



PEMANFAATAN TEKNIK SAMPLING

PADA PENELITIAN BIDANG PERTANIAN

Prof. Dr. Ir. Akhmad Gazali, MS
Dr. Ir. Hj. Ilhamiyah, M.M

PEMANFAATAN TEKNIK SAMPLING PADA PENELITIAN BIDANG PERTANIAN

Penulis :

Prof. Dr. Ir. Akhmad Gazali, MS

Dr. Ir. Ilhamiyah, MM

Editor :

Antoni Pardede, Ph.D

Tata Letak :

Aris Setia Noor, S.E., M.Si

Desain Sampul :

M.Fikri Ansari, S.Kom

Penerbit :

Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al-Banjari Banjarmasin

Redaksi :

Gedung A UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al-Banjary

Jl. Adhyaksa No. 2 Kayutangi Banjarmasin, Kalimantan Selatan

Telepon (faks) : 0511 - 3304352

Cetakan Pertama 2023

ISBN : 978-623-8189-05-2



Hak Cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit. Isi diluar tanggung jawab penerbit.

KATA PENGANTAR

Buku Pemanfaatan Teknik Sampling Bidang Pertanian adalah upaya untuk menggambarkan berbagai jenis metodologi sampling yang digunakan dalam penelitian ilmu-ilmu Pertanian dengan cara yang mudah dan cara yang dapat dimengerti. Karakteristik, manfaat, masalah/kekurangan krusial, dan contoh setiap jenis pengambilan sampel disediakan secara terpisah. Buku mencakup (1) apa itu sampling dan tujuannya, (2) perbandingan beberapa teknik pengambilan sampel yang menyerupai (3) teknik pengambilan sampel mana yang akan digunakan dalam penelitian anda, teknik pengambilan sampel serangga pertanian telah dijelaskan untuk menggambarkan teknik apa yang paling cocok untuk berbagai jenis penelitian, teknik survey bidang pertanian.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang mendukung selesainya buku ini. Kritik dan saran kami harapkan dari pembaca untuk kesempurnaan penulisan buku ini.

Banjarmasin, Mei 2023

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---------------------------------------------|------------|
| KATA PENGANTAR | iii |
| DAFTAR ISI | iv |
| PENDAHULUAN | 1 |
| Sampling dan tujuannya | 3 |
| Jenis sampling | 4 |
| Jenis metode probabilitas sampling | 7 |
| Jenis teknik sampling non probabilitas | 18 |
| Perbandingan beberapa teknik sampling | 26 |
| Teknik penggunaan sampling dalam penelitian | 28 |
| Menentukan ukuran sampel untuk penelitian | 32 |
| Teknik sampling serangga pertanian | 37 |
| Teknik pengambilan sampel tanaman dan tanah | 64 |
| Desain sampling untuk survei pertanian | 101 |
| Daftar pustaka | 131 |
| Glosarium | 145 |
| Lampiran | 120 |

PENDAHULUAN

Populasi

Populasi sasaran mengacu pada semua anggota yang memenuhi kriteria tertentu yang ditentukan untuk sebuah penyelidikan penelitian. Misalnya populasi sekolah di Indonesia berarti semua sekolah yang dibangun di bawah batas negara. Populasi tanaman jagunh terserang penyakit bulai berarti semua tanaman yang memiliki gejala penyakit bulai tersebut. Satu entitas dari populasi tertentu yang tidak dapat diuraikan lebih lanjut disebut sebagai elemen. Suatu elemen dapat berupa individu, rumah tangga, pabrik, pasar, sekolah, dan lain-lain.

Apa suatu elemen akan tergantung pada sifat populasi. Akan menjadi apa suatu populasi tergantung pada sifat penyelidikan. Suatu populasi dapat *homogen* atau *heterogen*. Suatu populasi dikatakan *homogen* jika setiap elemennya mirip satu sama lain dalam semua aspek. Dengan kata lain, setiap elemen memiliki semua karakteristik yang memenuhi kriteria yang dijelaskan populasi target.

Suatu populasi dikatakan *heterogen* bila unsur-unsurnya tidak sama satu sama lain dalam semua aspek. Dengan kata lain, satu variabel karakteristik tidak sama di antara semua elemen sementara mereka memenuhi sisa kriteria yang mendefinisikan populasi sasaran.

Variabel yang membuat suatu populasi menjadi *heterogen* sangat bervariasi dari penelitian ke penelitian. Variabel umum yang membuat populasi *heterogen* adalah spesies tanaman, umur, varietas, dan nilai ekonomi dll. Selain itu, homogenitas dan heterogenitas populasi tergantung pada tujuan dan sifat penelitian Anda. Populasi yang sama mungkin *homogen* untuk satu proyek penelitian dan *heterogen* untuk lainnya. Misalnya, jika tujuan penelitian adalah untuk menyelidiki ketahanan suatu tanaman. Populasi adalah *homogen*

yang terdiri dari tanaman dari spesies dan varietas yang sama. Tidak masalah untuk tujuan penelitian apapun sosial ekonomi, pertanian, sebaran hama penyakit dan lain-lain. Sekarang pertimbangkan penelitian lain yang tujuannya adalah untuk menemukan apakah lingkungan pertanaman berpengaruh terhadap daya tumbuh suatu tanaman. Sekarang populasinya harus dibagi menjadi dua kelompok: tanaman pangan dan tanaman hortikultura. Dengan cara ini, populasi yang sama yang *homogen* untuk penelitian sebelumnya menjadi *heterogen* berdasarkan gender untuk nanti.

Sampel

Sampel dapat didefinisikan sebagai sekelompok objek seperti kelompok tanaman yang relatif lebih sedikit yang dipilih dari populasi untuk tujuan penyelidikan. Anggota sampel disebut sebagai *partisipan*. Buku ini ditulis untuk memberikan gambaran teknik pengambilan sampel yang didapat digunakan untuk penelitian, terutama bidang pertanian, dan masalah yang dihadapi dalam teknik sampling.

SAMPLING DAN TUJUANNYA

Proses pengambilan sampel dari suatu populasi disebut sampling. Dalam penyelidikan tidak mungkin untuk menilai setiap elemen tunggal dari suatu populasi sehingga suatu kelompok orang (jumlahnya lebih kecil dari populasi) dipilih untuk penilaian. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari sampel, kesimpulan diambil untuk populasi. Semakin sampel mewakili populasi, semakin tinggi akurasi kesimpulan dan lebih baik hasilnya *dapat digeneralisasikan*.

Suatu sampel dikatakan representatif bila ciri-ciri unsur yang dipilih adalah sama dengan seluruh populasi sasaran. Hasil dikatakan dapat *digeneralisasikan* bila temuan yang diperoleh dari sampel adalah sama berlaku untuk seluruh populasi sasaran. Proses pengambilan sampel mungkin menghadapi masalah *kesalahan sistematis* dan *bias pengambilan sampel*. *Kesalahan sistematis* dapat didefinisikan sebagai representasi sampel yang salah atau salah. Kesalahan ini disebabkan oleh representasi yang berlebihan dari satu karakteristik dan/atau kurang representasi dari yang lain. *Bias pengambilan sampel* dikatakan terjadi ketika sampel yang dipilih tidak benar-benar mencerminkan karakteristik populasi. Misalnya, penelitian memperhitungkan orang-orang di rumah sakit; para juri penelitian orang mana yang bersedia menjadi *partisipan* penelitiannya. Dengan cara ini orang yang terlihat ramah dan kurang terganggu lebih mungkin untuk menjadi bagian dari penelitian.

Sampel ini tidak akan mencerminkan seluruh populasi rumah sakit; lebih agresif, orang-orang yang tidak ramah dan terganggu juga merupakan bagian dari populasi sasaran. Dengan demikian pengambilan sampel ini bias oleh penilaian subjektif peneliti. Kesalahan sistematis telah terjadi oleh representasi berlebihan dari orang-orang yang ramah.

JENIS SAMPLING

Kategori teknik pengambilan sampel secara luas

1) Metode Pengambilan Sampel Probabilitas

Probability sampling disebut juga sebagai random sampling atau representatif sampling. Dalam pengambilan sampel probabilitas, setiap anggota populasi memiliki jumlah yang diketahui (bukan nol) kemungkinan untuk dimasukkan ke dalam sampel. Beberapa bentuk seleksi acak digunakan. Probabilitas dapat ditetapkan untuk setiap unit populasi secara objektif. Teknik-teknik ini membutuhkan populasi yang didefinisikan dengan sangat tepat. Teknik-teknik ini tidak dapat digunakan untuk populasi yang kategorinya terlalu umum ditemukan hampir di semua tempat di dunia. Misalnya jika populasi target kita didefinisikan sebagai mahasiswa. Artinya orang belajar di perguruan tinggi mana pun di dunia adalah elemen dari populasi kita. Dalam hal ini bagaimana suatu sampel dapat diekstraksi melalui teknik probability sampling. Sebaliknya, jika populasi target didefinisikan sebagai siswa kampus 2015-2016. Itu berarti hanya siswa yang merupakan populasi kami yang belajar di perguruan tinggi selama periode yang disebutkan. Dalam hal ini pengambilan sampel probabilitas dapat dilakukan karena populasi ditentukan secara tepat dan terbatas pada jumlah elemen yang tidak terbatas.

Keuntungan:

Teknik pengambilan sampel ini mengurangi kemungkinan *kesalahan sistematis*.

- a. Metode meminimalkan kemungkinan *bias sampling*.
- b. Sampel representatif yang lebih baik dihasilkan dengan menggunakan teknik probability sampling.
- c. Inferensi yang diambil dari sampel dapat *digeneralisasikan* ke populasi.

Kekurangan:

- a. Teknik membutuhkan banyak usaha
- b. Banyak waktu yang dihabiskan.
- c. Biaya mahal.

2). Metode Pengambilan Sampel Non-Probabilitas

Probability sampling disebut juga sebagai judgement atau non-random sampling. Setiap unit populasi tidak mendapatkan kesempatan yang sama untuk berpartisipasi dalam penyelidikan. Tidak ada pemilihan acak yang dibuat. Pemilihan sampel dilakukan atas dasar penilaian subjektif dari *peneliti*. Teknik-teknik ini tidak memerlukan populasi untuk didefinisikan dengan sangat tepat. Teknik ini dapat digunakan untuk kedua jenis populasi: populasi yang terlalu umum suatu kategori, dan populasi yang merupakan kategori tertentu (didefinisikan secara tepat). Misalnya jika populasi target kita didefinisikan sebagai mahasiswa. Artinya orang belajar di perguruan tinggi mana pun di dunia adalah *elemen* dari populasi kita. Ini terlalu umum kategori yang terdiri dari jumlah *elemen yang tak terbatas*. Sebaliknya, jika populasi target didefinisikan sebagai siswa rencana Kampus 2015-2016 Kampus. Itu berarti hanya siswa yang merupakan populasi kami yang belajar di perguruan tinggi selama periode yang disebutkan. Ini adalah tipe spesifik yang terdiri dari jumlah elemen yang terbatas. Dengan demikian, teknik non-probabilitas memungkinkan untuk mengambil sampel dari populasi unsur-unsur yang jumlahnya tak terhingga. Pengambilan sampel non-probabilitas sangat cocok untuk penelitian eksplorasi yang dimaksudkan untuk menghasilkan ide-ide baru yang akan diuji secara sistematis nanti. Pengambilan sampel probabilitas sangat cocok untuk penelitian yang dimaksudkan untuk mengembangkan pemahaman tentang suatu populasi. Keuntungan:

1. Teknik membutuhkan sedikit usaha.
2. Teknik-teknik ini membutuhkan lebih sedikit waktu untuk menyelesaikannya.
3. Biayanya tidak terlalu mahal.
4. Kekurangan:
5. Teknik pengambilan sampel rentan terhadap *kesalahan sistematis* dan *bias pengambilan sampel*.
6. Sampel tidak dapat diklaim sebagai perwakilan yang baik dari populasi.
7. Inferensi yang diambil dari sampel tidak dapat *digeneralisasikan* ke populasi.

