukan statistika dalam proses penemuan konsep biologi?
8) Jelaskan persyaratan apa yang harus dipenuhi agar kita dapat menggunakan statistika dalam penemuan konsep biologi?
9) Jelaskan pentingnya keberadaan model matematika dalam penerapan statistika dalam proses penemuan konsep biologi?

Petunjuk Jawaban Latihan

1) Anda dapat menyimak lagi uraian tentang sejarah penerapan metode statistika dalam biologi.
2) Nomor 2 dan nomor 3 coba Anda kaji kembali apa ciri khas dari metode observasi, metode survei, dan metode eksperimen dari caranya memperoleh data juga dari cara menangani variabel-variabel penelitiannya.
3) Untuk menjawab pertanyaan nomor 4 cermati lagi jenis-jenis variabel penelitian.
4) Untuk pertanyaan nomor 5, coba perhatikan apa saja macam data yang harus dikumpulkan oleh peneliti serta apakah ia melakukan manipulasi

terhadap variabel bebas dalam penelitiannya, Anda pasti akan dapat menentukan dengan metode apa ia harus melakukan penelitiannya.

5) Untuk pertanyaan nomor 6, juga harus diketahui terlebih dahulu data apa saja yang harus dikumpulkan peneliti untuk menunjukkan bahwa limbah itu merupakan limbah pencemar. Apakah dalam penelitiannya ia harus melakukan manipulasi terhadap variabel bebasnya. Dengan demikian, kita dapat mengetahui metode yang akan digunakan peneliti.
6) Untuk menjawab pertanyaan nomor 7, coba perhatikan lagi diagram yang disajikan pada Gambar 1.1.
7) Untuk menjawab pertanyaan nomor 8 Anda harus ingat jenis-jenis data yang harus kita amati jika kita melakukan penelitian biologi
8. Coba Anda simak lagi uraian materi yang sajiannya diringkas dalam bentuk bagan yang disajikan pada Gambar 1.1.

RANGKUMAN

Rangkuman dari uraian materi yang disajikan pada Kegiatan Belajar 1 adalah sebagai berikut.

1. Biometri memacu perkembangan biologi melalui penemuan konsep-konsep baru dengan menerapkan metode statistika untuk mengolah data hasil pengamatan yang diperoleh melalui penelitian.
2. Statistika sudah merasuk pada seluruh cabang ilmu biologi.
3. Dilihat dari sejarahnya, statistika modern berkembang pada abad ke-17 Masehi, dan mengalami kemajuan dengan pesat mulai abad ke-18 Masehi.
4. Penemuan konsep melalui metode observasi dan metode survei berpijak pada pendekatan induktif, sedangkan penemuan konsep melalui metode eksperimen berpijak pada pendekatan dedukto-verifikatif. Namun demikian, penemuan konsep-konsep biologi merupakan hasil dari perpaduan pendekatan induktif dan pendekatan dedukto-verifikatif.
5. Dalam metode observasi, peneliti tidak melakukan manipulasi terhadap variabel penelitiannya. Dalam hal ini yang dimaksudkan yaitu tidak memanipulasi variabel bebasnya. Demikian pula dalam penelitian survei.
6. Penelitian deskriptif dapat dilakukan melalui metode observasi ataupun metode survei karena dalam penelitian deskriptif tidak ada variabel bebasnya.

7. Dalam penelitian eksperimen, variabel bebas dimanipulasi, agar dapat dilihat perubahan yang terjadi pada variabel tergayutnya.
8. Dengan bantuan statistika, peneliti dapat mencari deskripsi suatu variabel, hubungan antarvariabel, dan menentukan akibat yang terjadi pada variabel tergayut yang disebabkan oleh adanya variabel bebas.
9. Dalam penemuan konsep biologi, statistika menjembatani antara fakta dan konsep. Dengan statistika inferensial, peneliti dapat menarik generalisasi dari data-data penelitiannya sehingga dapat diperoleh konsep yang dicarinya.

TES FORMATIF 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1) Manfaat statistika dalam biologi adalah untuk ….
   A. membantu melahirkan cabang-cabang biologi
   B. membantu memecahkan permasalahan biologi
   C. memperkaya kajian dalam biologi
   D. mengetahui kaitan antarcabang biologi

2) Ahli yang mengenalkan penggunaan metode statistika dalam biologi adalah ….
   A. Pierre Simon Laplace
   B. Karl Friedrich Gauss
   C. Adolphe Quetelet
   D Francis Galton

3) Yang dianggap sebagai Bapak Biometri adalah ….
   A. Pierre Simon Laplace
   B. Karl Friedrich Gauss
   C. Adolphe Quetelet
   D. Francis Galton

4) Contoh peranan statistika bagi kemajuan ilmu-ilmu biologi adalah ….
   A. lahirnya genetika modern
   B. lahirnya ilmu taksonomi
   C. diketemukannya konsep seleksi alam
   D. lahirnya biometri

5) Dalam rangka memperoleh suatu konsep, penelitian dengan metode survei dapat dianggap sama dengan metode observasi karena ….
   A. sama-sama melalui pengamatan dan pengukuran
   B. keduanya mempunyai ciri *self-report*
   C. konsep dibangun berdasarkan data yang telah ada di alam
   D. konsep dibangun berdasarkan fakta yang telah ada di alam

6) Dibandingkan dengan metode observasi, dalam penelitian-penelitian biologi, metode survei lebih jarang digunakan karena ….
   A. survei tidak dapat untuk mendapatkan konsep-konsep biologi
   B. metode observasi lebih mudah dilakukan daripada survei
   C. metode survei menuntut *self-report* pada pihak yang diteliti
   D metode observasi lebih ilmiah daripada metode survei

7) Seorang psikiater melakukan wawancara dengan anggota masyarakat pengungsi untuk mengetahui perasaan mereka selama di pengungsian. Dalam hal ini, metode ilmiah yang ditempuh adalah ….
   A. survei tanpa observasi
   B. observasi tanpa survei
   C. survei dilanjutkan dengan observasi
   D. observasi dilanjutkan dengan survei

8) Hasil observasi atau survei atas variabel-variabel penelitian berupa ….
   A. fakta
   B. data
   C. atribut
   D konsep

9) Untuk mengetahui perawakan dari masyarakat suku terasing, seorang antropolog sebaiknya melakukan penelitian dengan metode ….
   A. survei
   B. observasi
   C. eksplorasi
   D eksperimen

10) Yang dimaksud dengan variabel tergayut adalah variabel yang ….
   A. nilainya bergantung pada nilai dari variabel bebas
   B. besarnya ditentukan oleh peneliti
   C. jenisnya tergantung peneliti
   D besarnya ditentukan oleh besar dari variabel rambang

11) Pada penelitian dengan metode eksperimen memanipulasi dilakukan pada variabel ….
    A. tergayut
    B. rambang
    C. kualitatif
    D. prediktor

12) Variabel yang dapat diabaikan pada penelitian eksperimen adalah variabel ….
    A. rambang
    B. tergayut
    C. penekan
    D. bebas

13) Dalam kaitannya dengan pembentukan konsep-konsep biologi, statistika berperan untuk ….
    A. menganalisis data yang diperoleh melalui survei, observasi ataupun eksperimen guna mendapatkan konsep
    B. mengolah fakta penelitian menjadi data yang dilaporkan dalam laporan penelitian
    C. menganalisis fakta yang diperoleh melalui survey, observasi ataupun eksperimen guna mendapatkan konsep
    D. mengolah konsep yang dirumuskan berdasarkan teori yang ada menjadi data empirik

14) Dalam penentuan kesamaan dan perbedaan ciri morfologis dan anatomis organisme, jenis statistika yang lebih cocok digunakan untuk mengolah datanya adalah ….
    A. deskriptif
    B. inferensial
    C. induktif
    D parametrik

15) Syarat suatu data biologi dapat diolah dengan statistika adalah ….
    A. ringkas dan jelas
    B. bersifat parametrik
    C. berupa data kuantitatif
    D. berupa data kualitatif

16) Dalam suatu langkah pembentukan konsep biologi, kedudukan statistika dapat berada di antara ….
   A. data biologi dengan model matematika tertentu
   B. model statistika terpilih dengan data biologi
   C. data biologi dengan konsep biologi
   D. konsep biologi dengan model matematika tertentu

17) Untuk data sensus mengenai tinggi badan orang dewasa pada sekelompok masyarakat terasing, penerapan statistika berikut ini yang paling sesuai adalah ….
   A. mencari deskripsi variabel
   B. mencari hubungan antarvariabel
   C. menentukan hubungan variabel prediktor dengan variabel tergayut
   D. menentukan perbedaan variabel tergayut akibat perbedaan variabel prediktor

18) Ada kaitan *feed back* pada penerapan statistika dalam biologi, hal ini terlihat pada diketemukannya ….
   A. konsep matematika tertentu berdasarkan konsep biologi
   B. konsep statistika tertentu berdasarkan data biologi
   C. model matematika tertentu berdasarkan konsep biologi
   D. model matematika tertentu berdasarkan data biologi

19) Para ahli taksonomi sering menggunakan pola pikir induktif dalam menentukan ciri-ciri spesifik suatu golongan tumbuhan. Ciri-ciri ini merupakan ….
   A. generalisasi fakta-fakta yang ada pada anggota tumbuhan itu
   B. hasil pembandingan dengan ciri-ciri golongan tumbuhan lainnya
   C. hasil deskripsi satu tumbuhan wakil golongan tumbuhan itu
   D. hasil pendugaan mengenai ciri golongan tumbuhan itu

20) Untuk menguji kemungkinan telah tersebarnya virus burung ke Indonesia, para peneliti mengadakan tes darah ayam di Indonesia, kemudian membandingkannya dengan hasil uji darah ayam di Hong Kong pengidap penyakit tersebut. Pola pikir penelitian ini adalah ….
   A. induktif murni
   B. deduktif murni
   C. deduktif-induktif
   D. induktif-deduktif

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 2

Pengertian Variabel dan Data beserta Macamnya

A. PENGERTIAN VARIABEL DAN MACAMNYA

Agar Anda dapat memahami konsep-konsep biometri, Anda harus memahami benar apa yang dimaksud variabel atau peubah (*variable*). Untuk itu kita akan membahas pengertian dan macam variabel secara terperinci.

Variabel atau peubah adalah sesuatu hal atau sifat yang spesifik atau yang khas yang mencirikan sesuatu gejala dan yang membedakannya dengan gejala/fenomena lainnya. Sebagai contoh, tubuh manusia bukan variabel karena sifatnya sangat umum. Akan tetapi, jika dari tubuh itu, kemudian kita batasi pada sesuatu atau sifat yang khas seperti: tinggi tubuh, berat badan, warna rambut, panjang tungkai, tebal kulit, barulah disebut variabel.

Ada bermacam-macam variabel tergantung pada cara memilahnya. Variabel yang tidak dapat dinyatakan dengan angka disebut variabel kualitatif, sedangkan yang dapat dinyatakan dengan angka disebut variabel kuantitatif. Variabel kuantitatif merupakan variabel yang dapat diukur secara numerik sehingga disebut pula variabel terukur. Variabel terukur dapat merupakan variabel kontinu, yakni jika secara teoretik berupa nilai-nilai yang tak terbatas jumlahnya yang terbentang di antara 2 titik. Sebaliknya, variabel diskontinu atau variabel diskret merupakan variabel terukur yang berupa nilai-nilai yang pasti, yang tidak memiliki nilai antara. Tinggi tubuh, berat badan, panjang tungkai, panjang rambut merupakan contoh variabel kontinu sedangkan jumlah sayap, jumlah ruas tubuh insekta, jumlah *appendages* insekta merupakan contoh variabel diskret.

Beberapa variabel tidak dapat diukur, namun dapat diurutkan peringkatnya, variabel demikian kita sebut variabel berperingkat *(ranked variable).* Misalnya, jenjang pendidikan (1 = SD, 2 = SLTP, 3 = SLTA, 4 = PT), status sosial (1 = kalangan bawah, 2 = kalangan menengah, 3 = kalangan atas), status pengusaha (1 = pengusaha kecil, 2 = pengusaha menengah, 3 = pengusaha besar, 4 = konglomerat), jenis ternak (1 = ternak kecil, 2 = ternak besar), jenis burung (1 = burung herbivora, 2 = burung karnivora, 3 = burung omnivora).

Variabel kualitatif tidak dapat terukur sehingga disebut pula dengan atribut. Variabel kualitatif terdiri atas kategori-kategori. Misal, variabel jenis kelamin terdiri atas kategori laki-laki dan kategori perempuan. Variabel jenis pupuk terdiri atas kategori pupuk kandang, pupuk hijau dan pupuk buatan. Variabel jenis burung terdiri atas kategori burung pemakan biji, burung pemakan buah, dan burung pemakan daging. Dapat pula jenis burung terdiri atas kategori burung herbivora, burung karnivora, dan burung omnivora. Tentu saja perlu definisi yang jelas dari variabel yang dimaksud, agar tepat dalam menentukan kategorinya.

Pada saat membahas metode eksperimen kita juga mengenal istilah variabel acak. Dalam hal ini, variabel acak didefinisikan sebagai variabel yang tidak akan berpengaruh atau mengganggu terhadap jalannya eksperimen. Oleh karena itu, variabel acak boleh kita abaikan. Sebagai contoh, pakaian kita sebagai peneliti tidak akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman saat kita melakukan eksperimen.

Pada saat kita membahas metode eksperimen kita mengenal pula variabel kendali atau variabel terkontrol. Suatu variabel disebut variabel kendali atau variabel terkontrol jika variabel tersebut dibiarkan akan mengganggu atau menekan jalannya eksperimen. Dengan kata lain, variabel pengganggu/penekan (*suppresesed variable*) atau variabel ekstra/asing (*extraneous variable*) harus dikendalikan menjadi variabel kendali atau variabel terkontrol. Sebagai contoh, keadaan yang menimbulkan bunyi gaduh di sekitar kandang dapat mempengaruhi kemauan ayam untuk bertelur. Dengan demikian, bila ingin mengetahui pengaruh jenis pakan terhadap produktivitas ayam petelur harus menjaga ketenangan lingkungan kandang. Jadi, suara gaduh harus dikendalikan dengan cara mengubahnya menjadi keadaan yang tenang. Bila suara gaduh itu datangnya dari pabrik maka eksperimen harus dilakukan jauh dari pabrik.

Istilah variabel acak juga digunakan dalam eksperimen berdasarkan cara penetapan dari variabel bebasnya. Eskperimen yang variabel bebasnya bersifat acak disebut eksperimen model acak (*random model*). Sebaliknya, jika variabel bebas dalam eskperimen merupakan variabel yang ditetapkan terlebih dahulu atau berupa variabel yang pasti/tetap (*fixed variable*), maka eksperimennya disebut eksperimen model pasti/tetap (*fixed model*).

Variabel dosis pupuk urea merupakan variabel yang memiliki p taraf/*level* tak berhingga banyaknya. Kita dapat menetapkan besarnya taraf dari variabel dosis pupuk urea itu sebagaimana yang kita inginkan mulai dari

dosis 0,0 kg/ha sampai dengan ∞ kg/ha. Jika kita menetapkan bahwa eksperimen kita hanya akan mengenakan taraf/level I sebesar 0,0 kg/ha, taraf/level II sebesar 50,0 kg/ha dan taraf/level III 100,0 kg/ha urea dalam eksperimen untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman padi Cisadane maka ketiga taraf/level dari variabel dosis pupuk itu merupakan sampel dari p taraf/level yang mungkin. Itulah sebabnya ketiga taraf/level dosis tersebut dipandang sebagai sampel perlakuan yang bersifat acak dari taraf/level dosis urea yang mungkin. Dengan demikian variabel bebas dosis pupuk urea dengan tiga taraf/level itu berkedudukan sebagai variabel bebas yang acak dan model eksperimennya sebagai eksperimen model acak (*random model*).

Jika variabel bebasnya merupakan variabel acak maka kesimpulannya berlaku untuk semua kemungkinan sepanjang selisih dosisnya sama. Jadi efek pemberian dosis pupuk urea dengan taraf/level I sebanyak 0,0 kg/ha, taraf/level II sebanyak 50,0 kg/ha dan taraf/level III sebanyak 100,0 kg/ha akan sama pengaruhnya misalnya dengan efek pemberian dosis pupuk urea dengan taraf/level I sebanyak 200,0 kg/ha, taraf/level sebanyak II 250,0 kg/ha dan taraf/level III sebanyak 300,0 kg/ha. Akan sama pula misalnya dengan taraf/level I sebanyak 1.000,0 kg/ha, taraf/level II sebanyak 1.050,0 kg/ha, dan taraf/level III sebanyak 1.100,0 kg/ha. Mengapa? Karena selisih dosis antara taraf/level I, taraf/level II, dan taraf/level III semuanya sama yakni sebanyak 50 kg/ha

Jadi, jika Anda sudah mempunyai jaminan sebelum pelaksanaan eksperimen, bahwa pola responsnya benar-benar mutlak linier berdasarkan kajian pustaka, Anda memiliki kebebasan dalam memilih beberapa taraf/level faktor dari berbagai *p* kemungkinan taraf/level faktor, yang banyaknya tak berhingga. Sekali lagi, yang perlu Anda cermati adalah: apakah benar bahwa hubungan antara dosis pupuk dengan pertumbuhan tanaman mutlak linier? Padahal kita tahu bahwa pemberian dosis pupuk urea yang terlalu tinggi akan menghambat pertumbuhan, bahkan dapat mematikan tanaman padi. Oleh karena itu, hubungan antara dosis pupuk dan pertumbuhan tanaman padi bukan merupakan hubungan yang mutlak linier (hubungan yang membentuk garis lurus). Jika mutlak linier maka setiap satuan dosis pupuk urea yang diberikan akan berpengaruh terhadap pertambahan pertumbuhan padi Cisadane dengan besaran tertentu. Dengan demikian hampir tidak mungkin variabel bebas yang bersifat kuantitatif memberi pengaruh yang mutlak linier terhadap fenomena biologi.

Karena pola responsnya tidak mutlak linier, maka suatu eksperimen dengan perlakuan pemberian pupuk urea dengan dosis 0 kg/ha, dosis 50 kg/ha dan dosis 100 kg/ha akan menghasilkan pola respons yang berlaku pada ketiga dosis tersebut. Dengan demikian, ketiga taraf/level faktor bersifat tetap, bukan bersifat acak atau *random*. Oleh karena itu, lebih baik menggunakan eksperimen dengan model pasti/tetap (*fixed model*).

Coba Anda simak contoh lain berikut ini. Jika Anda ingin mengetahui pengaruh perbedaan umur terhadap produktivitas ayam petelur apakah sifat hubungannya mutlak linier? Faktor umur dan produktivitas ayam petelur tidak akan pernah menghasilkan pola respons yang linier. Oleh karena, taraf/*level* faktornya ditetapkan berarti variabel bebas dalam eksperimen pengaruh umur ayam terhadap produktivitas telur lebih tepat dilaksanakan dengan eksperimen model pasti/tetap (*fixed model*).

Bagaimana jika peneliti ingin mengetahui hubungan antara dosis ransum dengan berat tubuh ayam? Apakah menggunakan model acak ataukah tetap? Jika hubungannya mutlak linier maka setiap penambahan suatu satuan dosis ransum akan menambah berat tubuh ayam dengan besaran tertentu. Anda memiliki kebebasan dalam memilih dua atau lebih taraf/level faktor dosis ransum dari berbagai *p* kemungkinan level/taraf faktor dosis ransum, yang banyaknya tak berhingga, untuk diberikan kepada ayam dan pasti akan memberikan pengaruh yang lebih besar bila dosisnya lebih tinggi. Padahal kita tahu bahwa ayam tidak akan mampu makan dengan dosis pakan yang melebihi kemampuannya. Oleh karena itu, hubungannya juga tidak mutlak linier. Dengan demikian, lebih tepat bila didesain dengan eksperimen model pasti/fixed (*fixed model*).

Apakah dalam penelitian biologi tidak ada eksperimen model acak? Coba Anda simak contoh berikut. Kita tahu ada bermacam-macam kompos menurut bahan yang dibuatnya. Jika eksperimen tentang pengaruh macam pupuk terhadap produktivitas padi Rajalele telah ditetapkan bahwa macam pupuk yang akan dicobakan adalah pupuk kompos dari bahan berupa sampah sebagai kategori I, kotoran kambing sebagai kategori II, dan kotoran sapi sebagai kategori III, maka ketiga kategori dari macam pupuk itu merupakan kategori yang pasti/tetap.

Jika kita menyatakan bahwa yang dicobakan hanya tiga kategori pupuk itu, dan ketiga kategori pupuk itu tidak mewakili macam pupuk yang lain, maka variabel macam pupuk merupakan variabel bebas yang pasti/tetap. Oleh karena itu, kita juga dapat menyatakan bahwa eksperimennya disebut

eksperimen model yang pasti (*fixed model*). Jika nantinya hasil eksperimen menunjukkan perbedaan hasil maka perbedaan tersebut hanya berlaku pada ketiga macam pupuk itu. Misalnya, produktivitas Rajalele yang dipupuk kompos dari kotoran kambing paling baik, dan yang paling rendah ternyata yang dipupuk kompos dari sampah maka hasil itu hanya berlaku untuk ketiga macam pupuk itu.

Di sisi lain, kita juga dapat mengatakan bahwa ketiga kategori pupuk itu merupakan sampel dari berbagai kategori pupuk lain yang semacam yang memiliki karakteristik seperti ketiga kategori pupuk yang dikenakan dalam eksperimen tersebut. Dengan demikian, ketiga kategori pupuk itu merupakan sampel variabel macam pupuk. Eskperimen yang dilakukan menjadi eksperimen model acak (*random model*). Jika nantinya hasil eksperimen menunjukkan perbedaan hasil maka perbedaan tersebut juga berlaku pada kategori-kategori pupuk yang lain sepanjang memiliki karakteristik sama seperti ketiga kategori pupuk yang digunakan dalam eksperimen tersebut. Artinya, pupuk lain yang memiliki karakteristik sama seperti pupuk kompos dari bahan kotoran kambing akan memberikan pengaruh terbesar terhadap produktivitas padi Rajalele. Demikian pula, yang paling rendah juga produktivitas padi Rajalele yang dipupuk kompos yang memiliki karakteristik bahan dari sampah.

Tugas

1. Berikan contoh variabel diskret dan variabel kontinyu, masing-masing 3 buah!
2. Seorang peneliti ingin mengetahui efek jenis pakan substitusi terhadap pertumbuhan ayam Broiler melalui suatu eksperimen, maka model eksperimen yang digunakan termasuk model acak ataukah model tetap?

B. PENANGANAN VARIABEL PENGGANGGU

Agar perbedaan pertumbuhan tanaman yang terjadi benar-benar sebagai akibat adanya perbedaan dosis pupuk maka faktor-faktor lain yang dapat ikut mempengaruhi jalannya percobaan harus dikendalikan atau dikontrol. Faktor-faktor lain yang harus dikendalikan disebut variabel pengganggu/penekan (*suppressed variable*), ada pula yang menyebut dengan variabel ekstra/asing

(*extraneous variable*) seperti sudah kita bahas sebelumnya. Suatu faktor yang berkedudukan sebagai variabel pengganggu/penekan apabila faktor tersebut dibiarkan akan mempengaruhi hasil eksperimen. Akibatnya, jika terbukti ada perbedaan respons, kita tidak tahu apakah perbedaan itu sebagai akibat pengaruh variabel bebas yang memang kita teliti, ataukah karena pengaruh variabel penekan. Dengan demikian, kita tidak dapat menarik kesimpulan dengan benar.

Tidak semua faktor lain berkedudukan sebagai variabel penekan atau variabel pengganggu. Ada pula faktor-faktor tidak akan berpengaruh terhadap jalannya eksperimen. Faktor yang demikian disebut variabel rambang atau variabel acak *(random variable*). Tentu saja diperlukan kajian pustaka yang mendalam, agar tidak keliru dalam memilah antara variabel pengganggu dan variabel rambang. Itulah salah satu alasan mengapa kajian pustaka harus dilakukan jika akan melakukan penelitian.

Dari eksperimen untuk menyelidiki pengaruh faktor dosis pupuk urea terhadap pertumbuhan tanaman padi, perlu dikaji lewat pustaka apakah variabel-variabel tersebut berkedudukan sebagai variabel pengganggu sehingga perlu dikendalikan atau dikontrol agar menjadi variabel kontrol (*controled variable*).

Dalam eksperimen, pengendalian/pengontrolan terhadap variabel pengganggu dilakukan oleh peneliti dengan cara mengkondisikannya sama dan bila tidak dapat disamakan maka dikondisikan menjadi seseragam atau sehomogen mungkin.

Untuk menyelidiki pengaruh faktor dosis pupuk urea terhadap pertumbuhan tanaman padi, maka jenis padi yang dijadikan material/bahan penelitian harus dari varietas yang sama. Jika antargrup perlakuan dan antara grup perlakuan dan grup pembanding atau grup kontrol berbeda varietasnya, maka apabila ternyata ada perbedaan berat kering sebagai salah satu parameter pertumbuhan tanaman padi, kita tidak tahu apakah itu akibat perbedaan dosis pupuk urea yang diberikan ataukah karena faktor perbedaan varietas padi. Faktor-faktor lain selain varietas yang dapat menjadi variabel penekan dalam eksperimen tersebut adalah sebagai berikut.

1. Umur semai tanaman padi, jumlah daun, panjang daun, dan lebar daun. Boleh jadi kita sulit untuk menyeragamkan diamater batang dan panjang akar, sehingga dapat didekati dengan mengambil semai yang dalam satu lokasi.

2. Kualitas pupuk urea (kandungan airnya), dapat dilakukan dengan memperhatikan keterangan dalam kemasannya.
3. Cara tanam, baik kedalaman maupun jarak tanam, yakni dengan teknik yang sama.
4. Jenis tanah dipilih yang sama, tingkat kesuburan tanah dibuat homogen dengan mengambil dari lokasi yang sama.
5. Cara pemeliharaan termasuk penyiangan, dan penangkalan hama penyakit dibuat sama tekniknya.
6. Kondisi lingkungan tempat percobaan seperti suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya dibuat sama dengan meletakkan pada satu lokasi.
7. Dari aspek pengukuran, baik alat, dan prosedur pengukuran dengan cara yang sama. Faktor pengamatnya juga dapat berpengaruh sehingga harus dilatih terlebih dahulu jika menggunakan banyak pengamat.

Jika variabel-variabel pengganggu/penekan dapat dikontrol atau dikendalikan dengan baik maka adanya perbedaan respons dapat diyakini sebagai akibat perbedaan faktor perlakuan yang diberikan.

Dalam keadaan tertentu, kita tidak dapat menghomogenkan suatu variabel yang berkedudukan sebagai variabel pengganggu/penekan. Sebagai contoh, bila kita ingin mengetahui pengaruh tiga jenis pakan terhadap pertumbuhan anak ayam kampung, dan masing-masing memerlukan 10 ekor anak ayam dalam tiap grup eksperimennya, maka kita membutuhkan 30 ekor anak ayam yang seragam/homogen yakni dari 3 perlakuan x 10 ulangan. Hal itu hanya dapat dipenuhi bila 30 ekor anak ayam kampung tersebut berasal dari satu kali penetasan dari induk ayam sama. Oleh karena itu, peneliti dapat menggunakan 10 grup anak ayam yang berasal dari 10 induk ayam. Tiap induk ayam diambil 3 ekor yang seragam. Masing-masing anak ayam dikenai satu macam perlakuan, tentunya dengan cara diundi. Cara demikian kita mengontrol variabel pengganggu/penekan dengan cara pengeblokan atau membuat blok-blok agar dalam setiap blok variabel pengganggu/penekan itu menjadi homogen (*blocking*). Dalam perhitungan nantinya kita harus memperhatikan besarnya variansi/keragaman sebagai efek blok.

TUGAS

1. Bila seorang peneliti ingin mengetahui efek limbah cair suatu pabrik terhadap pertumbuhan tanaman padi secara eksperimen, berikan 5

contoh variabel penekan/pengganggu/eksternal/asing yang harus dikontrol dengan cara dibuat sama/homogen!

2. Bila seorang peneliti ingin mengetahui produksi 3 macam tanaman jeruk varietas baru di lapangan, variabel apakah yang besar kemungkinan tidak dapat dikontrol sehingga benar-benar homogen, sehingga ia harus melakukan pengeblokan?

C. PENGERTIAN DATA DAN MACAMNYA

Kata data berasal dari bahasa Latin, jika tunggal disebut datum dan kalau jamak disebut data. Dalam bahasa Indonesia kita gunakan satu istilah saja yaitu data. Data adalah hasil pengamatan terhadap fenomena/gejala, baik berupa fenomena kebendaan ataupun fenomena peristiwa dari objek yang diteliti. Dalam penelitian-penelitian sosial, istilah yang digunakan bukan objek penelitian, melainkan subjek penelitian. Idealnya, data yang diperoleh dari suatu kegiatan pengamatan benar-benar cocok dengan fakta atau kenyataan yang sesungguhnya. Istilah data mengandung arti jamak.

Data yang diperoleh dapat dibedakan menjadi data kualitatif dan data kuantitatif. Data tentang warna merupakan data kualitatif karena data tersebut berupa berbagai kategori warna yang berhasil diamati. Data kuantitatif dapat merupakan hasil pencacahan atau hasil penghitungan sehingga disebut data cacah atau data hitung (*count data*), dapat pula merupakan hasil pengukuran sehingga disebut data ukur (*measure data*).