JENIS METODE PROBABILITAS SAMPLING

Metode berikut yang digunakan untuk pengambilan sampel probabilitas:

1. Pengambilan Sampel Acak Sederhana
2. Pengambilan Sampel Acak Sistematis
3. Pengambilan Sampel Acak Bertingkat
4. Pengambilan Sampel Cluster
5. Pengambilan Sampel Multistage

1) Pengambilan Sampel Acak Sederhana:

Dalam pengambilan sampel jenis ini, setiap elemen populasi memiliki peluang yang sama untuk dipilih dalam sampel. Populasi harus mengandung sejumlah elemen yang dapat didaftar atau dipetakan. Setiap elemen harus saling eksklusif yaitu mampu membedakan satu sama lain dan tidak memiliki karakteristik yang tumpang tindih. Populasi harus homogen yaitu setiap elemen mengandung jenis yang sama karakteristik yang memenuhi kriteria populasi sasaran yang dijelaskan.

Metode

Sebelum mengambil sampel, populasi harus ditentukan terlebih dahulu. Dengan kata lain, satu harus mengetahui karakteristik apa yang membentuk populasi yang diminati. Daftar semua elemen populasi diperlukan. Seseorang perlu menyiapkan daftar jika readymade tidak tersedia. Daftar harus lengkap yaitu harus berisi nama masing-masing dan setiap unsur penduduk. Salah satu metode pemilihan peserta adalah metode undian: setiap elemen adalah pertama diberi nomor dan kemudian nomor secara individual ditulis pada secarik kertas. Slip dimasukkan dan

dicampur secara menyeluruh dalam beberapa tas atau mangkuk. Kemudian diputuskan jumlah slip ditarik keluar dari itu. Metode lain mungkin menggunakan tabel acak apa pun yang dihasilkan melalui komputer atau sumber daya lainnya. Peserta terpilih didekati dan investigasi dilakukan.

Manfaat:

Tidak ada kemungkinan bias sampling. Sampel merupakan perwakilan yang baik dari populasi.

Masalah Krusial / Penarikan Kembali:

Mungkin sangat mahal dan memakan waktu terutama dalam kasus-kasus ketika: peserta tersebar luas secara geografis dan sulit untuk didekati Perlu banyak upaya terutama untuk populasi yang besar. Dalam banyak keadaan tidak mungkin untuk mendapatkan atau menyiapkan daftar lengkap dari elemen. Bahkan daftar yang tampaknya lengkap juga dapat mengecualikan beberapa potensi elemen. Misalnya, kami secara acak memilih populasi kota menggunakan daftar telepon. Apakah semua orang di kota ini pasti memiliki koneksi?

Contoh: Pemilik Perusahaan Perkebunan XYZ ingin tahu apakah karyawannya puas dengan kualitas makanan yang disediakan oleh perusahaan. Dalam hal ini, populasi sasarannya adalah setiap orang yang bekerja di perusahaan tersebut. Jadi populasi didefinisikan secara tepat, spesifik dan elemen-elemennya berhingga jumlahnya. Populasi homogen karena orang-orang yang termasuk dalam kelompok yang berbeda (usia, sekte, gender) tidak terlalu berbeda dalam masalah ini. Ada 1000 karyawan di perusahaan. Untuk mengambil sampel 100 peserta, peneliti menggunakan daftar lengkap mempekerjakan (itu berarti daftar berisi nama-nama dari 1000 pekerja). Dia memberikan nomor untuk setiap nama. Dia sekarang mengikuti tabel yang dihasilkan komputer yang berisi 100 angka di antara 1 ke 1000. Peserta yang namanya sesuai dengan nomor yang dipilih adalah didekati dan diselidiki.

2) Pengambilan Sampel Acak Sistematis

Jenis pengambilan sampel ini juga digunakan untuk populasi yang homogen. Sedikit berbeda dengan simple random sampling. Tidak seperti pengambilan sampel acak sederhana, tidak ada kemungkinan yang sama untuk setiap elemen termasuk. Dalam jenis pengambilan sampel ini, elemen dipilih secara berkala. Interval mungkin dalam hal waktu, ruang atau urutan. Misalnya, elemen muncul setelah setiap 30 menit, atau hadir pada jarak dua meter, atau setiap elemen ke-5 hadir dalam daftar. Dengan demikian, keteraturan dan keseragaman dalam pemilihan ini membuat pengambilan sampel menjadi sistematis. Daftar elemen mungkin atau mungkin tidak diperlukan sebelum melakukan penelitian. Kadang-kadang bahkan tidak mungkin untuk membuat daftar karena sifat populasi. Katakanlah, jika mungkin untuk mengatakan siapa yang akan mengunjungi kedai kopi hari ini.

Metode:

Sebelum mengambil sampel, populasi harus ditentukan terlebih dahulu. Dengan kata lain, satu harus mengetahui karakteristik apa yang membentuk populasi yang diminati. Jika daftar lengkap elemen populasi target tersedia, daftar disusun dan diberi nomor urut 1 sampai N . Untuk menemukan interval yang tepat misalkan populasi berisi N jumlah elemen dan kita membutuhkan sampel berukuran n . Bagi N dengan n , nomor yang diperoleh melalui pembagian ini, katakanlah k , adalah tepat ukuran interval untuk menghasilkan sampel yang representatif. Misalnya jika populasi terdiri dari 300 elemen dan kita membutuhkan sampel 30 peserta, maka ukuran interval akan menjadi 10 jadi kita harus memilih setiap kesepuluh elemen. Kemudian elemen pertama, katakanlah 5, dipilih secara acak kemudian setiap 10 dipilih. Dengan cara ini sampel akan terdiri dari tanggal 5, 15, 25, 35 dan seterusnya elemen. Elemen bernomor yang dipilih kemudian didekati dan penyelidikan dilakukan. Dalam hal daftar tidak memungkinkan untuk membuat ukuran interval diputuskan dan kemudian peserta yang muncul dengan interval

tersebut didekati.

Manfaat:

- 1) Ini memastikan perluasan sampel ke seluruh populasi
- 2) Ini menyediakan cara untuk mendapatkan sampel acak dan representatif dalam situasi tersebut di mana daftar elemen sebelumnya tidak dimungkinkan.

Masalah Krusial / Penarikan Kembali:

- 1) Mungkin sangat mahal dan memakan waktu terutama dalam kasus-kasus ketika: peserta tersebar luas secara geografis dan sulit untuk didekati.
- 2) Perlu banyak upaya terutama untuk populasi yang besar. Jika urutan daftar bias dalam beberapa hal, kesalahan sistematis dapat terjadi. Untuk misalnya, Anda akan memilih setiap elemen ke-15 dari daftar yang dikompilasi kelompok lima belas anggota di mana nama depan di setiap kelompok adalah nama Perdana Menteri.

Contoh:

Contoh 1 (ketika daftar elemen tidak dapat disiapkan)

Sebuah super market telah diiklankan melalui papan iklan beberapa meter darinya adanya. Pemilik ingin tahu berapa banyak kontribusi yang diberikan iklan ini pelanggan ke pasar. Jadi populasi dalam penelitian ini adalah setiap orang yang berkunjung ke pasar. Tujuan penelitian tidak perlu membagi populasi menjadi kelompok-kelompok, sehingga populasinya homogen. Daftar ini tidak mungkin untuk disiapkan. Peneliti menetapkan interval teratur dalam hal urutan. Pertama dia termasuk pelanggan ketiga yang memasuki pasar. Sekarang dia memasukkan setiap 10 dari seleksi pertama. Dengan cara ini ia memasukkan pelanggan ke-3, ke-13, ke-23, ke-33, dan seterusnya.

Contoh 2 (bila daftar tersedia)

Pemilik Perusahaan XYZ ingin tahu apakah karyawannya puas dengan kualitas makanan yang disediakan oleh perusahaan. Dalam hal ini, populasi sasarannya adalah setiap orang yang bekerja di perusahaan tersebut. Ada 1000 (N) karyawan di perusahaan yang bekerja di 4 departemen yang berbeda A,B,C,D Populasinya homogen karena orang-orang yang termasuk dalam kelompok yang berbeda adalah kemungkinan besar tidak akan berbeda dalam masalah ini. Namun elemen-elemennya sudah dikelompokkan. Jadi untuk memastikan perluasan sampel ke seluruh populasi sistematis. Untuk mengambil sampel 100 (n) peserta, peneliti menggunakan daftar lengkap: mempekerjakan dari semua empat departemen. Dia menyusun daftar-daftar itu secara berurutan dan menyusunnya menjadi satu. Ada 234 karyawan di A, 345 di B, 156 di C, 265 di D. Dia memberikan nomor untuk setiap nama. Dengan cara ini nama yang pertama di daftar individu B sekarang berada di urutan ke-235 didaftar yang dikompilasi. Membagi N dengan n, peneliti mendapatkan nomor interval yang akan digunakan yaitu 10. Melihat ke dalam daftar, dia memilih karyawan ke-7 secara acak. Kemudian setiap tanggal 10 dari tanggal 7 disertakan. Dengan cara ini sampel terdiri dari karyawan yang namanya sesuai ke nomor 7, 17, 27, 37.....997.

3) Pengambilan Sampel Acak Bertingkat

Metode pengambilan sampel jenis ini digunakan bila populasinya heterogen. yaitu setiap elemen populasi tidak sesuai dengan semua karakteristik kriteria yang telah ditentukan. Sebaliknya unsur-unsur berbeda satu sama lain pada suatu karakteristik. Sehingga terbentuk subgrup yang homogen yaitu semua elemen dalam suatu grup mengandung jenis karakteristik yang sama (perlu diingat, karakteristik itu harus diambil memperhitungkan yang mendefinisikan populasi sasaran). Sub kelompok disebut sebagai strata (lapisan tunggal) Topik dan sifat investigasi menjelaskan kriteria apa yang akan menjadi strata dibuat.

Kriteria umum yang digunakan untuk stratifikasi adalah jenis kelamin, usia, etnis, sosial ekonomi status. Namun, kriterianya sangat bervariasi dari investigasi ke investigasi. Pembentukan strata ini juga bisa disebut reproduksi mini populasi karena masing-masing strata terdiri dari unsur-unsur yang berbeda dari unsur strata lain dalam beberapa karakteristik. Misalnya jika investigasi memperhitungkan orang dewasa muda, maka populasi ini mungkin perlu dibagi (tentu saja, atas dasar apa penyelidikan itu) menjadi sub kelompok seperti dewasa muda laki-laki dan dewasa muda perempuan, dewasa muda terdidik dan dewasa muda yang tidak berpendidikan, dewasa muda berpenghasilan tinggi dan dewasa muda berpenghasilan rendah dll. dengan cara ini setiap strata adalah populasi yang berbeda. Sampel dipilih dari setiap strata secara acak. Ada dua teknik yang digunakan untuk mengalokasikan sampel dari strata: proporsional teknik alokasi dan teknik alokasi yang sama. Menggunakan teknik alokasi proporsional ukuran sampel strata dibuat sebanding dengan jumlah elemen yang ada dalam strata. Menggunakan teknik alokasi yang sama jumlah peserta yang sama diambil dari masing-masing stratum terlepas dari jumlah elemen di setiap strata.