Jika Anda ingin menggunakan prosedur statistika, Anda sangat berkepentingan dengan data kuantitatif. Oleh karena itu, Anda perlu memahami dengan baik tentang skala pengukuran yang digunakan. Macam data yang perlu dikoleksi juga erat dengan tujuan penelitiannya. Berikut ini disajikan macam data berdasarkan skala pengukurannya dan macam data yang perlu dikoleksi dalam suatu penelitian eksperimen.

1. Macam Data Berdasarkan Skala Pengukurannya

Jika dilihat dari skalanya maka data atau hasil pengukuran dapat dibedakan menjadi berikut.

a. Data nominal

Data nominal merupakan data yang diperoleh dari pengukuran dengan menggunakan skala nominal. Dalam hal ini nomor dalam skala hanya sekadar untuk simbol atau untuk klasifikasi. Misal, variabel jenis kelamin

dapat diukur menggunakan skala nominal, dengan cara jenis kelamin laki-laki diberi nomor 1 dan jenis kelamin perempuan diberi skala 2. Dalam hal ini tidak berarti bahwa jenis kelamin perempuan memiliki harga dua kali jenis kelamin laki-laki. Nomor 1 dan 2 hanya sekadar simbol untuk membedakan atau untuk mengklasifikasi ragam jenis kelamin yang ada. Oleh karena variabel jenis kelamin memiliki dua kategori, yakni laki-laki dan perempuan maka diberi nomor 1 dan 2. Pemberian nomor dapat diganti dengan nomor lain, dan tidak akan berpengaruh terhadap data yang diperoleh. Misal boleh saja nomornya dibalik, kategori laki-laki diberi nomor 2 dan perempuan diberi nomor 1. Dapat pula nomornya diganti, misal kategori laki-laki diberi nomor 1 dan kategori perempuan diberi nomor 0. Contoh lain, untuk variabel jenis pupuk yang diklasifikasi menjadi tiga kategori ditentukan sebagai berikut. nomor 1= pupuk kandang, nomor 2= pupuk hijau, dan nomor 3= pupuk buatan. Angka-angka tersebut boleh saja dibolak-balik karena hanya sekadar untuk klasifikasi.

Oleh karena skala nominal hanya sekadar untuk simbol atau untuk klasifikasi, jikalau dua objek diberi nomor sama berarti ekuivalen yang diberi nomor beda berarti tidak ekuivalen. Oleh karena itu, data nominal tidak boleh dihitung rata-ratanya. Data dalam skala nominal disajikan dalam bentuk frekuensi atau cacah sehingga disebut data frekuensi atau data cacah atau datang hitung (*count data*).

b. Data ordinal

Data ordinal merupakan hasil pengukuran dengan menggunakan skala ordinal. Skala ordinal bukan sekadar untuk simbol atau klasifikasi belaka. Skala ordinal mampu menunjukkan bahwa suatu kategori memiliki posisi yang lebih dibanding kategori yang lainnya dari suatu variabel. Dengan kata lain, skala ordinal akan menunjukkan peringkat kategori-kategori dari variabel yang diukur.

Misalnya, Anda ingin mengamati variabel persebaran penyakit. Variabel tersebut dibedakan menjadi tiga kategori berdasarkan wilayah persebarannya, yakni non-endemik, endemik dan epidemik. Oleh karena itu, pada pengukurannya untuk kategori penyakit non-endemik diberi nomor 1, untuk penyakit endemik diberi nomor 2, dan untuk penyakit epidemik diberi nomor 3. Mengapa? Oleh karena persebaran penyakit non-endemik memiliki wilayah persebaran yang paling sempit dibanding penyakit endemik apalagi jika dibandingkan dengan penyakit yang epidemik. Namun, harus diingat

bahwa sama-sama penyakit endemik tidak sama persis luas daerah persebarannya. Inilah yang mencirikan skala ordinal.

Perhatikan contoh lain, yaitu mengenai kecepatan menetasnya telur yang diberi peringkat menurut lama waktu menetas. Kriteria pemberian peringkat adalah sebagai berikut.

> "Telur yang paling dahulu menetas diberi peringkat kesatu dan yang paling akhir menetas diberi peringkat terbesar. Telur yang sama waktu menetasnya diberi peringkat yang sama pula".

Jika ada 10 butir telur yang ditetaskan, data waktu menetas beserta skala ordinalnya adalah sebagai berikut.

Telur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jam menetas	07,45	07,45	09,50	08,10	10,12	12,50	15,30	15,30	15,30	14,21
Skala ordinal	1,5	1,5	4,0	3,0	5,0	6,0	9,0	9,0	9,0	7,0

Perhatikan hasil pengukuran di atas. Oleh karena jam atau waktu menetas antara telur pertama dan kedua sama persis maka kedua telur tersebut diberi nomor 1,5. Oleh karena telur keempat lebih dahulu menetas dibanding telur ketiga maka telur keempat diberi nomor 3,0 dan telur ketiga diberi nomor 4,0. Walaupun selisih waktu penetasan antara telur keempat dan telur ketiga tidak sama dengan selisih waktu penetasan telur ketiga dan kelima. Karena telur keempat lebih dahulu menetas daripada telur ketiga, kemudian baru diikuti oleh telur yang kelima maka telur keempat diberi nomor 3,0; telur ketiga diberi nomor 4,0; dan telur kelima diberi nomor 5,0. Telur kesepuluh lebih dahulu menetas dibanding telur ketujuh, telur kedelapan dan telur kesembilan. Oleh karena itu, telur kesepuluh diberi nomor 7,0; sedangkan telur ketujuh, kedelapan dan kesembilan karena bersamaan waktu menetasnya maka diberi nomor yang sama, yakni nomor 9,0 (rata-rata dari nomor 8,0; 9,0; dan 10,0).

Dari contoh tersebut tampak bahwa nomor-nomor hasil pengukuran menunjukkan peringkat dari lamanya waktu telur menetas, dan sekali lagi beda atau selisih waktu menetas antara telur yang satu dengan yang lain tidak perlu sama. Dengan demikian skala ordinal menunjukkan skala yang bersifat diskret karena sifatnya terputus-putus.

Karena skala ordinal menunjukkan posisi setiap data sesuai dengan peringkatnya maka dua objek yang diberi nomor yang sama berarti memiliki peringkat yang sama sehingga ekuivalen. Dua objek yang diberi nomor beda berarti peringkatnya berbeda sehingga objek yang satu memiliki *sifat lebih* dari objek yang kedua. Oleh karena itu, harga-harga median, kuartil, desil ataupun persentil akan mampu memberikan informasi tentang pemfokusan atau tendensi sentral dari data ordinal. Median, kuartil, desil dan persentil tidak dipengaruhi oleh besarnya skor sebelum diubah menjadi peringkat. Median akan selalu membagi seluruh objek menjadi dua kelompok yang sama anggotanya. Jika seluruh objek yang diukur sebanyak 40 buah maka median akan selalu membagi 40 objek tersebut menjadi dua kelompok yang masing-masing beranggotakan 20 objek, kelompok objek yang satu memiliki posisi atau peringkat lebih tinggi dari kelompok objek yang satunya. Kuartil akan membagi seluruh objek menjadi empat kelompok dengan empat peringkat. Demikian pula desil akan membagi seluruh objek ke dalam 10 kelompok dengan 10 peringkat, Persentil akan membagi seluruh objek menjadi 100 kelompok dengan 100 peringkat.

c. Data interval

Data interval merupakan hasil pengukuran menggunakan skala interval. Nomor-nomor urut pada skala interval menunjukkan posisi tiap data secara urut dan pasti pada suatu garis yang menghubungkan dua buah titik. Selisih antara 2 data benar-benar mempunyai arti, maksudnya antardata benar-benar dapat diperbandingkan. Jika antara harga A dan B memiliki selisih 10 dan selisih harga C dan D juga 10, dapat dikatakan bahwa selisih A dan B sama dengan selisih C dan D. Jadi kedua selisih tersebut memiliki makna yang sama. Dengan demikian, skala interval menunjukkan skala yang bersifat kontinum (antarharga akan bersambungan sehingga membentuk suatu garis).

Skala interval memiliki titik 0 sebarang atau bersifat relatif. Sebagai contoh, seandainya menurut skala Celsius suhu dinyatakan mulai dari -1000^o sampai 1000^o maka pengukuran suhu akan menghasilkan tak berhingga kemungkinan yang terentang antara -1000^o sampai 1000^o. Anda dapat menemukan suatu kondisi dimana saat suhu benda yang Anda ukur mungkin menunjukkan $-10{,}5^o$, $36{,}7^o$ atau mungkin tepat $0{,}0^o$, dan sebagainya. Jika terukur $0{,}0^o$ tidak berarti bahwa benda yang Anda ukur tidak mempunyai suhu. Jangan lupa bahwa antara 0^o menurut Celsius tidak sama dengan 0^o menurut Fahrenheit ataupun 0^o menurut Reamur.

Jika nilai kecerdasan benar-benar terukur dalam skala interval maka seseorang yang memperoleh nilai 10,0 tidak berarti bahwa ia memiliki kepandaian dua kali lipat dari temannya yang memperoleh nilai 5,0. Demikian pula teman lainnya yang memperoleh nilai 0,0 tidak berarti ia tidak memiliki kepandaian sama sekali. Jadi dalam skala interval, nomor yang sama menunjukkan ekuivalensi, nomor yang berbeda menunjukkan peringkat yang berbeda, selisih antara dua harga dapat diperbandingkan, namun demikian, data interval tidak dapat digunakan untuk membandingkan ciri atau sifat objek yang diukur.

Selain suhu tubuh, data biologi berupa kandungan bahan kimia dalam jaringan tubuh juga termasuk contoh data interval karena banyaknya kandungan bahan kimia sangat tergantung kepada alat untuk detektor dan/atau indikator yang digunakan. Oleh karena itu, nilai nol bukan berarti tidak ada, namun hanya karena tidak terdeteksi. Kecepatan telur menetas juga contoh data interval karena tidak mungkin kita memperoleh data yang sungguh-sungguh menyatakan saat satu demi satu telur mulai dierami sampai saat menetasnya.

Dari skala interval juga dapat diubah ke dalam skala ordinal. Contoh mengenai kecepatan menetasnya telur apabila didasarkan pada lamanya waktu menetas maka merupakan data interval, namun setelah dibuat kriteria pemberian peringkat, yaitu telur yang paling dahulu menetas diberi peringkat kesatu dan yang paling akhir menetas diberi peringkat terbesar, telur yang sama waktu menetasnya diberi peringkat yang sama pula maka hasilnya merupakan data ordinal.

d. Data rasio

Data rasio merupakan hasil pengukuran menggunakan skala rasio. Skala rasio benar-benar memiliki harga nol yang bersifat mutlak. Data rasio dapat dibandingkan satu dengan yang lainnya. Benda yang tidak memiliki bobot akan tertimbang pada skala 0. Benda A memiliki berat 25 kg dan benda B memiliki berat 50 kg, Anda dapat menyatakan bahwa benda B beratnya dua kali lipat benda A. Anda juga dapat mengatakan bahwa benda B memiliki kelebihan berat sebesar 25 kg. Jika satuannya diubah menjadi gram maka rasionya akan tetap. Maksudnya benda B tetap memiliki berat dua kali lipat benda A. Demikian pula kelebihan beratnya yang sebesar 25000 gram benar-benar sama dan sebanding dengan 25 kg.

Data panjang, volume, maupun data berat tubuh atau bagian tubuh makhluk hidup merupakan data rasio. Suatu tanaman yang tidak mengalami pertumbuhan akan terukur tetap panjangnya/tingginya, diameternya, dan volumenya.

2. Macam Data yang Perlu Dikoleksi dalam Eksperimen

Dalam melaksanakan eksperimen ada beberapa jenis data yang perlu dikoleksi agar eksperimen tersebut dapat berjalan seperti yang direncanakan. Data yang perlu dikoleksi meliputi berikut ini.

a. Data pokok atau data pengganti

Data pokok (*primary data*) adalah hasil pengamatan yang menunjukkan harga variabel tergayut dari eksperimen yang dilakukan. Adapun data pengganti atau data substitusi (*substitute data*) dikoleksi jika peneliti tidak melakukan pencatatan terhadap data pokok. Tidak dilaksanakan pencatatan data pokok dengan pertimbangan, antara lain (1) biaya untuk mengoleksi data pokok sangat mahal, (2) peralatan untuk mengoleksi data pokok tidak tersedia, (3) waktu untuk mengoleksi data pokok terlalu lama atau alasan lain yang rasional. Tentu saja harus ada jaminan bahwa data pengganti (data substitusi) mampu memberi informasi yang benar sesuai dengan tujuan percobaan.

Sebagai contoh, Anda ingin melihat kualitas buah apel varietas baru. Jika Anda ingin menyelidiki berdasar data pokok maka parameter yang Anda koleksi, antara lain meliputi kandungan mineral, vitamin, gula dan sebagainya melalui analisis laboratorium beserta kemampuannya selama masa simpan. Dengan demikian, Anda dapat membandingkan kualitas apel varietas baru dengan varietas lama. Akan tetapi, boleh saja Anda mencari data pengganti (data substitusi) berupa banyaknya apel varietas baru tersebut yang laku di pasaran. Dalam hal ini Anda perlu mendefinisikan bahwa kualitas apel yang dimaksud dalam penelitian bukan kualitas berdasar hasil analisis laboratorium dan daya simpan, namun kualitas apel berdasarkan banyaknya apel yang laku di pasaran. Tentu saja, penelitian akan benar-benar sempurna jika data kualitas apel yang Anda koleksi mencakup data laboratorium maupun data pemasaran.

b. Data penjelas

Selain data pokok atau data subsitusinya, Anda juga perlu mengoleksi data lain yang mampu menjelaskan hubungan antara faktor perlakuan (variabel bebas) dengan variabel tergayutnya. Bila seorang peneliti ingin membandingkan efek pemupukan dosis trifosfat terhadap produksi buah apel varietas unggul dan lokal, maka selain data pokok berupa panenan per hektar ia harus mengkoleksi data yang dinamakan data penjelas (*explanatory data*) berupa ukuran daun, tinggi dan diameter batang beserta percabangannya dari kedua jenis pohon apel tersebut. Dengan demikian, Anda dapat menjelaskan apakah efek pemberian pupuk tersebut lebih banyak terhadap produksi buah ataukah justru terhadap organ lain selain buah.

c. Data suplemen

Agar penelitian Anda benar-benar terkontrol, Anda juga perlu mencari data suplemen atau data pelengkap (*supplementary data*), yang meliputi berikut ini.

1) Data yang dapat meningkatkan ketepatan atau presisi eksperimen, yaitu dengan mencatat kondisi awal yang dicurigai dapat mempengaruhi kondisi akhir sesudah eksperimen. Variabel yang demikian disebut sebagai variabel peragam atau kovariat (*concomitant variable*). Misal, bagaimanapun berat awal hewan uji (hewan percobaan), dicurigai dapat mempengaruhi berat akhirnya jika diberi perlakuan berupa pemberian dosis ransum. Hewan yang badannya berukuran lebih besar (lebih berat tubuhnya) akan menang kompetisi atau lebih kuat makannya dibanding hewan yang badannya berukuran lebih kecil. Oleh karena itu, perlu dicatat berat awal (sebelum eksperimen), untuk menyelidiki apakah berat awal tersebut tidak akan menjadi variabel peragam terhadap berat akhir (setelah percobaan). Jika ada tendensi bahwa hewan uji yang memiliki berat awal lebih besar, secara mencolok juga menunjukkan berat akhir yang jauh lebih besar pula maka dalam prosedur analisis statistikanya perlu memperhitungkan atau menghilangkan pengaruh variabel peragam tersebut.
2) Data untuk mendeteksi adanya interaksi antara faktor perlakuan dengan bahan uji. Dapat dikatakan ada interaksi jika variasi yang ada dalam kelompok perlakuan pada taraf yang rendah jauh lebih kecil atau lebih besar dibanding variasi yang ada dalam kelompok perlakuan pada taraf yang tinggi. Dalam hal ini dapat dilihat dari besarnya harga simpangan

baku ataupun variansi (ragam) yang ada. Misal dosis toksin yang digunakan meliputi 0 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm dan 20 ppm. Data menunjukkan bahwa simpangan baku pada perlakuan 0 ppm hanya sebesar 2 ons, pada perlakuan 5 ppm simpangan bakunya juga 2 ons, pada 10 ppm simpangan bakunya naik menjadi 7 ons, pada perlakuan 15 ppm, naik lagi menjadi 10 ons, dan pada perlakuan 20 ppm simpangan bakunya mencapai 20 ons. Jadi tampak adanya kecenderungan simpangan baku yang tidak homogen. antarkelompok perlakuan. Tentu saja variannya/ragamnya juga akan tidak homogen pula. Untuk menunjukkan apakah interaksi tersebut signifikan perlu adanya uji homogenitas varians atau ragam (variance).

d. Data untuk mengecek perlakuan yang diberikan

Dalam melaksanakan eksperimen peneliti perlu mengecek apakah level/taraf faktornya sudah terukur sesuai dengan rencananya. Misalnya dalam eksperimen akan dikenakan dosis pupuk urea 50 kg/ha maka harus dicek bahwa dosisnya memang sudah benar 50 kg/ha, tidak lebih dan tidak pula kurang. Jika taraf toksin yang digunakan untuk membunuh serangga ditentukan 0 ppm, 5 ppm, dan 10 ppm, apakah sudah benar bahwa dosis yang digunakan memang benar-benar sebesar itu. Hal ini sangat penting, mengingat penyimpangan yang terjadi akibat ketidaktepatan taraf yang dicobakan akan mempengaruhi hasil eksperimen. Demikian pula jika akan mengenakan tiga kategori pupuk kompos maka harus dicek benar apakah tidak keliru dalam mengenakan ketiga kategori kompos tersebut.

Agar tidak terjadi kesalahan maka akan terbantu dengan mencantumkan data dalam bentuk label. Dengan pemberian label pada setiap unit eskperimen maka tidak akan terjadi kekeliruan.

e. Data untuk mengecek kondisi eksternal/lingkungan luar

Kondisi eksternal atau lingkungan luar yang sekiranya dapat mengganggu jalannya eksperimen juga perlu dicatat. Misalnya, pertumbuhan tanaman akibat pemberian pupuk juga tidak dapat terlepas dari faktor klimat, seperti suhu, kelembaban maupun intensitas cahaya. Oleh karena itu, harus dilihat apakah faktor klimat tersebut selama eksperimen berlangsung juga benar-benar sama atau homogen. Demikian pula jika lingkungan terlalu gaduh saat eksperimen menggunakan objek berupa hewan seperti ayam petelur dilakukan. Ayam petelur tidak akan bertelur dengan baik jika

lingkungannya gaduh. Oleh karena itu, kondisi lingkungan yang gaduh harus dikendalikan agar eksperimen dapat berlangsung sesuai harapan.

Tugas

1. Berilah contoh lain mengenai data nominal, ordinal, interval dan rasio!
2. Bila seorang peneliti ingin mengetahui kualitas jeruk varietas baru dibanding varietas jeruk yang sudah ada, data pokok, data pengganti, dan data penjelas apa sajakah yang dapat ia koleksi?

LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1) Manakah pernyataan berikut ini yang termasuk variabel?
   - Bulu ayam
   - Panjang rambut
   - Buah jeruk
   - Dosis pupuk
   - Kebersihan rumah
   - Daun tanaman
   - Hutan
   - Jenis air
   - Lokasi sungai
   - Tinggi gelombang
   - Cahaya matahari
   - Diameter batang
2) Jelaskan perbedaan antara variabel kontinu dan variabel diskret? Jelaskan pula perbedaan antara variabel kualitatif dan variabel kuantitatif?
3) Jika kita menyelenggarakan eksperimen, dalam keadaan bagaimana peneliti menggunakan data substitusi, dan berikan alasannya!
4) Mengapa peneliti diwajibkan mengkoleksi data penjelas dalam eksperimen biologi?

Petunjuk Jawaban Latihan

1) Untuk menjawab pertanyaan nomor 1 Anda harus ingat apa batasan atau definisi setiap jenis variabel. Jadi yang tidak dapat diukur atau diamati sehingga menghasilkan data bukan variabel.

2) Untuk menjawab pertanyaan nomor 2 Perhatikan kembali macam-macam variabel berdasarkan cara pemilihannya.
3) Untuk menjawab pertanyaan nomor 3 coba Anda perhatikan kembali uraian mengenai data pokok dan data substitusi dalam penelitian eksperimen.
4) Untuk menjawab pertanyaan nomor 4 Anda harus mengingat kembali tujuan eksperimen dan kemungkinan terjadinya penyimpangan dari hasil yang diharapkan.

RANGKUMAN

Materi yang disajikan pada Kegiatan Belajar 2 dapat dirangkum sebagai berikut:

1. Supaya perubahan yang terjadi pada variabel tergayut benar-benar sebagai akibat dari perubahan pada variabel bebasnya maka variabel-variabel penekan/pengganggu/ekstra/asing yang dapat mempengaruhi, menekan atau mengganggu jalannya eksperimen harus dikendalikan.
2. Variabel merupakan sesuatu hal yang spesifik dan khas yang mencirikan suatu gejala, baik gejala benda ataupun gejala peristiwa, dan memiliki variasi harga, baik secara kualitatif maupun kuantitatif.
3. Ada bermacam-macam variabel, tergantung pada cara kita memilahkannya. Ada variabel kualitatif di satu sisi dan variabel kuantitatif di sisi lain. Ada variabel terukur dan variabel terhitung. Ada variabel kontinu ada variabel diskontinu/diskret, dan sebagainya.
4. Dalam penelitian eksperimen dikenal ada variabel tetap dan ada variabel rambang. Ada variabel bebas atau variabel perlakuan, variabel kendali atau variabel terkontrol, dan variabel tak bebas atau variabel tergayut atau variabel terikat atau variabel tergantung.
5. Selain data pokok atau data substitusi dari data pokok, kita juga perlu untuk mengoleksi data penjelas agar kita dapat memperoleh informasi hubungan antara variabel bebas dengan variabel tergayutnya.
6. Dalam eksperimen kita juga penting sekali memperhatikan data pendukung yang dapat menjelaskan bahwa eksperimen berjalan sesuai dengan rencana.

TES FORMATIF 2

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1) Berikut ini yang merupakan contoh variabel, yaitu ….
   A. hujan lebat
   B. angin ribut
   C. warna rambut
   D. rambut lebat

2) Daftar nomor rumah dari sederet rumah sebuah gang, dimulai dari tepi jalan raya, berturut-turut adalah 1, 3, 5, 7 dan 9. Kalau ada peneliti yang ingin menguji pernyataan bahwa semakin dekat dengan jalan raya semakin besar tingkat polusi udaranya maka nomor-nomor rumah tersebut berkedudukan sebagai variabel ….
   A. kuantitatif
   B. kualitatif
   C. diskret
   D. berperingkat

3) Kalau ada data tentang rata-rata jumlah penduduk per kilometer maka rata-rata jumlah ini sebenarnya merupakan variabel ….
   A. bebas
   B. tergayut
   C. diskret
   D kontinu

4) Ada teori yang mengatakan bahwa, pada kisaran tertentu, peningkatan suhu diikuti dengan peningkatan daya fermentasi alkohol. Jika peneliti menentukan beberapa titik suhu, dalam kisaran tersebut sebagai taraf faktor perlakuan maka suhu media di sini merupakan variabel ….
   A. acak
   B. tetap
   C. penekan
   D diskret

5) Hasil pengukuran terhadap luas daun jambu adalah 60 cm^2. "Luas daun" dan "60 cm^2" berturut-turut adalah ….
   A. data dan fenomena benda
   B. fakta dan fenomena benda
   C. fenomena benda dan data
   D. fenomena benda dan fenomena peristiwa

6) Untuk efisiensi kerja, seorang entomolog membuat tabel kode berikut sebelum memasuki lokasi penelitian

Ordo Serangga	Orthoptera	Diptera	Coleoptera	Hemiptera
Kode	1	2	3	4

Angka-angka pada tabel kode tersebut tergolong data ….
A. kuantitatif
B. kualitatif
C. berperingkat
D. diskret

7) Data (fiktif) rata-rata jumlah anak beberapa spesies organisme per generasi adalah sebagai berikut.

Spesies	Gajah	Harimau	Manusia	Lembu	Ikan paus	Ikan lele
Jumlah anak	1 sampai 2	1 sampai 4	1 sampai 9	1 sampai 2	1 sampai 2	ribuan

Jumlah anak pada penelitian ini, tergolong data ….
A. nominal
B. ordinal
C. interval
D rasio

8) Hasil pengamatan kisaran suhu lingkungan yang optimum bagi pertumbuhan beberapa genus bakteri adalah sebagai berikut.

Spesies	Bakteri Laktobasili	As. Lakt. Termofil	Flavobacterium
Kisaran Suhu (°C)	37 – 40	50 – 55	4 - 10

Kisaran suhu tersebut tergolong data ….
A. nominal
B. ordinal
C. interval
D rasio

9) Seorang peneliti mengukur banyaknya daun dan banyaknya anakan, serta rasio pucuk akar ketika ingin mengetahui efek pemberian pupuk kombinasi P dan K terhadap produksi suatu tanaman padi varietas baru. Data tersebut merupakan ….
A. data pokok
B. data substitusi

C. data penjelas
D. data suplemen

10) Hasil penelitian (fiktif) pengaruh jenis kelamin terhadap daya angkat:

Jenis kelamin	Rata-rata berat angkatan maksimal (kg)		Keterangan
	Tanpa alat	Dengan alat	
Laki-laki	106	198	Benda yang diangkat adalah batu
Perempuan	89	182	

Angka-angka pada tabel di atas merupakan data ….
A. pokok
B. substitusi
C. penjelas
D. suplemen

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 2.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 3. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 2, terutama bagian yang belum dikuasai.

KEGIATAN BELAJAR 3

Populasi, Sampel, dan Teknik Pengambilan Sampel

A. POPULASI DAN SAMPEL

Di dalam biologi istilah populasi digunakan untuk mendefinisikan kumpulan individu yang semacam atau yang satu spesies, yang mendiami suatu habitat tertentu. Anda dapat menyatakan spesies badak bercula satu di kawasan cagar alam Ujung Kulon sebagai populasi badak bercula satu yang hidup di kawasan cagar alam tersebut. Seluruh ikan nila yang hidup pada suatu kolam, dapat dikatakan sebagai populasi ikan nila di kolam tersebut.

Di dalam statistika, populasi digunakan untuk menyatakan totalitas dari seluruh "individu" atau "item" yang masing-masing individu atau item tersebut merupakan unit pengamatan terkecil. Oleh karena itu, individu yang dimaksud di dalam statistika tidak selalu sebagai individu yang digunakan dalam pengertian biologi karena di dalam biologi individu selalu bermakna satu organisme.

"Individu" dalam statistika sebagai suatu unit pengamatan terkecil dapat berupa bagian dari individu dalam pengertian biologi. Misal, kalau Anda mengamati daun dari suatu pohon maka tiap-tiap daun merupakan unit pengamatan terkecil atau sebagai individu, dan seluruh daun pada satu pohon tersebut merupakan populasinya.

Dapat pula yang dimaksud "individu" dalam statistika adalah kumpulan individu dalam pengertian biologi. Misal, kalau Anda ingin mengetahui jumlah semut pada suatu areal perkebunan, Anda akan lebih mudah menghitung berapa banyak sarang yang ditemukan. Oleh karena itu, setiap kelompok semut dalam satu sarang menjadi unit pengamatan terkecilnya atau sebagai individu, sedangkan populasinya adalah seluruh semut yang berada dalam sarang yang terdapat di dalam perkebunan tersebut. Anda akan lebih mudah menyatakan berapa banyak jumlah rumpun padi di areal persawahan, daripada harus menyatakan berapa individu pohon padi yang ada di areal persawahan tersebut.

Dilihat dari banyaknya individu anggotanya, ada populasi yang terbatas/berhingga (*finite population*) dan ada pula populasi yang tak

terbatas/tak berhingga (*infinite population*). Jika populasinya terbatas/ berhingga, peneliti dapat melakukan pengamatan terhadap seluruh "individu" atau "item" anggota populasi. Penelitian demikian disebut penelitian sensus. Sensus penduduk dilaksanakan dengan mencacah atau menghitung berapa banyaknya penduduk yang ada. Jadi, dihitung satu demi satu pada setiap bagian wilayah sehingga seluruh wilayah akan diketahui berapa jumlah penduduknya. Jika sensus itu sifatnya nasional maka seluruh penduduk di negara yang bersangkutan dicacah atau dihitung satu per satu.

Batasan populasi terbatas dengan populasi tak terbatas terkadang menjadi sangat relatif. Jumlah penduduk Indonesia yang mencapai 200 juta relatif sudah sangat banyak, namun demikian dengan mengerahkan petugas sensus, jumlah tersebut dapat dihitung dalam waktu yang relatif singkat. Sebaliknya, jika penelitian dilaksanakan hanya oleh seorang peneliti, jumlah 100.000 sudah sangat banyak, apalagi variabel yang diukur memerlukan prosedur pengukuran yang rumit.