Metode:

Sebelum mengambil sampel, populasi harus ditentukan terlebih dahulu. Dengan kata lain, satu harus mengetahui karakteristik apa yang membentuk populasi yang diminati. Berdasarkan sifat dan tujuan penyelidikan diputuskan kriteria yang mana harus diperhitungkan untuk membuat sub kelompok (strata) Kemudian atas dasar stratifikasi kriteria yang ditentukan dilakukan. Daftar semua elemen dari setiap strata diperlukan. Seseorang perlu menyiapkan daftar jika readymade tidak tersedia. Daftar harus lengkap. Peserta kemudian diseleksi dari setiap strata melalui metode undian atau menggunakan tabel acak apa pun (seperti dalam pengambilan sampel acak sederhana) Atau jika tidak memungkinkan untuk menyiapkan daftar karena sifat dari populasi setiap elemen ke-n dipilih dari setiap strata (seperti dalam pengambilan sampel acak).

Manfaat:

Untuk populasi yang heterogen, ia menghasilkan sampel yang representatif seperti yang ditangkapnya keragaman yang sebaliknya kemungkinan akan dirusak melalui acak sederhana atau pengambilan sampel acak sistematis. Masalah Krusial / Penarikan Kembali

1. Perlu banyak usaha.
2. Memerlukan biaya dan waktu yang lama
3. Jika karakteristik/variabel kriteria yang digunakan untuk klasifikasi tidak dipilih benar, seluruh penelitian mungkin sia-sia.

Contoh:

Sekolah ingin mengetahui persentase rata-rata telah diperoleh oleh siswa kelas 10 dalam ujian Sekolah. Dia memiliki enam cabang sekolahnya. Populasi sasaran adalah setiap siswa yang belajar di kelas 10 dari setiap cabang sekolah. Populasi ini heterogen karena sekolah dikepalai oleh orang yang berbeda dan guru yang berbeda mengajar di masing-masing. Faktor-faktor ini kemungkinan akan mempengaruhi kualitas pendidikan dan dengan demikian hasil dari murid-murid. Jadi 6 sekolah tersebut dibagi menjadi 6 sub kelompok atau strata. Siswa sekarang dipilih secara acak dari setiap strata menggunakan sistemacak acak atau sampel acak sederhana.

4) Pengambilan Sampel Cluster

Kumpulan elemen yang berada dalam satu wilayah geografis disebut cluster. Pengambilan sampel dari cluster disebut sebagai cluster sampling. Teknik pengambilan sampel ini digunakan ketika elemen populasi tersebar di wilayah yang luas area geografis. Populasi dibagi menjadi sub-kelompok yang disebut cluster berdasarkan alokasi geografis.

Biasanya pembagian populasi ini mirip dengan standar pembagiannya. Misalnya populasi yang tersebar di suatu negara dikelompokkan menjadi kota, populasi tersebar di kota

dikelompokkan menjadi kota-kota dll. Cluster harus homogen di antara mereka pada variabel karakteristik dari riset. Namun untuk menjadi sampel yang benar-benar representatif, cluster yang dipilih harus menangkap heterogenitas penduduk. Misalnya jika dalam pemilihan kota hanya kota-kota kecil yang dipilih meninggalkan kota-kota besar, sampel tidak akan menjadi perwakilan sebenarnya dari populasi.

Metode

Pertama-tama populasi dibagi menjadi cluster-cluster. Cluster dipilih secara acak menggunakan acak sederhana atau acak sistematis teknik pengambilan sampel. Cluster yang dipilih dikunjungi. Semua elemen (mungkin individu, rumah tangga, sekolah, pasar, dll. tergantung pada sifat penyelidikan) dalam cluster yang dipilih diselidiki.

Keuntungan:

Dalam kasus di mana populasi tersebar di wilayah geografis yang luas, cluster pengambilan sampel digunakan untuk mengurangi biaya dibandingkan dengan acak sederhana atau sistematis pengambilan sampel secara acak. Menghabiskan lebih sedikit waktu dan usaha daripada teknik-teknik yang disebutkan di atas. Misalnya daftar elemen populasi tidak diperlukan. Selain itu, alih-alih pergi ke tempat yang tersebar luas secara acak memilih elemen, Anda mendapatkan sekelompok elemen dalam satu wilayah geografis.

Masalah Krusial / Penarikan Kembali:

Kadang-kadang dapat menyebabkan bias pengambilan sampel dan kesalahan sistematis. Misalnya, dalam pemilihan pasar hanya pasar besar yang dapat dipilih secara acak. Jadi pilihan ini kemungkinan akan mempengaruhi hasil. Hasilnya mungkin berbeda jika ada pasar kecil dalam pemilihan juga. Jika cluster tidak homogen di antara mereka, sampel akhir mungkin tidak perwakilan dari populasi.

Contoh:

Dinas Pendidikan ingin memeriksa kualitas pendidikan di sekolah ABC Kota. Ada dua puluh lima ribu sekolah di kota ini; peneliti ingin mengambil sampel 1000 sekolah. Dalam hal ini jika digunakan simple random atau sampling acak sistematis maka akan permintaan untuk bergerak di seluruh kota mencari sekolah yang dipilih yang tersebar. Tentu saja, itu akan menghabiskan lebih banyak waktu, tenaga dan uang. Jadi, sebagai gantinya peneliti memilih cluster sampling untuk penelitiannya. Dia membagi penduduk kota menjadi 21 kota; sehingga menjadi 21 cluster. Sebuah nomor dialokasikan untuk setiap cluster. Kemudian 7 cluster dipilih menggunakan simple random sampling. Ini adalah waktu yang penting dari teknik pengambilan sampel, di mana kesalahan sistematis dapat terjadi. Katakanlah, misalnya, jika cluster yang dipilih hanya kota-kota yang lebih kecil (ada di bawah representasi kota yang lebih besar) dan/atau jika cluster yang dipilih hanya milik kelas ekonomi yang lebih tinggi (ada di bawah perwakilan dari kelompok ekonomi yang lebih rendah). Variabel-variabel ini kemungkinan akan mempengaruhi hasil penelitian ini. Dengan demikian ada persyaratan penilaian yang cermat dari seleksi. Setelah pemilihan selesai, peneliti pergi ke cluster yang dipilih dan mengkaji setiap elemen (sekolah) mereka.

5) Pengambilan Sampel Multistage

Merupakan teknik pengambilan sampel dimana dua atau lebih teknik probabilitas digabungkan. Digunakan ketika elemen populasi tersebar di wilayah geografis yang luas dan tidak mungkin mendapatkan sampel yang representatif hanya dengan satu yang disebutkan di atas teknik. Dapat digambarkan sebagai pengambilan sampel di dalam sampel. Unit akhir atau elemen populasi yang digunakan dalam penyelidikan diperoleh setelah pengambilan sampel pada beberapa tahap.

Metode:

Biasanya pada tahap pertama populasi sasaran dibagi ke dalam cluster-cluster. Cluster dipilih secara acak. Cluster ini disebut sebagai unit tahap pertama atau unit utama. Cluster ini homogen di antara mereka tetapi mungkin heterogen di dalamnya. Untuk mengatasi heterogenitas ini, sub kelompok homogen yang disebut strata adalah terbentuk. Jadi strata disebut unit tahap kedua atau sub-unit. Pembentukan strata tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan teknik cluster sampling atau teknik sampling acak bertingkat tergantung pada sifat penyelidikan. Di setiap strata, unit mungkin perlu dibagi lebih lanjut, misalnya pasar tempat menjadi toko, bangunan menjadi rumah dll. Unit akhir yang diperoleh diselidiki.

Keuntungan:

Meningkatkan efisiensi biaya dan waktu. Misalnya, alih-alih menyelidiki semua elemen dalam sebuah cluster, jika sampel diambil secara acak dari setiap cluster, hasilnya akan serupa tetapi dengan lebih sedikit upaya. Metode pengambilan sampel khusus ini di mana pengambilan sampel acak dilakukan dalam cluster yang dipilih disebut sebagai two stage sampling. Teknik ini juga berguna dalam mengatasi masalah heterogenitas dalam cluster.

Masalah Krusial / Penarikan Kembali:

Jika cluster yang dipilih tidak menangkap keragaman karakteristik populasi, sampel tidak akan mewakili populasi. Jika variabel karakteristik yang digunakan untuk membuat strata (dalam hal heterogenitas) pada setiap tahap tidak dipilih dengan tepat tergantung pada sifat penyelidikan, seluruh penelitian mungkin sia-sia.

Contoh:

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui merek produk makanan best seller dari tahun di negara tersebut. Dalam hal ini populasi sasaran terdiri dari setiap pasar tempat

makanan tersebut produk dijual. Jadi penduduk tidak hanya tersebar di wilayah geografis yang luas negara tetapi juga tersebar. Peneliti pertama-tama membagi negara menjadi kota-kota; ada formasi 150 cluster. Dia memilih 30 kelompok secara acak; ini membentuk unit tahap pertama. Perlu kehati-hatian dalam pemilihan sehingga harus ada representasi dari kota kecil maupun kota besar. Penjualan produk makanan kemungkinan akan terpengaruh oleh harganya; jadi ada kemungkinan bahwa orang-orang yang termasuk dalam kelompok berpenghasilan rendah dan lebih tinggi berbeda dalam preferensi mereka terhadap produk makanan. Dengan demikian peneliti membagi setiap kota menjadi 3 strata: tempat tinggal kelas bawah, kelas menengah dan kelas atas; strata ini membentuk unit tahap kedua. Bahkan sekarang tidak mungkin untuk mengambil sampel elemen secara acak dari masing-masing strata karena strata tersebar di wilayah geografis yang luas. Jadi, peneliti membuat cluster dalam setiap strata dan kemudian memilih secara acak cluster dari masing-masing 3 strata. Cluster ini membentuk unit akhir sampel. Setiap elemen (yaitu produk makanan yang menjual toko dan pasar) di dalam yang dipilih cluster sekarang didekati dan diselidiki.

JENIS TEKNIK SAMPLING NON-PROBABILITAS

Metode pengambilan sampel berikut termasuk dalam pengambilan sampel non-probabilitas:

- 1) Pengambilan sampel sukarela
- 2) Pengambilan sampel yang nyaman
- 3) Pengambilan sampel secara purposive
- 4) Pengambilan sampel kuota (proporsional dan non proporsional)
- 5) Pengambilan sampel bola salju
- 6) Pengambilan Sampel yang Cocok
- 7) Pengambilan Sampel Berbasis Genealogi

1) Pengambilan Sampel Sukarelawan

Anggota sampel memilih sendiri untuk menjadi bagian dari penelitian. Dengan kata lain, bukan penyidik yang mendekati partisipan peserta sendiri mencapai penyidik.

Metode:

Peserta diberitahu tentang Jenis pengambilan sampel ini sering menghadapi masalah generalisasi. Teknik ini menemui kesalahan sistematis. Orang-orang yang ambil bagian adalah mereka yang memiliki minat pada topik dan karenanya mereka tidak bisa menjadi wakil dari orang-orang yang acuh tak acuh terhadapnya.

Keuntungan:

Biayanya murah. Lebih sedikit memakan waktu. Ini membantu dalam mengumpulkan sejumlah besar data dalam waktu yang sangat terbatas dengan upaya kecil. Peneliti tidak perlu melakukan upaya apapun untuk mencari partisipan.

Contoh:

Sebuah program TV ingin mengetahui berapa banyak orang di negara tersebut yang mendukung ideologi politik tertentu. Pengumuman dibuat dalam program dan pemirsa menjawab pertanyaan melalui telepon atau pesan. Sampel terbatas dan tidak mewakili populasi negara dalam cara hanya orang-orang itu adalah responden yang menonton program pada saat itu momen. Orang yang sibuk dalam beberapa tugas lain tidak dapat ambil bagian. Selain itu, pemirsa adalah mereka yang sudah memiliki minat pada topik yang sedang berlangsung.