Agar supaya Anda dapat menghemat biaya, tenaga dan waktu maka Anda dapat melakukan penelitian dengan cara hanya mengamati sekumpulan "individu" atau "item" dari populasi yang bersangkutan. Penelitian yang demikian disebut penelitian sampling. Dengan demikian, sekumpulan "individu" atau "item" yang Anda amati tentunya harus benar-benar dapat mewakili populasi yang Anda teliti. Dengan kata lain Anda harus memiliki sekumpulan "individu" atau "item" yang representatif. Sekumpulan "individu" atau "item yang representatif atau yang benar-benar dapat mewakili populasinya disebut sampel atau contoh atau cuplikan. Sebagai konsekuensinya, diperlukan adanya teknik pengambilan sampel atau teknik sampling (*sampling technique*) yang benar-benar dapat menjamin kerepresentatifan sampel.

Tugas

Berilah contoh penelitian yang tergolong penelitian sensus dan penelitian sampling, masing-masing tiga contoh!

B. TEKNIK PENGAMBILAN SAMPEL

Teknik pengambilan sampel merupakan suatu prosedur yang harus ditempuh oleh peneliti, agar sebagian "individu" atau "item" anggota dari populasi yang diteliti, benar-benar representatif atau dapat mewakili populasinya. Jika sampel yang diambil tidak representatif maka kesimpulan yang diperoleh pada tingkat sampel tidak berlaku pada tingkat populasinya. Jika demikian halnya maka bukan lagi merupakan penelitian sampling, akan tetapi hanya merupakan penelitian kasus.

Tidak berarti bahwa suatu penelitian kasus tidak berharga sama sekali. Boleh jadi, untuk penelitian tertentu memang lebih tepat menggunakan studi kasus karena fenomenanya memang bersifat khusus. Tentu saja hasilnya akan dapat dimanfaatkan atau diterapkan untuk menghadapi kasus lain yang serupa. Banyak penelitian psikologi klinik juga penelitian dalam bidang hukum yang menggunakan pendekatan kasus.

Sampel dinyatakan representatif apabila data sampel (data statistik sampel) benar-benar dapat mencerminkan harga-harga yang ada pada populasinya *(*parameter populasi). Artinya, apabila Anda memiliki data rerata sampel maka data rerata sampel tersebut harus mampu menjadi penduga tak bias (penduga yang benar) dari harga rerata populasi. Dalam hal ini mengandung maksud, jika dilakukan pengambilan sampel berulang-ulang dan setiap pengambilan dihitung harga reratanya maka rata-rata dari seluruh rerata data sampel besarnya sama dengan harga rerata populasi.

Teknik pengambilan sampel tidak dapat terlepas dari metode penelitian yang dilakukan. Dalam penelitian biologi, teknik pengambilan sampel dalam penelitian survei ataupun penelitian observasi tidak sama dengan teknik pengambilan sampel dalam penelitian eksperimen/percobaan.

1. Teknik Pengambilan Sampel dalam Penelitian Survei dan Observasi

Penelitian survei atau penelitian observasi bertujuan untuk memperoleh konsep secara induktif dari fakta-fakta yang berhasil diamati pada populasi yang diteliti. Oleh karena itu karakteristik populasi menjadi pertimbangan dalam melakukan pengambilan sampel. Artinya, bahwa peneliti benar-benar harus sudah memperoleh informasi, bagaimana sebenarnya keadaan populasi yang ingin diteliti. Berikut ini disajikan beberapa teknik dalam penelitian survei dan penelitian observasi.

a. Teknik tidak acak (non-random sampling)

Teknik non-random adalah teknik pengambilan sampel yang tidak mendasarkan diri pada prinsip peluang. Ada dua prosedur teknik non-random, yakni:

1) Pengambilan sampel menurut kuota (*quota sampling*)

Pengambilan sampel menurut kuota (*quota sampling*) merupakan prosedur untuk memperoleh sampel dari populasi asal sudah memenuhi jumlah tertentu yang kita inginkan. Oleh karena dalam pelaksanaannya tanpa pertimbangan apa pun maka dikatakan pula sebagai teknik pengambilan sampel seadanya. Artinya, jika si peneliti memerlukan sampel terdiri dari 40 unit sampel maka ia akan mengambil "individu-individu" anggota populasi yang diteliti berturut-turut sampai diperoleh 40 unit sampel. Penelitian dengan teknik "quota sampling" biasanya dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh informasi lapangan guna mengungkap apakah yang menjadi permasalahan penelitian benar-benar tampak fenomenanya. Dengan kata lain, data yang diperoleh melalui teknik "quota sampling", dijadikan penguat oleh peneliti dalam mengungkapkan pokok permasalahan yang akan diselesaikan. Karena cara pengambilan sampelnya seadanya maka disebut pula dengan teknik pengambilan sampel secara aksidental (*accidental sampling*).

Sebagai contoh, suatu penelitian bertujuan untuk melihat munculnya sifat kenakalan dihubungkan dengan faktor penyebabnya. Dalam hal ini, ingin diteliti apakah faktor biologik, yakni faktor genetik, lebih kuat pengaruhnya dibanding faktor lingkungan. Untuk memperoleh data, peneliti mendatangi lembaga pemasyarakatan khusus untuk anak-anak, terbukti bahwa kenakalan anak lebih dipengaruhi oleh faktor lingkungan daripada faktor genetik. Permasalahannya, apakah kesimpulan yang diperoleh tersebut berlaku pada semua kenakalan yang terjadi di lapangan? Namun demikian, peneliti semakin yakin bahwa permasalahan kenakalan erat kaitannya dengan faktor lingkungan sehingga perlu diteliti.

Contoh lain, seorang peneliti ingin mengetahui hasil panen padi Cisadane pada suatu kecamatan. Karena peneliti tidak punya informasi berapa anggota populasi petani yang menaman padi Cisadane dan dimana mereka tinggal, maka ia ingin mendata hasil padi dari 100 petani yang menanam padi Cisadane. Kemudian ia mendatangi 20 desa yang ada di kecamatan tersebut sampai diperleh data dari 100 petani.

Data penelitian yang diperoleh dari sampel yang dicuplik menggunakan teknik *quota sampling* tidak representatif mewakili populasi. Jadi, lebih menjurus kepada studi kasus. Oleh karenanya, data yang diperoleh hanya dapat dianalisis menggunakan prinsip statistika deskriptif.

2) Pengambilan sampel dengan pertimbangan *(purposive sampling)*

Pengambilan sampel dengan pertimbangan atau "purposive sampling" merupakan teknik pengambilan sampel dengan menggunakan pertimbangan tertentu setelah mengetahui karakteristik populasinya. Misal, untuk menyelidiki perilaku gajah Sumatera yang dilatih selama pembelajaran, peneliti menggunakan sampel gajah yang ada di Sekolah Gajah Way Kambas. Peneliti mempunyai pertimbangan berupa asumsi bahwa gajah-gajah lain yang ada di Pulau Sumatera, jika dilatih akan menunjukkan perilaku yang sama dengan gajah-gajah yang sedang dilatih di Sekolah Gajah Way Kambas.

Contoh lain, untuk menyelidiki tingkat kesehatan penderita *down syndrome* hubungannya dengan status sosial ekonomi orang tuanya, peneliti mendatangi salah satu panti asuhan yang merawat para penderita *down syndrome* yang berasal dari berbagai status sosial ekonomi di masyarakat. Jadi, peneliti tidak perlu mendata penderita *down syndrome* yang ada di lapangan karena memerlukan biaya yang besar. Selain itu boleh jadi orang tua yang anaknya mengalami *down syndrome* akan malu jika diketahui oleh orang lain. Dengan mendatangi panti asuhan tersebut diharapkan tujuan penelitian tetap dapat dicapai.

Data yang diperoleh dari sampel yang dicuplik melalui teknik *purposive sampling* juga hanya dapat diolah dengan analisis statistika deskriptif. Hal tersebut disebabkan oleh karena sampel yang diteliti belum sepenuhnya representatif mewakili populasi.

b. Pengambilan sampel secara acak (random sampling)

Pengambilan sampel secara acak (*random sampling*) mendasarkan diri pada prinsip peluang. Artinya, setiap "individu" anggota populasi yang diteliti harus memiliki peluang yang sama untuk dapat dijadikan sampel. Oleh karena itu, teknik *random sampling* juga disebut teknik *probability sampling*. Agar setiap individu anggota populasi berkesempatan untuk terpilih menjadi sampel dilakukan pengacakan atau perandoman yang dilakukan dengan cara diundi. Dengan cara demikian, sampel yang tercuplik benar-benar dapat mewakili populasinya.

1) Pengambilan sampel acak sederhana (*simple random sampling*)

Pengambilan sampel acak sederhana (*simple random sampling*) diterapkan jika populasi penelitian benar-benar homogen. Untuk keperluan tersebut, peneliti harus menyiapkan kerangka sampling/kerangka pencuplikan *(frame-sampling),* yang tidak lain berupa populasi yang akan diambil sampelnya. Agar dapat menentukan kerangka sampling/kerangka pencuplikan, peneliti harus memiliki informasi berapa jumlah "individu" yang menjadi anggota populasinya. Dengan demikian, populasinya benar-benar terbatas atau berhingga jumlahnya.

Setelah seluruh anggota populasi dicatat nomornya, kemudian dilakukan pengundian untuk memilih nomor-nomor anggota untuk diambil sebagai sampel. Cara pengundian dapat menggunakan tabel bilangan random yang tersedia pada Tabel 1-2 atau dengan cara lain. Yang penting bahwa dalam melakukan undian benar-benar tidak ada unsur memihak. Jadi, benar-benar dipilih secara acak atau random.

Contoh, suatu penelitian bertujuan menyelidiki produksi sapi ras Selandia yang dipelihara di Kecamatan Cangkringan Kabupaten Sleman, Propinsi DIY. Karena sapi-sapi yang ada di kecamatan tersebut didatangkan pada satu periode import, kemudian dipelihara dengan cara yang relatif sama oleh para petani maka baik umur ataupun kondisinya dianggap homogen. Oleh karena itu, jika di kecamatan tersebut terdapat 1000 ekor sapi betina yang sedang aktif memproduksi air susu. Dengan perhitungan statistika untuk taraf signifikansi presisi/ketepatan $\pm$ 5% harus diambil 286 ekor maka 1000 ekor sapi tersebut diundi untuk diambil 286 ekor sebagai sampel. Besarnya sampel yang harus diambil dari suatu populasi berdasarkan ukuran populasi dan batas taraf signifikansi (taraf nyata) ketepatannya pada Tabel 1-1. Taraf signifikansi menunjukkan penyimpangannya, jadi kalau taraf signifikansi ketepatan 1%, yang berarti bahwa kekeliruan atau ketidaktepatan sampel mewakili populasi hanya 1%.

Untuk mengambil 286 ekor dari 1000 ekor sapi betina tersebut dilakukan pengundian. Untuk melakukan pengundian digunakan tabel bilangan acak/random yang tersedia pada Tabel 1-2. Tabel bilangan acak/random merupakan kumpulan angka yang disusun menurut deret dan kolom yang benar-benar tersebar secara acak. Oleh karena itu, nomor berapa pun yang terundi menurut tabel bilangan acak/random akan diakui

keacakannya. Pengundian menggunakan tabel acak/random dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1. Buat nomor urut dari 1000 ekor sapi tersebut.
2. Tentukan secara sebarang suatu bilangan pada tabel random, misal dengan mata tertutup menjatuhkan ujung pensil pada tabel random. Misalnya, tertunjuk bilangan baris ketiga belas kolom kesembilan, yaitu angka 6, dan dari angka 6 pada deretan tersebut tertera angka 60 06 17 36 37 75 63 14 89 51 23 35 01 74 69 93. Karena 1000 terdiri dari 4 angka maka kita ambil masing-masing 4 angka dari deretan angka tersebut, kemudian dikurangi 1000. Hasil yang diperoleh menunjukkan nomor sampel yang terundi. Dari 4 angka pertama 6006 jika dikurangi 1000 secara berturut-turut diperoleh harga 0006, jadi sampel pertama dari 286 ekor sapi tersebut adalah sapi bernomor 0006. Sampel kedua adalah sapi bernomor 0736 karena pada deret tersebut tertera angka 1736 jika dikurangi 1000 tersisa 0736. Demikian seterusnya nomor-nomor sampel diundi dengan memanfaatkan deret dan kolom angka pada tabel random. Pengundian dihentikan setelah sampel yang diperlukan terpenuhi jumlahnya, yakni sebanyak 286 ekor sapi.

Tabel 1-1.
Ukuran Sampel (n) Berdasar Ukuran Populasi (N) dan Taraf Signifikansi Presisi/Ketepatan (e)
untuk interval konfidensi 2σ (π = 0,5)[a]

Ukuran populasi (N)	Ukuran sampel (n) untuk presisi/ketepatan (e) pada taraf signifikansi					
	± 1%	± 2%	± 3%	± 4%	**± 5%**	± 10%
500	b	b	b	b	222	83
1.000	b	b	b	385	**286**	91
1.500	b	b	638	441	316	94
2.000	b	b	714	476	333	95
2.500	b	1.250	769	500	345	96
3.000	b	1.364	811	517	353	97
3.500	b	1.458	843	530	359	97
4.000	b	1.538	870	541	364	98
4.500	b	1.607	891	549	367	98

Ukuran populasi (N)	Ukuran sampel (n) untuk presisi/ketepatan (e) pada taraf signifikansi					
	± 1%	± 2%	± 3%	± 4%	**± 5%**	± 10%
5.000	b	1.667	909	556	370	98
6.000	b	1.765	938	566	375	98
7.000	b	1.842	959	574	378	99
8.000	b	1.905	976	580	381	99
9.000	b	1.957	989	584	383	99
10.000	5.000	2.000	1.000	588	385	99
15.000	6.000	2.143	1.034	600	390	99
20.000	6.667	2.222	1.053	606	392	100
25.000	7.143	2.273	1.064	610	394	100
50.000	8.333	2.381	1.087	617	397	100
100.000	9.091	2.439	1.099	621	398	100
$\rightarrow \infty$	10.000	2.500	1.111	625	400	100

Sumber: Yamane, T. 1973. Statistics: An Introductory Analysis.

Keterangan:

[a] adalah formula untuk ukuran sampel jika proporsi populasi π adalah sebagai berikut

$$n_o = \frac{z^2 \pi(1-\pi)\, N}{z^2\, \pi(1-\pi) + N e^2} = \frac{N}{1 + N e^2} \text{ dan } n \geq n_o$$

Asumsi yang digunakan dalam table yaitu π = 0,5 dn z = 2; sehingga:

$$n = \frac{2^2 (1-0,5)^2 N}{z^2\, (1-0,5)^2 + N e^2} = \frac{N}{1 + N e^2} \text{ dan } n \geq n_o$$

b = tidak ada sampel yang dapat diambil karena asumsi kenormalan data tidak terpenuhi

Tabel 1-2.
Tabel bilangan Acak
FIRST AND SECOND THOUSANDS

First Thousand

	1–4	5–8	9–12	13–16	17–20	21–24	25–28	29–32	33–36	37–40
1	23 15	75 48	59 01	83 72	59 93	76 24	97 08	86 95	23 03	67 44
2	05 54	55 50	43 10	53 74	35 08	90 61	18 37	44 10	96 22	13 43
3	14 87	16 03	50 32	40 43	62 23	50 05	10 03	22 11	54 38	08 34
4	38 97	67 49	51 94	05 17	58 53	78 80	59 01	94 32	42 87	16 95
5	97 31	26 17	18 99	75 53	08 70	94 25	12 58	41 54	88 21	05 13
6	11 74	26 93	81 44	33 93	08 72	32 79	73 31	18 22	64 70	68 50
7	43 36	12 88	59 11	01 64	56 23	93 00	90 04	99 43	64 07	40 36
8	93 80	62 04	78 38	26 80	44 91	55 75	11 89	32 58	47 55	25 71
9	49 54	01 31	81 08	42 98	41 87	69 53	82 96	61 77	73 80	95 27
10	36 76	87 26	33 37	94 82	15 69	41 95	96 86	70 45	27 48	38 80
11	07 09	25 23	92 24	62 71	26 07	06 55	84 53	44 67	33 84	53 20
12	43 31	00 10	81 44	86 38	03 07	52 55	51 61	48 89	74 29	46 47
13	61 57	00 63	60 06	17 36	37 75	63 14	89 51	23 35	01 74	69 93
14	31 35	28 37	99 10	77 91	89 41	31 57	97 64	48 62	58 48	69 19
15	57 04	88 65	26 27	79 59	36 82	90 52	95 65	46 35	06 53	22 54
16	09 24	34 42	00 68	72 10	71 37	30 72	97 57	56 09	29 82	76 50
17	97 95	53 50	18 40	89 48	83 29	52 23	08 25	21 22	53 26	15 87
18	93 73	25 95	70 43	78 19	88 85	56 67	16 68	26 95	99 64	45 69
19	72 62	11 12	25 00	92 26	82 64	35 66	65 94	34 71	68 75	18 67
20	61 02	07 44	18 45	37 12	07 94	95 91	73 78	66 99	53 61	93 78
21	97 83	98 54	74 33	05 59	17 18	45 47	35 41	44 22	03 42	30 00
22	89 16	09 71	92 22	23 29	06 37	35 05	54 54	89 88	43 81	63 61
23	25 96	68 82	20 62	87 17	92 65	02 82	35 28	62 84	91 95	48 83
24	81 44	33 17	19 05	04 95	48 06	74 69	00 75	67 65	01 71	65 45
25	11 32	25 49	31 42	36 23	43 86	08 62	49 76	67 42	24 52	32 45

Second Thousand

	1–4	5–8	9–12	13–16	17–20	21–24	25–28	29–32	33–36	37–40
1	64 75	58 38	85 84	12 22	59 20	17 69	61 56	55 95	04 59	59 47
2	10 30	25 22	89 77	43 63	44 30	38 11	24 90	67 07	34 82	33 28
3	71 01	79 84	95 51	30 85	03 74	66 59	10 28	87 53	76 56	91 49
4	60 01	25 56	05 88	41 03	48 79	79 65	59 01	69 78	80 00	36 66
5	37 33	09 46	56 49	16 14	28 02	48 27	45 47	55 44	55 36	50 90
6	47 86	98 70	01 31	59 11	22 73	60 62	61 28	22 34	69 16	12 12
7	38 04	04 27	37 64	16 78	95 78	39 32	34 93	24 88	43 43	87 06
8	73 50	83 09	08 83	05 48	00 78	36 66	93 02	95 56	46 04	53 36
9	32 62	34 64	74 84	06 10	43 24	20 62	83 73	19 32	35 64	39 69
10	97 59	19 95	49 36	63 03	51 06	62 06	99 29	75 95	32 05	77 34
11	74 01	23 19	55 59	79 09	69 82	66 22	42 40	15 96	74 90	75 89
12	56 75	42 64	57 13	35 10	50 14	90 96	63 36	74 69	09 63	34 88
13	49 80	04 99	08 54	83 12	19 98	08 52	82 63	72 92	92 36	50 26
14	43 58	48 96	47 24	87 85	66 70	00 22	15 01	93 99	59 16	23 77
15	16 65	37 96	64 60	32 57	13 01	35 74	28 36	36 73	05 88	72 29
16	48 50	26 90	55 65	32 25	87 48	31 44	68 02	37 31	25 29	63 67
17	96 76	55 46	92 36	31 68	62 30	48 29	63 83	52 23	81 66	40 94
18	38 92	36 15	50 80	35 78	17 84	23 44	41 24	63 33	99 22	81 28
19	77 95	88 16	94 25	22 50	55 87	51 07	30 10	70 60	21 86	19 61
20	17 92	82 80	65 25	58 60	87 71	02 64	18 50	64 65	79 64	81 70
21	94 03	68 59	78 02	31 80	44 99	41 05	41 05	31 87	43 12	15 96
22	47 46	06 04	79 56	23 04	84 17	14 37	28 51	67 27	55 80	03 68
23	47 85	65 60	88 51	99 28	24 39	40 64	41 71	70 13	46 31	82 88
24	57 61	63 46	53 92	29 86	20 18	10 37	57 65	15 62	98 69	07 56
25	08 30	09 27	04 66	75 26	66 10	57 18	87 91	07 54	22 22	20 13

THIRD AND FOURTH THOUSANDS

Third Thousand

	1–4	5–8	9–12	13–16	17–20	21–24	25–28	29–32	33–36	37–40
1	89 22	10 23	62 65	78 77	47 33	51 27	23 02	13 92	44 13	96 51
2	04 00	59 98	18 63	91 82	90 32	94 01	24 23	63 01	26 11	06 50
3	98 54	63 80	66 50	85 67	50 45	40 64	52 28	41 53	25 44	41 25
4	41 71	98 44	01 59	22 60	13 14	54 58	14 03	98 49	98 86	55 79
5	28 73	37 24	89 00	78 52	58 43	24 61	34 97	97 85	56 78	44 71
6	65 21	38 39	27 77	76 20	30 86	80 74	22 43	95 68	47 68	37 92
7	65 55	31 26	78 90	90 69	04 66	43 67	02 62	17 69	90 03	12 05
8	05 66	86 90	80 73	02 98	57 46	58 33	27 82	31 45	98 69	29 98
9	39 30	29 97	18 49	75 77	95 19	27 38	77 63	73 47	26 29	16 12
10	64 59	23 22	54 45	87 92	94 31	38 32	00 59	81 18	06 78	71 37
11	07 51	34 87	92 47	31 48	36 60	68 90	70 53	36 82	57 99	15 82
12	86 59	36 85	01 56	63 89	98 00	82 83	93 51	48 56	54 10	72 32
13	83 73	52 25	99 97	97 78	12 48	36 83	89 95	60 32	41 06	76 14
14	08 59	52 18	26 54	65 50	82 04	87 99	01 70	33 56	25 80	53 84
15	41 27	32 71	49 44	29 36	94 58	16 82	86 39	62 15	86 43	54 31
16	00 47	37 59	08 56	23 81	22 42	72 63	17 63	14 47	25 20	63 47
17	86 13	15 37	89 81	38 30	78 68	89 13	29 61	82 07	00 98	64 32
18	33 84	97 83	59 04	40 20	35 86	03 17	68 86	63 08	01 82	25 46
19	61 87	04 16	57 07	46 80	86 12	98 08	39 73	49 20	77 54	50 91
20	43 89	86 59	23 25	07 88	61 29	78 49	19 76	53 91	50 08	07 86
21	29 93	93 91	23 04	54 84	59 85	60 95	20 66	41 28	72 64	64 73
22	38 50	58 55	55 14	38 85	50 77	18 65	79 48	87 67	83 17	08 19
23	31 82	43 84	31 67	12 52	55 11	72 04	41 15	62 53	27 98	22 68
24	91 43	00 37	67 13	56 11	55 97	06 75	09 25	52 02	39 13	87 53
25	38 63	56 89	76 25	49 89	75 26	96 45	80 38	05 04	11 66	35 14

Fourth Thousand

	1–4	5–8	9–12	13–16	17–20	21–24	25–28	29–32	33–36	37–40
1	02 49	05 41	22 27	94 43	93 64	04 23	07 20	74 11	67 95	40 82
2	11 96	73 64	69 60	62 78	37 01	09 25	33 02	08 01	38 53	74 82
3	48 25	68 34	65 49	69 92	40 79	05 40	33 51	54 39	61 30	31 36
4	27 24	67 30	80 21	48 12	35 36	04 88	18 99	77 49	48 49	30 71
5	32 53	27 72	65 72	43 07	07 22	86 52	91 84	57 92	65 71	00 11
6	66 75	79 89	55 92	37 59	34 31	43 20	45 58	25 45	44 36	92 65
7	11 26	63 45	45 76	50 59	77 46	34 66	82 69	99 26	74 29	75 16
8	17 87	23 91	42 45	56 18	01 46	93 13	74 89	24 64	25 75	92 84
9	62 56	13 03	65 03	40 81	47 54	51 79	80 81	33 61	01 09	77 30
10	62 79	63 07	79 35	49 77	05 01	30 10	50 81	33 00	99 79	19 70
11	75 51	02 17	71 04	33 93	36 60	42 75	76 22	23 87	56 54	84 68
12	87 43	90 16	91 63	51 72	65 90	44 43	70 72	17 98	70 63	90 32
13	97 74	20 26	21 10	74 87	88 03	38 33	76 52	26 92	14 95	90 51
14	98 81	10 60	01 21	57 10	28 75	21 82	88 39	12 85	18 86	16 24
15	51 26	40 18	52 64	60 79	25 53	29 00	42 66	95 78	58 36	29 98
16	40 23	99 33	76 10	41 96	86 10	49 12	00 29	41 80	03 59	93 17
17	26 93	65 91	86 51	66 72	76 45	46 32	94 46	81 94	19 06	66 47
18	88 50	21 17	16 98	29 94	09 74	42 39	46 22	00 69	09 48	16 46
19	63 49	93 80	93 25	59 36	19 95	79 86	78 05	69 01	02 33	83 74
20	36 37	98 12	06 03	31 77	87 10	73 82	83 10	83 60	50 94	40 91
21	93 80	12 23	22 47	47 95	70 17	59 33	43 06	47 43	06 12	66 60
22	29 85	68 71	20 56	31 15	00 53	25 36	58 12	65 22	41 40	24 31
23	97 72	08 79	31 88	26 51	30 50	71 01	71 51	77 06	95 79	29 19
24	85 23	70 91	05 74	60 14	63 77	59 93	81 56	47 34	17 79	27 53
25	75 74	67 52	68 31	72 79	57 73	72 36	48 73	24 36	87 90	68 02

SOURCE: This table is reproduced from M. G. Kendall and B. Babington Smith, Tracts for computers, No. XXIV, Tables of Random Sampling Numbers, Cambridge University Press, 1954, by permission of the authors and publishers.

Sumber: Yamane, T. 1973. Statistics: An Introductory Analysis.

Hasil penelitian pada tingkat sampel diharapkan dapat digeneralisasikan sehingga dapat berlaku secara umum pada tingkat populasi. Oleh karena itu, ada dua kemungkinan yang terjadi. Kemungkinan pertama, yang menjadi populasi dalam penelitiannya juga merupakan populasi targetnya. Artinya, wilayah generalisasi dari kesimpulan yang diperoleh hanya berlaku pada populasi penelitiannya. Kemungkinan kedua, populasi penelitian hanya sebagian dari populasi target yang lebih besar yang memiliki karakteristik sebagaimana populasi penelitiannya. Dengan sendirinya wilayah generalisasi kesimpulannya akan menjadi lebih luas karena berlaku pada populasi target yang lebih besar daripada populasi penelitiannya.

Misalnya, suatu penelitian menyelidiki hubungan mikroklimat dengan kekayaan jenis dan kelimpahan jenis tumbuhan bawah pada hutan jati di Kecamatan Semanu kabupaten Gunungkidul. Jika hutan jati beserta tumbuh-tumbuhan bawahnya tingkat homogenitasnya tidak ada padanannya di tempat lain maka populasi penelitian sekaligus merupakan populasi target. Artinya, kesimpulan yang diperoleh hanya berlaku pada hutan jati di kecamatan tersebut.

Jika homogenitas tumbuhan bawahnya juga sama dengan tumbuhan bawah pada hutan-hutan jati di kecamatan lain di wilayah Kabupaten Gunung Kidul (misal dengan alasan waktu tanam sama, tinggi tempat sama, jenis tanah dan kesuburannya sama, demikian pula faktor-faktor lain yang dicurigai ikut berpengaruh relatif sama) maka populasi targetnya adalah tumbuhan bawah pada hutan-hutan jati di seluruh kecamatan di Kabupaten Gunung Kidul. Dengan demikian, kesimpulan yang diperoleh dari penelitian di Kecamatan Semanu berlaku pula di seluruh kecamatan di Gunung Kidul. Tentu saja asumsi yang mendasari bahwa populasi target masih memiliki karakteristik yang sama, seperti populasi penelitiannya harus memiliki alasan atau argumentasi yang benar-benar kuat.

2) Pengambilan sampel sistematik (*systematic sampling*)

Pengambilan sampel sistematik (*systematic sampling*) dapat dilakukan jika populasinya juga benar-benar homogen. Dalam hal ini, pengundian hanya dilakukan untuk memilih nomor sampel yang pertama. Jika nomor sampel pertamanya sudah terpilih maka pengambilan nomor sampel kedua dan seterusnya didasarkan pada selang nomor yang konstan. Misalnya, setelah terundi sampel pertama adalah yang bernomor 6, yang diambil sebagai sampel kedua yang bernomor 16, sampel ketiga yang bernomor 26,

demikian dan seterusnya, sampai dengan jumlah tertentu sesuai dengan tingkat presisi yang kita kehendaki.

Besarnya selang nomor k untuk pengambilan n sampel dari populasi berukuran N adalah sebesar N/n. Jadi, dari pengambilan sampel sebanyak 286 ekor dari 1000 ekor sapi, besarnya k = 1000/286 = 3.

Agar dapat melakukan pengundian, kerangka sampling atau kerangka pencuplikannya juga harus tersedia terlebih dahulu. Jika dibandingkan dengan teknik "simple random sampling", teknik ini akan lebih praktis jika digunakan pada populasi homogen yang berukuran sangat besar.

3) Pengambilan Sampel Acak Berlapis (*Stratified Random Sampling*)

Pengambilan sampel acak berlapis (*stratified random sampling* atau disingkat *stratified sampling*) dilakukan jika kita sudah mengetahui populasi tidak homogen. Oleh karena tidak homogen, populasi yang akan diteliti dikelompok-kelompokkan menjadi beberapa kelompok (strata) sehingga terjadi homogenitas pada masing-masing kelompok. Tentu saja perlu adanya informasi yang mendasar apa yang menjadikan populasi tidak homogen. Kemudian, harus dibagi menjadi berapa kelompok, agar tiap kelompok, anggotanya benar-benar homogen.