2) Pengambilan Sampel yang Nyaman

Disebut juga sebagai accidental sampling atau opportunity sampling. Peneliti termasuk partisipan yang mudah atau nyaman untuk didekati. Teknik ini berguna di mana populasi sasaran didefinisikan dalam istilah yang sangat luas kategori. Misalnya populasi sasaran mungkin anak perempuan dan anak laki-laki, laki-laki dan perempuan, kaya dan miskin dll.

Metode:

Setiap anggota populasi target yang tersedia saat ini adalah didekati. Dia diminta untuk berpartisipasi dalam penelitian. Jika orang tersebut menunjukkan persetujuan, penyelidikan dilakukan.

Masalah Krusial / Penarikan Kembali:

Hal ini mengalami bias sampling dan kesalahan sistematis. Kategori populasi sasaran cukup luas sehingga dapat dibagi menjadi tak terhingga sejumlah kategori dalam diri mereka yang

sangat berbeda dari satu sama lain dan sama sekali tidak dapat mewakili satu sama lain.

Keuntungan:

Membutuhkan lebih sedikit usaha. Biayanya murah. Lebih sedikit memakan waktu karena sampelnya cepat dan mudah didekati. **Contoh:** Seorang siswa yang terdaftar di sekolah ABC ingin menyelidiki bagaimana pria dan wanita berbeda dalam mengungkapkan cinta. Untuk kenyamanannya, ia memilih sampel dari sekolah yang sama. Masalah dengan pengambilan sampel ini adalah bagaimana siswa ini dapat mewakili semua pria dan wanita.

Catatan:

pengambilan sampel yang mudah tidak selalu merupakan kategori non-probabilitas yang *saling eksklusif* teknik pengambilan sampel melainkan digunakan dalam berbagai jenis lainnya.

Misalnya, seorang peneliti ingin menyelidiki perbedaan dalam arti estetis di antara orang-orang yang termasuk dalam perbedaan domain pendidikan. Kuota dibuat untuk setiap domain fakultas seni dan sains di Universitas. Peneliti mencapai setiap departemen di pagi hari dan menilai siswa yang sedang duduk bebas di halaman. Dengan cara ini sampel dipilih berdasarkan kenyamanan *penyelidik* karena dia bebas di pagi hari. Selain itu, dia mendekati siswa yang gratis pada waktu itu dan tidak memiliki kelas. Ini bukan kategori yang saling eksklusif dari teknik pengambilan sampel, melainkan banyak non-teknik probabilitas bersifat purposive. Sebenarnya William M. Trochim membagi teknik non-probabilitas menjadi dua yang lebih luas kategori: nyaman dan bertujuan Dengan demikian semua jenis teknik pengambilan sampel lainnya dijelaskan di bawah judul pengambilan sampel yang bertujuan.

3) Purposive Sampling

Dalam purposive sampling, sampel didekati dengan tujuan sebelumnya. Kriteria unsur-unsur yang akan dimasukkan dalam penelitian telah ditentukan sebelumnya. Jadi kami tidak

menyertakan semua orang yang tersedia untuk kami, melainkan yang tersedia disertakan yang memenuhi kriteria yang ditentukan.

Contoh:

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis pakaian yang digunakan pada usia paruh baya wanita lebih suka. Penyelidik mengunjungi pasar kain. Ada banyak wanita di tempat itu tetapi penyelidik hanya pergi ke wanita-wanita itu yang muncul dari kelompok usia menengah dan meminta mereka untuk berpartisipasi dalam penelitiannya. Karena peneliti mempunyai tujuan melakukan seleksi tersebut. Dia telah menetapkan kriteria untuk elemen-elemennya yaitu mereka harus perempuan, dan harus dari usia paruh baya.

4) Pengambilan Sampel Kuota

Jenis metode pengambilan sampel ini digunakan ketika populasi heterogen yaitu setiap elemen populasi tidak sesuai dengan semua karakteristik kriteria yang telah ditentukan. Sebaliknya unsur-unsur berbeda satu sama lain pada suatu karakteristik. Sehingga terbentuk subgrup yang homogen yaitu semua elemen dalam suatu grup mengandung jenis karakteristik yang sama (perlu diingat, karakteristik itu harus diambil memperhitungkan yang mendefinisikan populasi sasaran). Topik dan sifat investigasi menceritakan tentang kuota kriteria apa yang akan ditetapkan. Kriteria umum yang digunakan untuk kuota adalah jenis kelamin, usia, etnis, sosial ekonomi dll. Namun, kriteria sangat bervariasi dari penyelidikan ke penyelidikan. Para peserta dipilih secara non-acak dari setiap sub kelompok berdasarkan beberapa kuota tetap.

Metode:

Pertama-tama ada kebutuhan untuk mengidentifikasi variabel yang membuat target penduduk yang heterogen. Berdasarkan sub kelompok variabel yang diidentifikasi dibuat. Kuota ditetapkan untuk setiap sub kelompok. Kemudian sampel didekati berdasarkan kuota yang ditetapkan.

Keuntungan:

Memastikan keberadaan setiap sub kelompok populasi dalam sampel. Tidak ada persyaratan daftar elemen populasi. Ini memakan waktu lebih sedikit dan biaya rendah daripada pengambilan sampel acak bertingkat.

Masalah Krusial / Penarikan Kembali:

Seperti semua teknik non-probabilitas lainnya, sampel tidak representatif dan sehingga menghadapi masalah generalisasi.

Contoh:

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui apakah mahasiswa IPA berbeda dengan mahasiswa IPS dalam arti estetika. Peneliti memilih 3 universitas dimana kedua jenis mata pelajaran tersebut diajarkan. (sebuah pemilihan bertujuan itu). Ada dua populasi sasaran: siswa yang termasuk dalam ilmu alam, dan mahasiswa yang tergabung dalam ilmu-ilmu sosial. Kedua populasi tersebut heterogen. Ilmu alam dibagi menjadi Biologi, Kimia, Fisika, Matematika dan masih banyak lagi; Demikian pula, ilmu sosial dibagi menjadi Sosiologi, Filsafat, Psikologi, Pendidikan dan banyak lagi. Penting bagi penelitian untuk memasukkan perwakilan dari setiap sub kelompok. Jadi peneliti menetapkan kuota untuk masing-masing bidang ilmu alam dan sosial ilmu yang diajarkan di universitas yang dipilih. Jenis pengambilan sampel kuota yaitu ada dua jenis kuota: proporsional, dan tidak proporsional. Pengambilan sampel kuota proporsional Dalam pengambilan sampel kuota proporsional, persentase setiap sub kelompok ditetapkan berdasarkan proporsi aktual mereka yang ada dalam populasi.

Contoh: jika kuota dibuat berdasarkan umur dan jumlah penduduknya dari 30% muda, 40% paruh baya, dan 30% individu tua, jadi kuotanya adalah dibuat dalam proporsi yang sama.

Dengan cara ini sampel 200 *peserta* akan terdiri dari 60 orang muda, 80 orang paruh baya dan 60 orang tua.

Pengambilan sampel kuota yang tidak proporsional:

Dalam pengambilan sampel kuota non-proporsional, persentase kuota tidak sesuai proporsi sub-kelompok yang ada dalam populasi agak minimum persentase diatur yang akan dimasukkan.

Contoh:

peneliti ingin memasukkan semua kelompok etnis minoritas hadir di tanah air. Jadi kuota ditetapkan seperti ini: setidaknya 3% Hindu, 3% Kristen dan sebagainya.

5) Pengambilan Sampel Bola Salju:

Disebut juga sampling rantai. Salah satu elemen populasi didekati pada suatu waktu dan kemudian diminta untuk merujuk penyidik kepada elemen populasi lainnya.

Metode:

Peneliti memilih orang yang cocok dengan kriteria penelitian Peserta pertama sekarang diminta untuk merujuk penyidik ke orang lain yang: memenuhi kriteria yang sama. Sekarang peserta kedua yang didekati diminta untuk merujuk peneliti ke yang lain satu. Dengan cara ini rantai dibuat.

Keuntungan:

Teknik ini berguna untuk mendekati tipe populasi yang tidak mudah tersedia atau hadir dalam jumlah yang sangat kecil.

Masalah Krusial / Penarikan Kembali:

Hal ini mengalami bias pengambilan sampel dan kesalahan sistematis karena jaringan koneksi.

Contoh:

Tujuan penelitian adalah untuk menyelidiki seperti apa kepribadian miliarder memiliki. Dalam

hal ini populasi sasaran adalah setiap orang yang ditemukan di manapun di dunia yang memiliki miliaran. Unsur-unsur populasi ini, bagaimanapun, jarang ditemukan. Jadi penyidik menemukan satu orang, Tuan A, memiliki karakteristik yang diperlukan (yaitu seorang miliarder) dan mendekatinya. Setelah menyelesaikan penyelidikannya dari Pak A, peneliti memintanya untuk merujuk dia ke miliarder lain yang dia kenal. Tuan A merujuknya ke Tuan B. Kemudian Mr. B memberi tahu dia tentang Mr. C. Dengan cara ini sampel populasi yang sangat sulit didekati adalah diperoleh.

6) Pengambilan Sampel Yang cocok.

Teknik ini digunakan dalam penelitian eksperimental. Tujuan utama pengambilan sampel ini adalah untuk mengambil kelompok kontrol untuk menilai efek dari suatu intervensi. Dua kelompok elemen yang mirip pada berbagai variabel dipilih. Intervensi diperkenalkan hanya pada satu kelompok. Kelompok lain digunakan untuk membandingkan dengan yang pertama untuk melihat apa dampaknya intervensi yang dihasilkan.

Metode:

Pertama satu elemen dinilai menjadi bagian dari penelitian. Kemudian, dieksplorasi elemen lain yang menyerupai yang pertama pada berbagai variabel penting.

Manfaat:

Teknik ini memungkinkan untuk memeriksa apakah suatu intervensi benar-benar berguna atau bukan.

Menarik kembali / Isu-isu penting:

Dalam pemilihan elemen pencocokan harus diperhatikan dan elemen-elemennya harus dicocokkan pada setiap faktor yang mempengaruhi sehingga dapat diklaim bahwa

Perubahan pada kedua elemen tersebut disebabkan oleh intervensi yang diperkenalkan dan bukan sesuatu kalau tidak.

Contoh:

Peneliti ingin melihat apakah keberadaan taman di suatu daerah mempengaruhi kesehatan mental tempat tinggalnya. Dia memilih satu area di mana taman itu tidak ada. Dia kemudian menemukan area lain di mana tidak hanya taman yang tidak tersedia tetapi juga kebisingan kondisi lingkungan, pencemaran lingkungan, jumlah penduduk, pembangunan rumah dan jalan, status sosial ekonomi sama. Intervensi (yaitu pembangunan taman) diperkenalkan di satu area dan area lainnya adalah disimpan sebagai kontrol.

7) Pengambilan Sampel Berbasis Genealogi

Teknik pengambilan sampel ini telah banyak digunakan untuk mengambil sampel dari daerah pedesaan. Dengan menggunakan teknik ini, alih-alih memilih rumah tangga di suatu daerah, para anggota seluruh keluarga dipilih (apakah tinggal di rumah yang sama atau tidak). Ini memberikan bagian yang masuk akal dari masyarakat berdasarkan usia dan jenis kelamin.

Metode:

Pertama, seorang partisipan didekati dan diyakinkan untuk mengambil bagian dalam penelitian. Peserta ini sekarang diminta untuk merujuk peneliti ke kerabat dekatnya yang mungkin tinggal di daerah lain.

Manfaat:

Teknik sampling ini berguna untuk mengambil sampel dari daerah pedesaan tradisional di mana tidak ada banyak perbedaan sosial dan ekonomi antara keluarga; Anda tidak perlu membujuk setiap peserta untuk menjadi bagian dari penelitian, melainkan Anda mendapatkan peserta melalui referensi.

Masalah Krusial / Penarikan:

Ada kemungkinan kesalahan sistematis yang lebih tinggi dalam kasus di mana anggota dari keluarga cenderung serupa dibandingkan dengan anggota dari keluarga yang berbeda.