Jika setelah diselidiki dapat dikelompokkan menjadi lima kelompok maka akan diketahui pula berapa anggota masing-masing kelompok. Misal anggota kelompok I sebanyak N_1, kelompok II sebanyak N_2, kelompok III sebanyak N_3, kelompok IV sebanyak N_4, dan kelompok V sebanyak N_5 maka sampel yang terambil harus proporsional sesuai dengan ukuran tiap kelompok dalam populasinya. Dengan demikian, apabila kita mengambil sampel berukuran n, harus terdiri dari sampel sebanyak n_1 dari kelompok I, n_2 dari kelompok II, n_3 dari kelompok III, n_4 dari kelompok IV dan n_5 dari kelompok V dengan perbandingan:

$$n_1 : n_2 : n_3 : n_4 : n_5 = N_1 : N_2 : N_3 : N_4 : N_5$$

Jika akan diambil sampel berukuran 83 dari populasi berukuran 500, dan setelah diselidiki populasi tersebut terdiri dari 3 kelompok (strata) masing-masing sebanyak 200, 175 dan 125 maka 83 sampel tersebut terdiri dari:

Sampel kelompok I = $200/500 \times 83 = 33$
Sampel kelompok II = $175/500 \times 83 = 29$
Sampel kelompok III = $125/500 \times 83 = 21$

4) Pengambilan sampel acak gugus (*cluster sampling*)

Pengambilan sampel acak gugus atau pengambilan sampel acak gerombol (*cluster sampling*) dilakukan jika populasi berada dalam suatu satuan tertentu yang terdiri dari gugus-gugus (*cluster*). Oleh karena unit sampelnya berupa satuan gugus maka seluruh individu yang terdapat dalam suatu gugus akan menjadi sampel penelitian jika gugus yang bersangkutan terundi sebagai sampel.

Pembagian populasi ke dalam gugus dapat berdasarkan wilayah, dapat pula berdasar pemilikan, dasar lain dengan kriteria yang sudah ditetapkan sebelumnya. Pembagian ke dalam gugus hanya untuk memudahkan teknik pengacakan. Oleh karena itu, populasi diasumsikan benar-benar homogen.

Misalnya, untuk memperoleh informasi tingkat kesehatan siswa SD pada suatu kecamatan, diasumsikan bahwa seluruh SD yang tersebar pada kecamatan tersebut memiliki tingkat kesehatan siswa yang relatif homogen. Jika kecamatan tersebut terdiri atas 20 desa, berarti SD yang ada terbagi ke dalam 20 gugus SD. Dengan teknik *cluster sampling*, kemudian diambil secara acak 5 desa yang dijadikan sampel. Dengan sendirinya seluruh siswa SD yang terdapat di 5 desa tersebut menjadi sampel penelitian. Karena pembagian gugus berdasar area maka teknik pengambilan sampelnya juga disebut "cluster sampling" dengan pendekatan area maka disebut "area sampling". Dalam hal ini kategorinya masih merupakan pengambilan sampel acak gugus sederhana atau *simple cluster sampling* karena pembagian populasi ke dalam gugus hanya dilakukan sekali atau satu tahap.

Contoh lain, untuk meneliti produksi padi yang dihasilkan oleh petani di Kelurahan Minapadi, dilakukan pengambilan sampel dengan mendudukkan keluarga petani sebagai unit sampelnya. Jika di desa tersebut ada 200 keluarga petani padi maka 200 keluarga petani tersebut berkedudukan sebagai gugus. Jika akan diambil 50 gugus sebagai sampel maka dari 200 keluarga petani diambil 50 keluarga sebagai sampel, kemudian didata berapa rata-rata produksi padi yang diperoleh tiap panen. Oleh karena pengambilan sampel menggunakan keluarga sebagai gugus, kita boleh mengatakan bahwa teknik yang dilaksanakan adalah teknik "cluster sampling" dengan pendekatan keluarga.

Pembagian populasi ke dalam gugus dapat bertingkat atau beberapa tahap. Misal, untuk populasi yang berada dalam suatu kabupaten, mula-mula diundi kecamatan mana yang akan dijadikan sampel. Dari masing-masing kecamatan yang terpilih sebagai sampel, diundi lagi desa mana yang akan

dipilih sebagai sampel. Dengan demikian, pengambilan sampelnya menjadi bertahap. Oleh karena itu, tekniknya disebut teknik pengambilan sampel acak gugus bertahap *(multi stage cluster sampling* atau disingkat *multi stage sampling*).

2. Teknik Pengambilan Sampel dalam Penelitian Eksperimen Biologi

Populasi di dalam penelitian eksperimen biologi boleh dikata hampir semuanya berupa populasi tak terbatas atau populasi tak berhingga *(infinite population)*. Penelitian eksperimen memiliki jangkauan generalisasi yang luas. Artinya, hasil yang diperoleh dari suatu eksperimen diharapkan akan selalu tetap jika dilakukan secara berulang-ulang pada objek yang sama sepanjang cara/metode eksperimennya sama, baik dilakukan di tempat lain dan/atau waktu yang berbeda.

Sebagai contoh, jika Anda ingin mengadakan percobaan untuk menyelidiki pengaruh pemberian dosis pupuk urea terhadap padi varietas Cisadane maka hasilnya diasumsikan akan tetap sama jika eksperimen tersebut diulang lagi pada lokasi dan/atau waktu berbeda sepanjang yang digunakan sebagai sampel tetap padi Cisadane yang memiliki karakteristik sama dengan padi Cisadane yang telah digunakan dalam eksperimen sebelumnya, dengan metode eksperimen yang sama pula.

Selain itu, eksperimen biologi umumnya menghindarkan diri untuk dilaksanakan pada tingkat populasi. Jadi hampir tidak ada penelitian eksperimen yang bersifat sensus. Mengapa? Karena akibat eksperimen akan membawa konsekuensi terjadinya perubahan. Oleh karena itu, penelitian eksperimen secara sensus bertentangan dengan hukum kelestarian.

Mengingat penelitian eksperimen merupakan penelitian sampling (dilakukan pada tingkat sampel) maka batasan atau definisi populasinya harus benar-benar jelas, harus diingat bahwa ketidakjelasan populasi akan sangat berisiko bagi penarikan kesimpulan dan generalisasinya.

Misalnya, untuk melihat respons pertumbuhan akibat pemberian dosis pupuk urea, si peneliti menggunakan padi varietas Cisadane, umur 2 minggu, tinggi 20 – 25 cm, dengan ukuran 4 batang per rumpun. Tentu hasilnya akan lain jika eksperimen tersebut dikenakan pada padi varietas lain walaupun umur sama, tinggi sama serta jumlah batang per rumpun juga sama. Atau penelitiannya dilakukan terhadap padi varietas sama tetapi umurnya beda atau umur sama tetapi tinggi beda atau umur sama, tinggi sama tetapi jumlah batang per rumpun berbeda.

Jika populasinya sudah didefinisikan dengan jelas maka sampel tinggal dipilih sesuai dengan kriteria yang ada pada populasinya. Berapa jumlah sampel yang dibutuhkan? Jumlah sampel yang dibutuhkan akan sebanding dengan banyaknya taraf perlakuan serta banyaknya ulangan. Jika taraf dosis pupuk urea yang digunakan ada 4 taraf (0 kg/ha, 50 kg/ha, 100 kg/ha dan 150 kg/ha) dan banyaknya ulangan untuk tiap perlakuan 10 kali maka diperlukan sampel padi sebanyak 40 rumpun yang masing-masing rumpun memiliki 4 batang padi, dengan umur sama, tinggi antara 20 – 25 cm.

Jika Anda sudah memilih sampel sebanyak yang Anda perlukan sesuai dengan kriteria populasinya, baru dilakukan pengundian, unit sampel mana yang akan mendapat perlakuan dosis pupuk 0 kg/ha 50 kg/ha, 100 kg/ha, dan 150 kg/ha. Dengan demikian, sampel berukuran 40 unit tersebut akan dibagi secara acak (random) sehingga terpisah menjadi 4 kelompok yang masing-masing beranggotakan 10 unit sampel.

Jadi, di dalam eksperimen banyaknya sampel yang representatif cukup diambil sesuai dengan banyaknya taraf faktor perlakuan serta banyaknya ulangan. Hal tersebut dilakukan mengingat populasinya homogen dan tak berhingga banyaknya. Berapa banyaknya ulangan yang harus dilakukan? Jika perlakuannya hanya terdiri dari dua taraf/kategori, disarankan minimal 15 ulangan tiap taraf/kategori. Dengan demikian, Anda harus menyediakan 30 satuan percobaan (unit eksperimen). Kemudian, diundi menjadi dua kelompok, sesuai dengan banyaknya taraf/kategori perlakuannya. Jika taraf/kategori perlakuannya lebih dari 2 maka disarankan minimal 10 ulangan tiap taraf/kategori perlakuan. Jadi, kalau perlakuannya ada 4 taraf/kategori, diperlukan 40 satuan percobaan. Baru kemudian diundi untuk dijadikan 4 kelompok sesuai dengan banyaknya taraf/kategori perlakuan.

Tugas

1. Berilah dua contoh penelitian biologi yang memungkinkan pengambilan sampelnya dilakukan menggunakan teknik pengambilan sampel secara acak sederhana!
2. Berilah dua contoh penelitian biologi yang memungkinkan pengambilan sampelnya dilakukan menggunakan teknik pengambilan sampel secara acak berlapis!

3. Berilah dua contoh penelitian biologi yang memungkinkan pengambilan sampelnya dilakukan menggunakan teknik pengambilan sampel secara acak sistematik!
4. Berilah contoh penelitian biologi yang memungkinkan pengambilan sampelnya dilakukan menggunakan teknik pengambilan sampel secara acak gugus!

LATIHAN

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

1) Apa perbedaan pengertian populasi dalam biologi dan populasi dalam penelitian biologi?
2) Jika kita ingin memperoleh informasi populasi melalui penelitian sampling, bagaimana persyaratan sampel yang akan diteliti?
3) Jelaskan perbedaan antara *quota sampling* dengan *purposive sampling*!
4) Mengapa *quota sampling* disebut pula *accidental sampling*?
5) Mengapa *quota sampling* dan *purposive sampling* dimasukkan ke dalam teknik *non-random sampling*?
6) Samakah persyaratan pengambilan sampel dengan teknik *simple random sampling* dan *systematic sampling*?
7) Jelaskan bilamana kita boleh mengambil sampel dengan teknik *stratified random sampling*?
8) Mengapa populasi dalam penelitian eksperimen biologi merupakan populasi yang tak berhingga *(infinite population)*?

Petunjuk Jawaban Latihan

a. Untuk menjawab pertanyaan nomor 1, coba Anda perhatikan lagi uraian mengenai populasi.
b. Untuk menjawab pertanyaan nomor 2, coba Anda ingat kembali keterkaitan antara populasi dan sampel.
c. Untuk menjawab soal nomor 3, 4 dan 5 coba perhatikan lagi uraian mengenai teknik pengambilan sampel secara non-random.

d. Untuk menjawab soal nomor 6 dan 7, coba Anda simak kembali uraian mengenai teknik "random sampling" pada penelitian observasi maupun survei.
e. Untuk menjawab pertanyaan nomor 8 Anda perhatikan lagi uraian mengenai teknik sampling dalam penelitian eksperimen.

RANGKUMAN

1. Kita dapat melakukan penelitian secara sensus dengan mendata seluruh anggota populasi. Dapat pula kita melakukan penelitian sampling dengan mendata individu anggota populasi yang tercuplik sebagai sampel.
2. Hasil penelitian yang bersifat general akan berlaku pada tingkat populasi sehingga penelitian sampling harus memiliki sampel yang benar-benar representatif.
3. Sampel yang diambil dengan teknik non-random tidak representatif mewakili populasi sehingga kesimpulan yang diperoleh hanya berlaku pada tingkat sampel.
4. Sampel yang diambil dengan teknik random akan representatif mewakili populasi, dengan catatan kita harus mengetahui karakteristik dari populasinya. Dengan cara demikian, kita dapat memilih teknik sampling secara random.
5. Sampel dalam penelitian eksperimen dipilih benar-benar homogen dengan cara mengendalikan variabel-variabel asing yang melekat di dalamnya.
6. Populasi dalam penelitian eksperimen tidak lain merupakan seluruh individu yang tak terbatas atau tak berhingga jumlahnya, yang memiliki karakteristik, seperti karakteristik yang dimiliki oleh sampel.

TES FORMATIF 3

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

1) Apabila ingin diteliti tentang tingkat UPGK (Upaya Peningkatan Gizi Keluarga) di suatu wilayah kecamatan yang menjadi *project pilot* program maka sesuai dengan definisi populasi, yang menjadi unit pengamatan terkecil adalah ....
   A. setiap orang yang menjadi penduduk kecamatan itu
   B. setiap keluarga yang menjadi penduduk kecamatan itu
   C. hanya sebagian penduduk yang tergolong rawan gizi
   D. sebagian keluarga, yang tergolong miskin

2) Di suatu pegunungan diketahui banyak emisi gas belerang, dan diduga terjadi fenomena fisiologis spesifik pada tumbuhan yang hidup di daerah tersebut. Seorang peneliti ingin meneliti siklus S di daerah tersebut maka hasil penelitiannya….
   A. tidak dapat digeneralisasikan untuk kawasan lain
   B. dapat digeneralisasikan untuk kawasan lain, asal juga pegunungan
   C. dapat digeneralisasikan pada kawasan sekitarnya
   D. dapat digeneralisasikan untuk kawasan gunung dan pegunungan

3) Apabila ingin diketahui pertumbuhan ikan lele yang diternakkan di suatu kolam maka setiap interval waktu tertentu perlu dilakukan pengamatan. Cara yang paling efisien adalah melalui penangkapan ….
   A. semua lele yang hidup di kolam itu
   B. beberapa ekor lele
   C. seekor lele sebagai wakil
   D lele terbesar dan terkecil

4) Pada teknik *quota sampling*, data kuantitatif yang diperoleh ….
   A. dapat diolah untuk digeneralisasi kepada populasinya
   B. dapat dianalisis dengan menggunakan statistika inferensial
   C. hanya dapat dianalisis dengan statistika deskriptif
   D tidak dapat dianalisis dengan statistika

5) Teknik *simple random sampling* dapat dilakukan pada populasi yang ….
   A. terbatas (*finite population*)
   B. tak terbatas (*infinite population*)
   C. bersifat heterogen
   D bersifat homogen

6) Berikut ini contoh dari teknik *simple random sampling* ….
   A. memilih sebagian anggota populasi untuk sampel
   B. mengundi terhadap semua anggota populasi untuk diambil sebagian
   C. mengambil sebagian secara bergantian
   D. menggunakan semua anggota populasi sebagai objek penelitian

7) Baik pada *simple random sampling* maupun *systematic sampling*, besar atau ukuran sampel yang akan diteliti adalah ….
   A. bebas atau tidak ada ketentuan
   B. ditentukan oleh taraf signifikansi presisi
   C. ditentukan oleh ukuran populasi
   D. ditentukan oleh taraf signifikansi presisi dan ukuran populasi

8) Dalam populasi yang terbagi atas *cluster-cluster*, pada pengambilan sampel dengan teknik *cluster sampling*, ada asumsi bahwa….
   A. antar-*cluster* homogen
   B. antar-*cluster* heterogen
   C. *cluster* merupakan populasi kecil
   D. *cluster* merupakan unit pengamatan terkecil

9) Dalam penelitian eksperimen, ukuran sampelnya ditentukan oleh….
   A. ukuran populasinya dan taraf signifikansi presisi
   B. ukuran populasi dan banyaknya ulangan
   C. banyaknya taraf faktor perlakuan dan ulangan
   D. banyaknya taraf faktor perlakuan dan taraf signifikansi presisi

10) Pada penelitian eksperimen, pengundian dilakukan….
   A. untuk menentukan item-item/individu sampel penelitian
   B. sebelum penentuan sampel penelitian
   C. untuk menentukan kelompok yang akan dikenai perlakuan tertentu
   D. untuk menentukan jenis variabel penelitian yang dipakai

Cocokkanlah jawaban Anda dengan Kunci Jawaban Tes Formatif 3 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaan Anda terhadap materi Kegiatan Belajar 3.

$$\text{Tingkat penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan: 90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang

Apabila mencapai tingkat penguasaan 80% atau lebih, Anda dapat meneruskan dengan modul selanjutnya. **Bagus!** Jika masih di bawah 80%, Anda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 3, terutama bagian yang belum dikuasai.

Kunci Jawaban Tes Formatif

Tes Formatif 1

1) B. Fungsi utama statistika dalam Biologi adalah membantu memecahkan permasalahan Biologi.
2) C. Adolphe Quetelet.
3) D. Francis Galton.
4) A. Tumbuh dan berkembangnya genetika modern sangat mengandalkan statistika.
5) D. Sebab melalui metode *survey* dan observasi, dapat dibangun konsep dari fakta-fakta yang telah ada di alam.
6) C. Oleh karena metode survei memerlukan adanya *self report* yang berarti hanya dapat dilaksanakan jika yang diteliti adalah manusia, sementara objek biologi adalah seluruh makhluk hidup.
7) A. Wawancara memerlukan *self report* dari pihak yang diteliti.
8) B. Hasil pengamatan disebut data dan data yang diperoleh diharapkan benar-benar sesuai dengan faktanya.
9) B. Perawakan menuntut pengukuran-pengukuran yang sangat teliti dan langsung.
10) A. Setiap nilai dari variabel tergayut akan dipengaruhi atau tergantung kepada kekuatan pengaruh dari variabel bebasnya.
11) D. Benar, taraf dan macam variabel prediktor dapat ditentukan peneliti karena di dalam eksperimen yang merupakan variabel prediktor tidak lain adalah variabel bebas, dan hubungan antara variabel bebas dengan variabel tergayut dalam eksperimen merupakan hubungan stimulus respons.
12) A. Variabel rambang atau variabel random tidak berpengaruh dan tidak mengganggu jalannya eksperimen sehingga dapat diabaikan, sedangkan variabel tergayut, variabel bebas dan variabel penekan ketiganya harus diperhatikan.
13) A. Statistika berguna untuk mengolah data biologi agar dapat ditarik kesimpulan atau generalisasinya, yang tidak lain merupakan konsep.
14) A. Statistika deskriptif sangat cocok untuk mengolah data-data mengenai ciri kelompok taksonomis tumbuhan.
15) C. Statistika hanya dapat menganalisis data-data numerik atau kuantitatif.

16) C. Oleh karena setelah data dianalisis akan dapat diperoleh konsep sebagai generalisasinya.
17) A. Data sensus atas suatu variabel, analisisnya hanya dapat berupa deskripsi dari variabel itu.
18) D. Oleh karena setiap akan dilakukan analisis inferensial melalui pendekatan statistika, jika model matematikanya belum tersedia harus dicari modelnya terlebih dahulu.
19) A. Dari ciri-ciri setiap makhluk hidup yang diamati, kemudian dideteksi mana ciri yang sama dan mana ciri yang berbeda. Ciri yang sama digunakan sebagai dasar untuk memasukkan makhluk-makhluk hidup yang bersangkutan ke dalam satu golongan sehingga dapat diperoleh kesamaan umum yang tidak lain merupakan generalisasi.
20) C. Secara teoretik dapat dikaji untuk mencari jawaban sementara rasional adanya penularan virus burung dari Hong Kong ke Indonesia, yang kemudian perlu diverifikasi di lapangan.

Tes Formatif 2

1) C. Variabel merupakan suatu hal yang spesifik mengenai suatu gejala yang dapat membedakannya dari gejala lain.
2) D. Selain bersifat kode, nomor rumah tersebut juga menunjukkan urutan jarak.
3) C. Hasil pencacahan adalah data diskret.
4) A. Pada hubungan antara variabel bebas dan variabel tergayut yang diyakini bersifat mutlak linier maka sebarang titik pada variabel bebas akan memenuhi hubungan itu.
5) C. Luas daun merupakan gejala benda, sedang hasil pengukuran suatu variabel adalah data.
6) B. Angka yang berperan untuk koding, termasuk data kualitatif.
7) D. Jumlah anak per induk mempunyai nol mutlak dan dapat diperbandingkan dengan yang lain sehingga tergolong data rasio.
8) C. Data tentang derajat suhu, tidak mempunyai nol mutlak, sekalipun dapat diperbandingkan dengan yang lain.
9) C. Dengan adanya data penjelas bagaimana akibat yang terjadi pada variabel tergayut sebagai akibat yang ditimbulkan oleh adanya variabel bebas dapat diterangkan rasionalnya dan didukung oleh data penjelas.

10) A. Angka hasil pengukuran atas variabel tergayut merupakan data pokok.

Tes Formatif 3

1) B. Yang diamati adalah keluarga maka unit terkecilnya adalah keluarga.
2) A. Wilayah generalisasi suatu konsep harus mempunyai kondisi yang diasumsikan sama dengan kondisi sampel tempat kesimpulan dibangun.
3) B. Sampling dilakukan karena kepentingan efektivitas dan efisiensi, tentu dalam hal ini banyaknya ikan lele yang diamati akan menentukan ketepatan hasil.
4) C. Sampel quota tidak representatif bagi populasinya, sepanjang datanya bersifat kuantitatif maka masih dapat dianalisis namun sifatnya hanya deskriptif dan hanya memberi gambaran dari sampel yang bersangkutan.
5) D. Syarat *simple random sampling* harus benar-benar homogen dan diketahui kerangka sampling-nya.
6) B. Prinsip *simple random sampling* berkaitan dengan konsep probabilitas.
7) D. Dari proporsi antara ukuran sampel dan ukuran populasi serta tingkat presisi yang diharapkan kita dapat menentukan besarnya ukuran sampel.
8) A. Jika tidak homogen maka tidak dapat mengundi atas banyaknya cluster yang ada.
9) C. Dalam penelitian eksperimen, banyaknya taraf, faktor atau kategori perlakuan dan besarnya ulangan yang diinginkan, menentukan ukuran sampel. Hal tersebut didasarkan adanya prinsip bahwa populasi data eksperimen bersifat tak terbatas dengan dasar bahwa jika diulang-ulang pada waktu dan tempat yang berbeda sepanjang prosedur yang sama dan lingkungannya sama, perlakuan yang diberikan akan memberikan akibat yang sama pula.
10) C. Setiap unit eksperimen mempunyai peluang yang sama untuk mendapatkan jenis perlakuan.

Glosarium

Biometri	:	penerapan metode statistika dalam memecahkan permasalahan-permasalahan biologi.
Data interval	:	data yang diperoleh dari pengukuran menggunakan skala interval.
Data nominal	:	data yang diperoleh dari pengukuran dengan menggunakan skala nominal.
Data ordinal	:	data yang diperoleh dari pengukuran dengan menggunakan skala ordinal.
Data pengganti atau data substitusi (*substitute data*)	:	hasil pengamatan yang dikoleksi untuk mengganti data pokok.
Data penjelas (*explanatory data*)	:	hasil pengamatan yang dikoleksi untuk mendukung penjelasan hasil eksperimen dalam bentuk data pokok.
Data pokok (*primary data*)	:	hasil pengamatan yang menunjukkan harga variabel tergayut dari eksperimen yang dilakukan.
Data rasio	:	data yang diperoleh dari pengukuran menggunakan skala rasio.
Data suplemen atau data pelengkap (*supplementary data*)	:	hasil pengamatan terhadap data berupa variabel tergayut, seperti adanya variabel peragam/ kovariat adanya ketidakhomogenan ragam, adanya kolinearitas.
Data	:	fakta yang teramati, dari bahasa latin sehingga jika tunggal disebut datum.
Eksperimen pendahuluan (*preliminary experiment*)	:	eksperimen untuk membuktikan apakah memang ada hubungan stimulus-respons antara variabel bebas dengan variabel tergayut yang diteliti.
Eksperimen kritis (*critical experiment*)	:	eksperimen untuk menentukan taraf atau kategori dari variabel bebas yang memberikan respons optimal.

Hipotesis	:	jawaban sementara yang didasarkan atas teori yang akan berubah menjadi tesis bila terbukti secara empirik.
Metode eksperimen	:	metode penelitian yang disertai adanya tindakan memanipulasi variabel bebas.
Metode non-eksperimen	:	disebut pula metode deskriptif, metode penelitian yang tidak disertai adanya tindakan memanipulasi variabel bebas, dapat berupa metode observasi atau metode survei.
Metode observasi	:	metode penelitian non-eksperimen dimana data dikoleksi dengan cara melakukan pengamatan.
Metode survei	:	metode penelitian non-eksperimen dimana data dikoleksi dengan cara *self-report* sehingga data diungkap dari pernyataan responden.
Penelitian eksperimen demonstrasi (*demonstration experiment*)	:	eksperimen untuk mencobakan temuan dari eksperimen kritisnya pada skala yang lebih luas dan sekaligus untuk dipamerkan pada khalayak umum.
Penelitian sampel	:	penelitian yang dilakukan terhadap sebagian anggota populasi.
Penelitian sensus	:	penelitian yang dilakukan terhadap seluruh anggota populasi.
Pola berpikir deduktif-verifikatif	:	pola berpikir dari hal-hal yang umum, kemudian ke hal yang khusus, seperti perumusan hipotesis dari teori kemudian diuji secara empiris.
Pola berpikir induktif	:	pola berpikir berangkat dari yang khusus ke yang umum seperti dari fakta demi fakta, kemudian dibangunlah suatu konsep.
Populasi tak terbatas/tak berhingga (*infinite population*)	:	populasi yang anggotanya sangat banyak sehingga tidak dapat dihitung.
Populasi terbatas/berhingga (*infinite population*)	:	populasi yang anggotanya dapat dihitung.
Populasi	:	dalam biologi berupa sekumpulan individu yang semacam atau yang satu spesies, yang

		mendiami suatu habitat tertentu; dalam statistika berupa totalitas dari seluruh "individu" atau "item" yang masing-masing individu atau item tersebut merupakan unit pengamatan terkecil.
Statistik	:	sajian data numerik dalam bentuk tabel atau diagram.
Statistika atau ilmu statistik	:	cabang ilmu matematika terapan yang digunakan untuk keperluan analisis data numerik.
Teknik non-random	:	teknik pengambilan sampel yang tidak mendasarkan diri pada prinsip peluang, seperti teknik kuota, teknik seadanya ataupun teknik purposif.
Teknik random atau teknik acak	:	teknik pengambilan sampel yang mendasarkan diri pada prinsip peluang, seperti teknik acak sederhana, teknik berstrata, teknik sistematik, dan teknik gugus atau klaster.
Variabel atau peubah	:	suatu ciri spesifik yang dapat diamati/diukur.
Variabel bebas	:	variabel yang mempengaruhi variabel tergayut, dalam eksperimen disebut pula faktor perlakuan.
Variabel penekan/ pengganggu/eksternal/ asing	:	variabel di luar variabel bebas yang bila tidak dikendalikan atau dikontrol akan mempengaruhi hasil penelitian.
Variabel tergayut/ terikat/ tergantung	:	variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas.

Daftar Pustaka

Blalock, H.M. (1972). *Social Statistics*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill Book Company.

Bruning, J.L. and Kintz, B.L. (1987). *Computational Handbook of Statistics*. 3-rd ed. Glenview: Scott, Foresman and Company.

Cox, D.R. & Snell, E.J. (1981). *Applied Statistics: Principles and Examples*. London: Chapman and Hall Ltd.

Daniel. W.W. (1983). *Statistics in Research and Development*. London: Chapman and Hall.

Fisher, R.A. and Yates, F. (1974). *Statistical Tables for Biological, Agricultural, and Medical Research*. New York: Hafner.

Gaspersz, V. (1992). *Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan 1 dan 2*. Bandung: Tarsito.

Gomez, K.A. and Gomez, A.A. (1984). *Statistical Procedures for Agricultural Research*. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons.

Gourevitch, V. (1966). *Statistical Methods: a Problem-Solving Approach*. 2nd ed. Boston: Allyn and Bacon.

Härdle, W. & Simar, L. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. 2nd ed. Berlin: Springer

Hocking, R.R. (2003). *Methods and Applications of Linear Models: Regression and the Analysis of Variance*. 2-nd ed. New Jersey: A John Wiley &Sons, Inc., Publication.

John, P.W.M. (1971). *Statistical Design and Analysis of Experiments*. New York: Macmillan.

Janke, S.J. & Tinsley, F.C. (2005) Introduction to Linear Models and Statistical Inference: Introduction to Linear Models and Statistical Inference. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Mendenhall, W. (1968). *Introduction to Linier Models and The Design of Experiments*. California: Wadsworth, Belmont.

Nasution, A.H. dan Barizi. (1980). *Metode Statistika untuk Penarikan Kesimpulan*. Ed Keempat. Jakarta: Gramedia.

Rosner, B. (1990). *Fundamentals of Biostatistics*. 3rd ed. Boston: PWS-Kent Publishing Company.

Siegel, S. (1956). *Nonparametric Statistics for The Behavioral Sciences*. Tokyo: McGraw-Hill Kogakusha, Ltd.

Sokal, RR. and Rohlf. (1969). *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. San Francisco: W.H. Freeman and Company.

Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. (1980). *Principles and Procedures of Statistics*: *a Biometrical Approach*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill Book Company.

Sudjana. (1986). *Metode Statistika*. Edisi keempat. Bandung: Tarsito.

Sudjana. (1982). *Disain dan Analisis Eksperimen*. Bandung: Tarsito.

Yamane, T. (1973). *Statistics: an Introductory Analysis*. 3rd ed. Tokyo: Harper International Edition.