PERBANDINGAN DARI BEBERAPA TEKNIK SAMPLING

Perbandingan Stratified Sampling dengan Quota Sampling

Kedua teknik tersebut digunakan ketika populasi sasaran *heterogen*. Dengan menggunakan kedua teknik tersebut, populasi dibagi menjadi beberapa *sub kelompok*. Perbedaan utama dalam kedua teknik adalah bagaimana *peserta* dipilih. Dalam pengambilan sampel acak bertingkat, *peserta* dipilih secara acak saat dalam kuota sampling, *partisipan* dipilih secara non-random.

Perbandingan Stratified Random Sampling dengan Cluster Sampling

Kedua teknik tersebut adalah jenis metode pengambilan sampel probabilitas dan dengan demikian acak seleksi dilakukan pada keduanya. Menggunakan keduanya, populasi dibagi menjadi beberapa kelompok. Namun, kedua teknik ini berbeda dalam beberapa hal. Stratified random sampling dilakukan ketika populasi *heterogen* sementara dalam cluster sampling populasinya *homogen*. Dalam pengambilan sampel acak bertingkat, *subkelompok* dibuat berdasarkan variabel yang membuat penduduknya *heterogen*; sedangkan dalam cluster sampling pengelompokan dilakukan atas dasar alokasi geografis penduduk. Dalam pengambilan sampel bertingkat, elemen dipilih secara acak dari setiap sub kelompok; sementara di cluster sampling *sub kelompok* dipilih secara acak dan semua elemen dipilih *sub kelompok* dijadikan sampel.

Perbandingan Stratified Sampling dan Cluster Sampling dengan Multistage Sampling

Baik pengambilan sampel bertingkat dan pengambilan sampel klaster melibatkan dua langkah utama: kelompok pertama adalah dibuat kemudian pemilihan sampel dilakukan secara

acak. Namun sampel dipilih hanya sekali dalam kedua teknik saat dalam multistage sampling, sampel dipilih minimal dua kali dengan menggunakan jenis sampling yang berbeda teknik pada setiap tahap.

Perbandingan Pengambilan Sampel Rantai dan Pengambilan Sampel Berbasis Genealogi

Kedua teknik tersebut mengharuskan peserta yang didekati terlebih dahulu untuk merujuk ke peserta lain. Namun, dalam pengambilan sampel berdasarkan silsilah, partisipan yang dijadikan referensi harus memiliki hubungan darah dengan orang yang merujuk; untuk pengambilan sampel rantai tidak ada persyaratan seperti itu

TEKNIK PENGGUNAAN SAMPLING DALAM PENELITIAN

Teknik Pengambilan Sampel Mana yang Digunakan dalam Penelitian

Penggunaan teknik sampling yang tepat sangat penting untuk membuat sebuah penelitian proyek yang bermanfaat, bermakna dan sukses. Meskipun sampel yang representatif dihasilkan oleh sampling probabilitas, namun ada banyak contoh di mana tidak mungkin menggunakan teknik sampling probabilitas. Elemen *populasi* target mungkin tersebar begitu luas dan/atau tampaknya tak terbatas dalam jumlah yang menangkap probabilitas tidak mungkin. Teknik probabilitas hanya dapat digunakan untuk populasi terbatas. Untuk populasi yang terdiri dari elemen tak terbatas, non-probabilitas teknik yang digunakan.

Pengambilan sampel probabilitas juga tidak mungkin dilakukan untuk populasi yang tidak terlalu tepat didefinisikan dan terlalu umum kategori: ditemukan hampir di mana-mana di dunia, dan dapat dibagi menjadi *subkelompok heterogen yang* tak terhitung banyaknya . Teknik-teknik ini tidak dapat digunakan untuk populasi yang terlalu umum kategori yang ditemukan hampir di mana-mana di dunia. Misalnya, jika target kita populasi didefinisikan sebagai mahasiswa, itu berarti orang yang belajar di perguruan tinggi mana pun di dunia adalah salah satu elemen populasi kita. Dalam hal ini bagaimana sampel dapat diekstraksi melalui probabilitas teknik pengambilan sampel. Jadi, seseorang harus menggunakan teknik non-probabilitas. Selain itu, tujuan utama penelitian juga mempengaruhi keputusan teknik pengambilan sampel. Jika penelitian dimaksudkan untuk mengeksplorasi ide daripada memahami populasi, non-probabilitas teknik sangat cocok; jika penelitian dimaksudkan untuk mengembangkan pemahaman tentang populasi, sampling probabilitas

disarankan. Selanjutnya, itu tergantung pada ketersediaan sumber daya (yaitu waktu, biaya dan upaya) yang teknik sampling dapat digunakan. Di mana sumber daya yang cukup tersedia, teknik probabilitas lebih disukai; di mana sumber daya tidak cukup teknik non-probabilitas disarankan.

Pengambilan Sampel Probabilitas Mana yang Tepat untuk Penelitian Anda?

Ketika Anda memutuskan untuk menggunakan teknik sampling probabilitas berdasarkan tujuan Anda penelitian dan ketersediaan sumber daya Anda (yaitu waktu, uang, dan upaya), sekarang Anda perlu memilih teknik pengambilan sampel yang tepat untuk menghasilkan sampel yang representatif. Berikut adalah beberapa garis panduan untuk memilih teknik pengambilan sampel yang tepat: Jika populasi target Anda *homogen** dan daftar *lengkap elemen* id tersedia/mungkin untuk mempersiapkan, pengambilan sampel acak sederhana adalah tepat. Misalnya, jika target Penduduknya adalah pekerja Badan ABC; populasi ini *homogen* dan *lengkap* daftar dapat dengan mudah disiapkan. Jika populasi target Anda *homogen* dan daftar elemen tidak dapat diproduksi untuk alasan apapun, sampling sistematis paling cocok. Misalnya, jika sebuah penelitian mempertimbangkan memperhitungkan pelanggan yang berkunjung ke Hotel XYZ, tidak mungkin untuk menyiapkan daftar orang yang akan berkunjung ke hotel. Jadi peneliti dapat mewawancarai setiap pelanggan ke- n yang memasuki hotel. Atau dapat mengambil pelanggan yang masuk setelah setiap setengah jam (apa saja? interval waktu dapat digunakan). Pengambilan sampel acak sistematis juga memiliki keunggulan dibandingkan acak sederhana dalam situasi tersebut di mana populasi sasaran *homogen* tetapi sudah dikelompokkan dalam dirinya sendiri. Itu alasan preferensi ini adalah kemampuan sampling sistematis untuk memastikan perluasan sampel ke seluruh populasi. Misalnya, misalkan populasi target adalah dari siswa belajar di sekolah A. sudah ada kelompok

yang berbentuk kelas dan bagian. Dalam hal ini, daftar siswa yang belajar di setiap kelas dan bagian adalah disusun satu demi satu dan disusun menjadi satu daftar. Dan kemudian setiap elemen ke-n akan dipilih. Metode memastikan keberadaan elemen dari setiap grup (kelas dan bagian). Pertimbangkan kita menggunakan sampling acak sederhana di sini, ada kemungkinan *kesalahan sistematis*; karena elemen dari beberapa kelompok mungkin kurang atau lebih terwakili. • Jika populasi target Anda *heterogen** dan penyebarannya tidak terlalu luas secara geografis, stratified random sampling digunakan. Jika populasi target Anda *homogen** tetapi tersebar di wilayah geografis yang luas, sampel kluster digunakan. Kadang-kadang terjadi bahwa cluster sangat besar dan penyertaan semua elemen adalah tidak memungkinkan; dalam hal ini *peserta* dipilih secara acak dalam cluster (menggunakan pengambilan sampel acak sederhana atau acak sistematis). Teknik pengambilan sampel ini disebut sebagai pengambilan sampel dua tahap. Jika populasi target Anda tersebar di wilayah geografis yang luas dan juga *heterogen**, pengambilan sampel bertingkat adalah yang paling efektif.

Pengambilan Sampel Non-Probabilitas Mana yang Tepat untuk Penelitian Anda?

Ketika Anda memutuskan untuk menggunakan teknik pengambilan sampel non-probabilitas berdasarkan tujuan Anda penelitian dan ketersediaan sumber daya Anda (yaitu waktu, uang, dan upaya), sekarang Anda perlu memilih jenis yang sesuai. Di bawah ini adalah beberapa garis panduan:

Jika Anda memiliki kekurangan waktu dan/atau upaya tidak dapat digunakan untuk mencari peserta, pengambilan sampel sukarela adalah yang paling layak. Jika populasi target Anda adalah kategori yang sangat umum: ditemukan di mana-mana dan tidak tepat ditentukan, pengambilan sampel yang nyaman digunakan. Jika populasi target Anda heterogen dan penting untuk mengambil perwakilan dari setiap sub kelompok, pengambilan sampel kuota adalah

metode yang digunakan. Jika populasi target Anda adalah tipe orang yang tidak mudah didapat, kurangi jumlahnya dan jarang ditemukan, digunakan teknik snowball sampling.

Catatan:

Homogenitas dan heterogenitas populasi tergantung pada tujuan dan sifat Anda riset. Populasi yang sama mungkin *homogen* untuk satu proyek penelitian dan *heterogen* untuk yang lain. Misalnya, jika tujuan penelitian adalah untuk menyelidiki IQ rata-rata karyawan Perusahaan XYZ; populasinya *homogen* karena tidak penting untuk penelitian tujuan apa pun kelompok sosial ekonomi, agama, atau gender pekerja tersebut. Sekarang mempertimbangkan penelitian lain yang tujuannya adalah untuk mengetahui apakah lingkungan Perusahaan memuaskan bagi karyawannya. Dalam hal ini, pria dan wanita cenderung memiliki pendapat yang berbeda (sebagai pengetahuan kami sebelumnya memberi tahu kami bahwa wanita menghadapi masalah pelecehan, diskriminasi gender, dll. di tempat kerja). Sekarang populasi perlu dibagi menjadi dua kelompok: pekerja laki-laki XYZ Perusahaan dan pekerja wanita Perusahaan XYZ. Jadi populasi yang sama menjadi *heterogen*.

MENENTUKAN UKURAN SAMPEL UNTUK PENELITIAN

Syarat:

- (1) Ukuran Populasi(N) diketahui
- (2) Pilih taraf signifikansi α yang diinginkan

Ada tiga metode praktis,yaitu:

- (1) Tabel Kretjie
- (2) Nomogram Harry King (lihat Sugiyono, 2007)
- (3) Rumus Slovin

Tabel Krecjie untuk Menentukan Ukuran Sampel Minimum pada Taraf Signifikansi $\alpha = 0,01$ (1 %); $0,05$ (5 %); dan $0,10$ (10 %)

| N | Taraf Signifikansi | | | N | Taraf Signifikansi | | | N | Taraf Signifikansi | | |
|-----|--------------------|----|-----|-----|--------------------|-----|-----|---------|--------------------|-----|-----|
| | 1% | 5% | 10% | | 1% | 5% | 10% | | 1% | 5% | 10% |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 320 | 216 | 167 | 147 | 3,000 | 543 | 312 | 248 |
| 15 | 15 | 14 | 14 | 340 | 225 | 172 | 151 | 3,500 | 558 | 317 | 251 |
| 20 | 19 | 19 | 19 | 360 | 234 | 177 | 155 | 4,000 | 569 | 320 | 254 |
| 25 | 24 | 23 | 23 | 380 | 242 | 182 | 158 | 4,500 | 578 | 323 | 225 |
| 30 | 19 | 28 | 27 | 400 | 250 | 186 | 162 | 5,000 | 586 | 326 | 257 |
| 35 | 33 | 32 | 31 | 420 | 257 | 191 | 165 | 6,000 | 598 | 329 | 259 |
| 40 | 38 | 36 | 35 | 440 | 265 | 195 | 168 | 7,000 | 606 | 332 | 261 |
| 45 | 42 | 40 | 39 | 460 | 272 | 198 | 171 | 8,000 | 613 | 334 | 263 |
| 50 | 47 | 44 | 42 | 480 | 279 | 202 | 173 | 9,000 | 618 | 335 | 263 |
| 55 | 51 | 48 | 46 | 500 | 285 | 205 | 176 | 10,000 | 622 | 336 | 263 |
| 60 | 55 | 51 | 49 | 550 | 301 | 213 | 182 | 15,000 | 635 | 340 | 266 |
| 65 | 59 | 55 | 53 | 600 | 315 | 221 | 187 | 20,000 | 642 | 342 | 267 |
| 70 | 63 | 58 | 56 | 650 | 329 | 227 | 191 | 30,000 | 649 | 344 | 268 |
| 75 | 67 | 62 | 59 | 700 | 341 | 233 | 195 | 40,000 | 653 | 345 | 269 |
| 80 | 71 | 65 | 62 | 750 | 352 | 238 | 199 | 50,000 | 655 | 346 | 269 |
| 85 | 75 | 68 | 65 | 800 | 363 | 243 | 202 | 75,000 | 658 | 346 | 270 |
| 90 | 79 | 72 | 68 | 850 | 373 | 247 | 205 | 100,000 | 659 | 347 | 270 |
| 95 | 83 | 75 | 71 | 900 | 382 | 251 | 208 | 150,000 | 661 | 347 | 270 |
| 100 | 87 | 78 | 73 | 950 | 391 | 255 | 211 | 200,000 | 661 | 347 | 270 |

RUMUS SLOVIN

Rumus Slovin untuk menentukan ukuran sampel minimal (n) jika diketahui ukuran populasi (N) pada taraf signifikansi.

$$n = \frac{N}{1 + N\alpha^2}$$

Contoh:

Berapa ukuran sampel minimum yang harus diambil dari populasi yang berukuran

A. 1000 dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$

B. 45.250 dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,01$

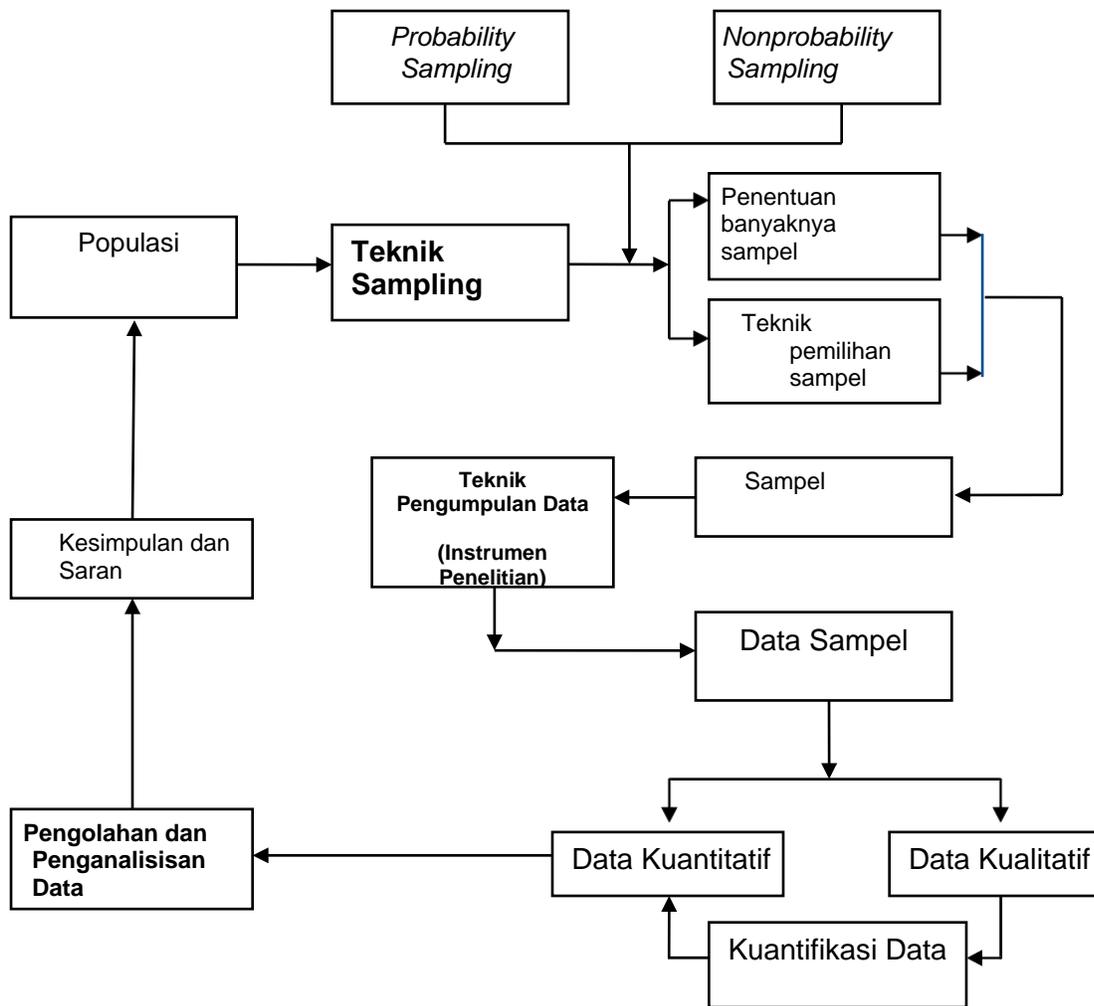
Jawab :

$$A. n = \frac{N}{1 + N\alpha^2} = \frac{1000}{1 + 1000(0,05)^2} = 285,7143 \approx 286$$

(dibulatkan ke atas)

$$B. n = \frac{N}{1 + N\alpha^2} = \frac{45.250}{1 + 45.250(0,01)^2} = 8.190,045 \approx 8.191$$

(dibulatkan ke atas)



| | | Ukuran Sampel | |
|------------|------------|-----------------------------|------------|
| Pendidikan | Prosentase | Slovin | Pembulatan |
| SLTA | 25 | $25 \% \times 286 = 71.50$ | 72 |
| Diploma | 15 | $15 \% \times 286 = 42.90$ | 43 |
| S1 | 40 | $40 \% \times 286 = 114.40$ | 114 |
| S2 dan S3 | 20 | $20 \% \times 286 = 57.20$ | 57 |
| Jumlah | 100 | Jumlah | 286 |

Jika dari populasi berukuran $N = 1000$ diketahui bahwa 25 % berpendidikan SLTA, 15 % berpendidikan Diploma, 40 % berpendidikan S1, dan 20 % berpendidikan S2 dan S3 akan diambil sampel menggunakan rumus Slovin pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ maka secara proporsional, ukuran sampel untuk masing-masing tingkat pendidikan adalah sebagai berikut

PENENTUAN UKURAN SAMPEL LAINNYA

Untuk uji Proporsi

$$n \geq \frac{pq}{\sigma_p^2},$$

dengan

n = ukuran sampel yang diperlukan

p = prosentase hipotesis yang dinyatakan dalam peluang, biasanya 0,50 q = 1 - p

$$\sigma_p^2 = \frac{P_0 - P}{Z_{1-\frac{1}{2}\alpha}}$$

perbedaan antara yang ditaksir pada H_1 dengan H_0 dibagi dengan α nilai z pada taraf signifikansi tertentu.

Rumus penentuan sampel untuk uji perbedaan rata-rata

$$\geq n \left(\frac{\sigma \cdot Z}{b} \right)^2$$

dengan n = ukuran sampel yang diperlukan σ = simpangan baku populasi z = nilai z pada tabel distribusi normal pada taraf signifikansi α tertentu b = perbedaan antara yang ditaksir dengan tolok ukur penafsiran.

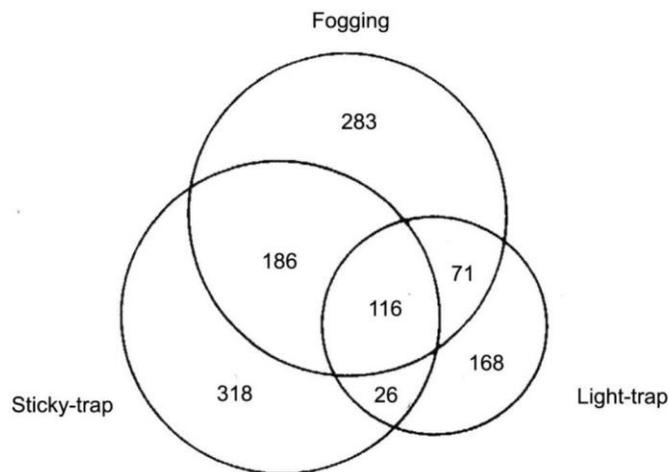
TEKNIK PENGGUNAAN SAMPLING DALAM PENELITIAN

TEKNIK SAMPLING SERANGGA PERTANIAN

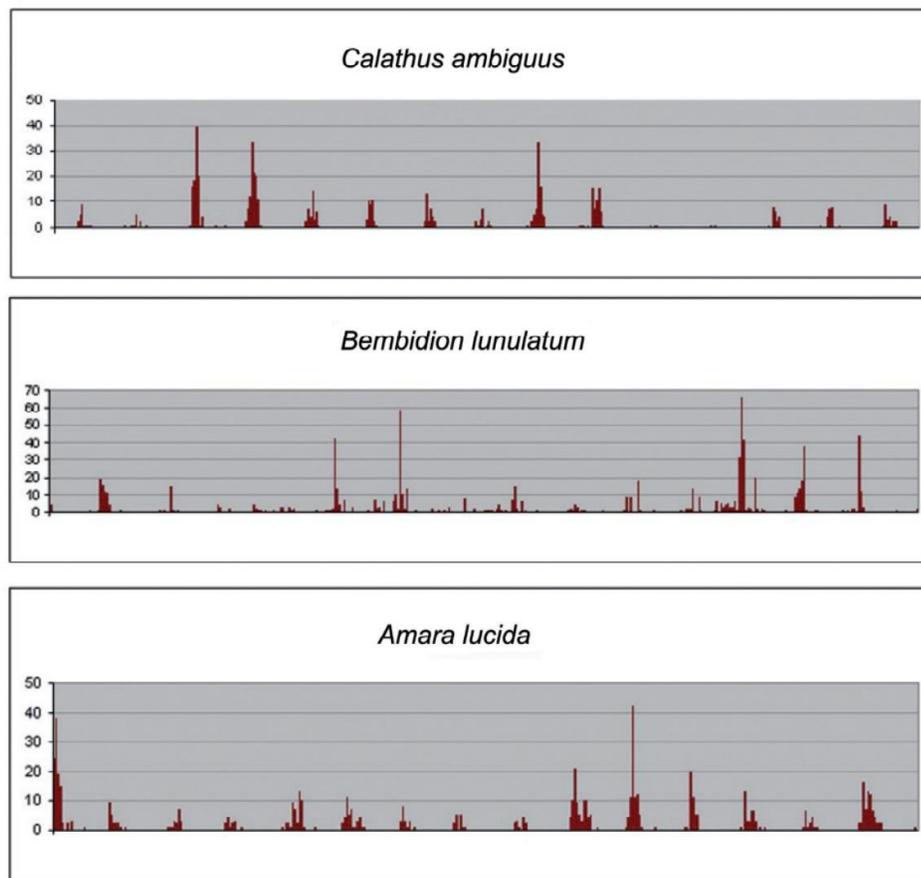
Sampling serangga: teknik umum, strategi dan catatan

Pendahuluan

Hampir tidak mungkin untuk mengumpulkan semua spesies dari satu kelompok taksonomi tertentu hanya dengan satu teknik sampling. Dan dianggap sangat tidak mungkin untuk mengumpulkan semuanya meski dengan beberapa metode. Hal ini tidak hanya disebabkan oleh sejarah kehidupan spesifik dari spesies yang berbeda, dan jumlah mereka di lapangan, tetapi juga fitur dari metode pencatatan yang digunakan. Sebaiknya, setidaknya dua atau tiga teknik pengumpulan, dan pengamatan visual di lapangan wajib dilakukan untuk mendapatkan gambaran yang representatif tentang kekayaan spesies saat ini. Dalam pengambilan sampel kanopi untuk kumbang kumbang (Coleoptera: Curculionidae), tiga metode yang diterapkan (fogging, sticky traps, light traps) masing-masing menghasilkan jumlah spesies yang sangat besar, tetapi terbukti saling melengkapi dalam hal spesies yang dikumpulkan (Missa, 2000)(Gbr. 1).



Gambar 1. Kekayaan spesies bonggol (Coleoptera: Curculionidae) seperti yang ditetapkan oleh tiga teknik pengumpulan di hutan hujan dataran rendah di Papua Nugini (Missa, data tidak dipublikasikan).



Gambar 2. Siklus variasi tahunan kepadatan populasi dari tiga spesies kumbang tanah (Coleoptera: Carabidae) yang dihasilkan dari perangkap selama 15 tahun: periodisitas puncak populasi bervariasi antara 5 tahun di *Calathus ambiguus*, dan 10 tahun di *Amara lucida*. Pada tahun-tahun kepadatan rendah, populasi sulit ditentukan (Desender, data tidak dipublikasikan).

Pengambilan sampel serangga membutuhkan pengetahuan tentang biologi mereka, habitat yang disukai, dan pola aktivitas. Seperti kebanyakan invertebrata, banyak serangga menunjukkan kepadatan populasi yang berosilasi dengan siklus dari 3 hingga 10 tahun (Hunter & Price, 1998) (Gbr. 2). Pada tahun-tahun dengan kepadatan rendah, populasi spesies sulit diukur dan mungkin memberi kesan bahwa habitat mewakili kondisi yang kurang optimal. Di iklim sedang dan tropis, serangga menunjukkan pola aktivitas tahunan tertentu, sering disebut sebagai fenologi (Tauber &

Tauber, 1981). Di daerah beriklim sedang, pola ini dipicu oleh penyinaran yang dikombinasikan dengan suhu dan kelembapan (van Asch & Visser, 2007), yang menjadikan spesies paling aktif selama musim semi, musim panas, musim gugur, dan bahkan musim dingin. Beberapa spesies bahkan memiliki beberapa generasi per tahun yang terpisah waktu. Terlepas dari kondisi monsun itu masih belum jelas apa sebenarnya yang memicu fenologi di daerah tropis, terutama di sekitar ekuator, di mana penyinaran dan suhu tidak sama sepanjang tahun. Di hutan tropis berbuahnya pohon mungkin menjadi salah satu pemicunya.

Sangat penting untuk memilih metode dan perangkat pengumpulan yang sesuai dengan aspek pelestarian. Banyak taksa harus dipasang kering dengan menyematkan atau menempelkan kartu kertas sebagai metode pengawetan standar. Perangkat pengumpul yang menggunakan bahan fiksasi cairan mencegah hasil yang memuaskan dalam banyak kasus (seperti untuk semua spesimen Lepidoptera, pilose dan yang dilapisi), dan membutuhkan pengawetan spesimen cair akhir, juga tergantung pada agen fiksasi, periode pengumpulan, suhu, dll. Dalam kasus ini perangkat pengumpul pasif dapat digunakan tanpa cairan fiksasi, tetapi harus diservis dalam interval pendek. Jadi cairan fiksasi dan preservasi harus dipilih sesuai dengan tujuan akhir dari spesimen yang dikumpulkan (*misalnya* ekstraksi DNA membutuhkan etanol 100%). Lihat bab 18 oleh Krogmann & Holstein. Perangkat telah dirancang untuk setiap strata, dari tingkat permukaan tanah (untuk mengumpulkan selebaran yang tinggal di tanah dan yang lemah), di atas strata dekat tanah (sebagian besar serangga terbang di tumbuhan dan tingkat kanopi yang lebih rendah) hingga kanopi atas. Kanopi dapat menyimpan keanekaragaman hayati yang belum pernah ada sebelumnya seperti yang ditunjukkan oleh Erwin (1982) yang mengamati bahwa sekitar 2/3 dari arthropoda hutan tropis kering terjadi di kanopi. Bab ini hanya membahas lapisan dekat tanah.

Perbedaan yang jelas harus dibuat antara teknik pengambilan sampel terputus-putus atau sesekali, dan terus menerus, dan keduanya memiliki kelebihan dan kekurangan. Jika memungkinkan secara praktis, pengambilan sampel terus-menerus dengan bubu direkomendasikan karena waktu pelayanan yang relatif singkat (terutama dibandingkan dengan waktu yang diperlukan untuk mengumpulkan kekayaan spesies yang sama secara aktif), dan kenyataan bahwa bubu tetap beroperasi terlepas dari kondisi cuaca.

Perangkat perangkap juga dapat dipisahkan menjadi perangkap atraksi dan intersepsi. Perangkap atraksi menggunakan fenomena daya tarik spesies oleh perangkap, yang dihasilkan oleh agen seperti cahaya, warna, bau, dan lain-lain. Jebakan intersepsi, sebaliknya, membentuk penghalang di jalur organisme dan mengarahkan mereka ke alat pengumpul. Sejumlah jebakan menggabungkan kedua metodologi pengambilan sampel.

Cara ketiga untuk membagi kegiatan pengambilan sampel didasarkan pada keterlibatan kolektor itu sendiri selama kegiatan pengumpulan dan dalam kerangka ini, pengumpulan aktif dan pasif dibedakan. Pendekatan sebelumnya menyiratkan keterlibatan langsung dan aktif dari kolektor yang secara efektif bergerak (berkeliling) dalam mencari taksa fokus. Sampling aktif meliputi pengamatan visual, jaring sapuan dan penggunaan pooter dan penerima terkait. Pengumpulan pasif, di sisi lain, didasarkan pada pergerakan taksa fokus menuju perangkat perangkap. Metodologi ini mencakup semua jenis perangkap kontinu seperti Malaise traps, pan and pitfall traps, fixed suction traps, sticky traps, light traps dan emergensi perangkap. Semua teknik pengumpulan ini disajikan di bawah ini, kecuali Malaise, perangkap ringan dan jebakan, yang masing-masing dibahas.

Teknik pengumpulan/ pencatatan yang relevan untuk ATBI serangga

Tabel 1. Teknik pengumpulan/pencatatan yang paling sering diterapkan dan taksa serangga

yang mereka kumpulkan dalam jumlah terbesar. Dari tabel ini, strategi pengambilan sampel yang direkomendasikan dapat disimpulkan untuk masing-masing kelompok taksonomi yang disertakan. Di bawah ini, berbagai teknik dijelaskan, dan rekomendasi serta batasan diberikan.

| Teknik Pengumpulan | Fasif | Aktif |
|-----------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Colembola | Pertable suction device | Fittfalltrap Light trap, Malaise trap Malaise trap Malaise trap Malaise trap Light trap |
| Thysanura | | |
| Ephemeroptera | Sweepnet | |
| Plecoptera | Sweepnet | |
| Blatodea | Fogging, perangkap warna | |
| Isoptera | | |
| Ortoptera | Sweepnet, | |
| Tettigonoidea | Visual observation | |
| Acridoidea | Visual obsesrvation | |
| Embioptera | | |
| Psocoptera | | |
| Hemiptera | | |
| Cicadomorpha | | |
| Thysanoptera | Swepnet | |
| Neuroptera | | Malaise trap |
| Coleoptera | | |
| Xylobionts contohnya Xerambicidae, Scolytidae | Fogging | Emergence trap, light trap. |
| -ground-dwelling beetles (e.g. Carabidae) | | Pitfall trap |
| -phytophagous beetles (Chrysomelidae) | Sweepnet | |
| Serangga permukaan tanah | | Pitfalltrap (Gazali, 2005) |

| | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Serangga permukaan tajuk | Sweepnet (Nurdin et al., 2018) | |
| Serangga yang aktif pada malam hari | | Light trap (Gazali et al, 2017). |
| Diptera | | Yellow Trap (Gazali, 2016) |



Gambar 3. Penempatan Pitfall Trap perangkat serangga permukaan tanah (Koleksi Pribadi)



Gambar 4. penempatan perangkat kuning pada pertanaman Sawi (Gazali et al., 2017).



Gambar 5. Penempatan perangkat alat buah pada pertanaman cabai (Koleksi Pribadi).

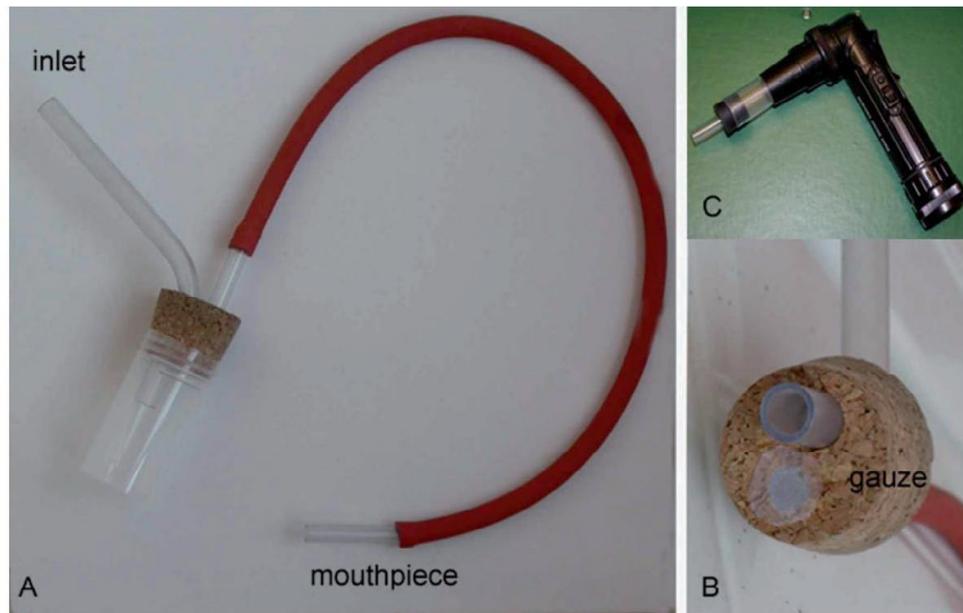
Pengumpulan aktif

Pooter

Pooter terdiri dari toples pengumpul yang ditutup dengan sumbat gabus atau polimer dengan dua tabung fleksibel dimasukkan ke dalamnya, tabung corong untuk menyedot dan tabung pengumpul untuk kasa halus (Gbr. 3) untuk menghindari serangga masuk ke mulut pengumpul. Serangga kecil dikumpulkan dengan menempatkan tabung pengumpul di atas serangga dan menyedotnya secara tiba-tiba ke dalam tabung pengumpul. Di sela-sela tindakan pengumpulan, ujung luar tabung pengumpul harus ditutup atau diblokir dengan penghenti untuk menghindari serangga melarikan diri. Terakhir, serangga dapat dipindahkan

ke toples pembunuh atau pengawet dengan melepas penutup secara perlahan. Metode ini banyak digunakan untuk mengumpulkan serangga dari semua jenis permukaan (batu, pagar, batang

pohon, dll.), dari celah-celah dan bahkan dari sampel jaring sapu. Metode ini sangat menarik untuk mengumpulkan serangga yang cenderung menempel pada substrat ini, sehingga tidak mudah dikumpulkan dengan jaring penyapu.



Gambar 6. A. Mulut-pooter; B. Kain kasa di ujung dalam tabung corong mencegah serangga terhirup; C. Electric pooter (Foto A & B oleh Patrick Grootaert; C di <http://svalbardinsects.net/index.php?id=64>).

Rekomendasi:

Gunakan tabung corong khusus untuk menghindari kebingungan dengan tabung pengumpul; Guci pengumpul kaca cenderung pecah, jadi botol plastik transparan lebih aman. Namun, ketahuilah bahwa beberapa jenis polimer dapat menimbulkan korosi saat bersentuhan dengan zat pembunuh; Pindahkan serangga yang terkumpul secara teratur ke dalam toples pembunuh agar toples pooter tidak menjadi terlalu ramai. Dengan meletakkan secarik kertas tisu ke dalam pooter jar, jarak waktu antara tindakan pengumpulan dapat ditingkatkan dan serangga yang dikumpulkan tidak terlalurusak selama perjalanan;

Untuk membunuh serangga yang terkumpul, selembar tisu kertas dengan beberapa zat pembunuh yang mudah menguap dapat disimpan ke dalam toples pooter sebelum dipindahkan ke toples pembunuh yang lebih besar. Berhati-hatilah agar agen pembunuh benar-benar menguap sebelum pooter digunakan kembali.

Batasan:

Saat aspirasi, sejumlah besar kuman (jamur, bakteri, virus, tungau dan telurnya, springtail, dll.) Dapat terhirup yang dapat menyebabkan kerusakan pada sistem pernapasan. Juga sangat disarankan saat mengumpulkan serangga dari permukaan kotoran untuk menggunakan karet di bawah tabung corong sebagai gantinya atau pooter listrik; Semut dan kumbang tertentu mengeluarkan produk berbahaya saat diganggu, dan dalam kasus ini disarankan menggunakan pooter listrik.

Dalam kasus lalat yang tinggal di batang pohon, metode alternatif dan lebih aman terdiri dari vial transparan (penerima dengan diameter 3 cm dan kedalaman 7 cm sangat praktis) yang dibilas dengan larutan alkohol. Ini meninggalkan lapisan basah tipis di bagian dalam vial di mana lalat dan serangga terbang lainnya terjerat saat terbang ketika vial dengan cepat diletakkan di atasnya. Dengan cara ini, sejumlah besar spesimen dapat dikumpulkan selama satu tindakan pengumpulan sebelum dipindahkan ke larutan alkohol. Metode ini lebih unggul dari yang lain untuk mengumpulkan *Medetera* spp. (Diptera: Dolichopodidae) dan lalat berkaki panjang lainnya yang hidup di batang pohon. Metode ini sangat cocok untuk spesimen yang pada akhirnya diawetkan basah, tetapi hanya sampai batas tertentu untuk mengumpulkan serangga yang diawetkan kering.

Perangkat hisap portabel

D-VAC adalah aspirator portabel yang diaktifkan oleh mesin bensin dan dibawa di punggung seseorang. Keuntungan pengambilan sampel vakum D-VAC dibandingkan dengan teknik pengambilan sampel lainnya adalah ekstraksi yang lebih lengkap dari spesies invertebrata kecil, dan bentuk yang belum matang dari spesies yang lebih besar dari lingkungan. Karena tekanan yang ditimbulkan oleh jaring konvensional saat menyapu, serangga bermassa tubuh rendah tidak akan memasukinya karena mereka terperangkap dalam luapan tekanan udara yang terbentuk saat jaring dikirim melalui udara. Dengan menerapkan pengisapan ke kantong pengumpul, kelembaman udara di pintu masuk jaring ini diatasi dan bentuk-bentuk kecil dikumpulkan dengan lebih mudah. Menggunakan gerakan yang sama seperti yang dilakukan saat mengayunkan jaring serangga, D-VAC juga cocok untuk mengambil sampel serangga sebagaimana yang lebih berat seperti ulat bulu, kumbang, dll. Untuk serangga yang rapuh seperti banyak lalat, jaring sapu lebih disukai daripada perangkat hisap, meskipun yang terakhir metode mungkin berhasil diterapkan untuk menangkap spesies samar yang terjadi di vegetasi lebat, di dalam tussocks dan misalnya *lubang* -lubang busuk pohon.

Jaring penyapu (Jaring Serangga)

Jaring sapu datang dalam berbagai bentuk dan ukuran, masing-masing dirancang untuk serangga tertentu (Stubbs & Chandler, 1978). Baik bentuk jaring maupun teknik penyapuan mempengaruhi hasil dikomentari oleh spesialis Chalcidoidea (Hymenoptera) (Anonim, kelompok 2004). Saat menggunakan jaring sapu, pengumpul tidak harus menargetkan spesimen tertentu, tetapi terkadang melakukan pengambilan sampel secara acak dari fauna yang ada di vegetasi atau di permukaan tanah. Keanekaragaman jenis di sampel jaring sapu sering menyerupai hasil perangkat Malaise (Guevara & Aviles, 2009).

Jaring penyapu sejauh ini merupakan perangkat yang paling banyak digunakan untuk mengumpulkan serangga, dan telah menjadi yang paling penting selama berabad-abad terakhir. Keberhasilannya dapat dijelaskan dengan penggunaan praktisnya dan fakta bahwa ia dapat digunakan di hampir setiap habitat yang memungkinkan, kecuali untuk lokasi yang bervegetasi rapat atau tidak dapat diakses (rawa buluh, bakau, dll.) dan vegetasi berduri. Selain itu, sangat ideal untuk inventaris skala besar jangka pendek karena pengumpulan sampel terpisah tidak memakan waktu lama dan beberapa lokasi dapat dikunjungi pada hari yang sama. Selain itu, pengumpul tidak perlu kembali ke lokasi yang sama lebih dari satu kali untuk mengumpulkan hasil panen.

Saat menggunakan jaring berukuran besar, serangga terpilih dapat dikumpulkan dengan pooter. Hal ini hanya berlaku untuk spesimen kecil dan tidak layak untuk *misalnya* Lepidoptera dan artropoda berukuran sedang hingga besar. Jika seluruh isi akan diawetkan, hasil panen dikumpulkan di ujung jaring dengan cara menyapu jaring beberapa kali dan menutupnya secara manual. Jika spesimen harus disimpan dalam keadaan kering, ujungnya dapat dimasukkan ke dalam toples dengan zat penghancur seperti etil asetat untuk mematikan spesimen. Selanjutnya, sampel dapat diekspos pada lembaran putih untuk segera disortir. Pengumpul harus memastikan bahwa spesimen sudah mati (ulat dan kumbang mungkin lebih sulit dibunuh dengan cara ini). Jika spesimen disimpan dalam keadaan basah, maka ujung jaring dengan hasil dapat dengan mudah dikosongkan dalam wadah penampung dengan larutan alkohol.

Memukul vegetasi dengan jaring sapuan yang kuat atau dengan tongkat dan kemudian mengumpulkan serangga yang jatuh di atas selebar atau di payung adalah cara alternatif untuk mengumpulkan arthropoda seperti laba-laba, kumbang, serangga, dan ulat.

Namun sangat tidak disarankan untuk menganiaya vegetasi di cagar alam, terutama di hadapan penjaga taman.

Rekomendasi:

Gunakan jaring dengan ukuran mata jaring yang tepat; dipterists membutuhkan ukuran jaring yang lebih halus daripada pengumpul kupu- *kupu* atau capung. Jaring penyapu untuk menyapu tumbuh-tumbuhan berduri harus terbuat dari kain yang lebih kuat (*misalnya* linen), setidaknya di sekitar klem untuk menghindari pecah; Pindahkan sampel ke toples pengumpul setelah sejumlah sapuan terbatas, tergantung pada ukuran sampel (ini membutuhkan pengalaman).

Sampel yang dikumpulkan selama sesi penyisiran yang panjang cenderung mengandung rasio spesimen rusak yang tinggi; Sapu dengan lembut (di atas) tumbuh-tumbuhan; serangga akan terbang, berakhir di jaring dan tidak akan rusak, begitu pula dengan tumbuh-tumbuhan. Jika penyapuan terlalu keras, daun dan cabang akan masuk ke dalam jaring, merusak spesimen; Gunakan tongkat eversibel yang membuat radius pengumpulan jauh lebih besar; Berhati-hatilah saat memanipulasi sampel (di ujung jaring) dan hati-hati terhadap serangga yang menyengat, terutama jika Anda alergi; Bergabunglah dengan ahli entomologi berpengalaman dalam salah satu perjalanannya; Anda akan belajar lebih banyak dan lebih cepat daripada mempelajari manual. Setiap ahli entomologi memiliki tekniknya sendiri yang memengaruhi hasil.

Batasan:

Sapu jaring vegetasi tidak dapat dilakukan ketika vegetasi lembab atau sangat berduri. Serangga yang rapuh akan rusak parah sehingga tidak dapat digunakan untuk identifikasi. Karena aktivitas serangga hanya dimulai ketika suhu cukup tinggi, pengumpulan dengan jaring menjadi efisien hanya ketika tempat pengumpulan terkena sinar matahari. Dalam praktiknya, pengumpulan dimulai paling baik tidak sebelum pukul 08.00, terutama di habitat

berhutan lebat, dan berlangsung hingga sore hari (saat cuaca kering). Lokasi bervegetasi buruk seperti pantai, terutama di daerah tropis, sebaiknya dihindari pada siang hari saat serangga melarikan diri dari suhu yang melonjak dan bersembunyi di tanah atau di permukaan tanah di dalam vegetasi yang lebat.

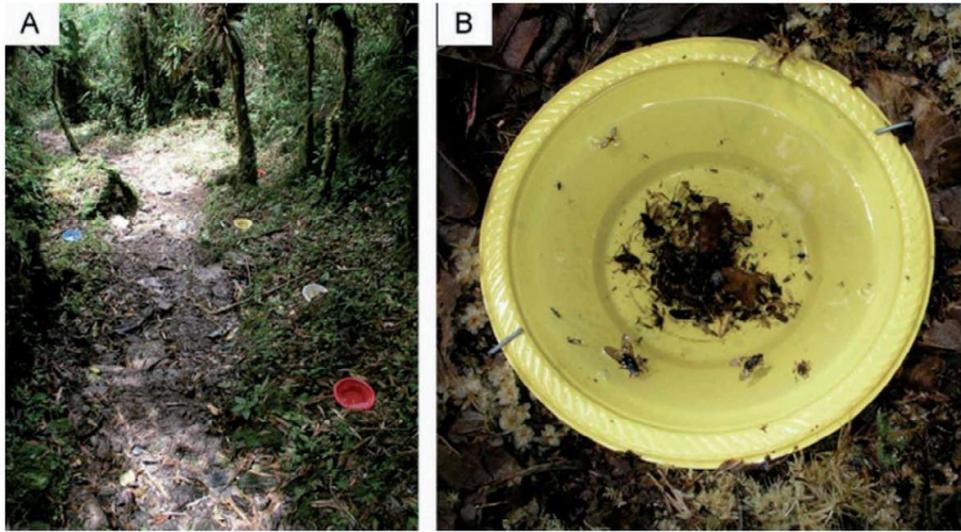
Pengamatan visual

Pengamatan visual adalah teknik yang tidak boleh dianggap remeh. Selain itu, sebagian besar ahli entomologi saat ini memiliki perasaan bawaan bahwa mereka menghabiskan terlalu sedikit waktu di lapangan untuk mempelajari keberadaan hewan yang mereka minati. Alih-alih, pengambilan sampel sebagian besar dilakukan seefisien mungkin, menggunakan semua jenis perangkat perangkap yang dapat menghasilkan spesies dan spesimen dalam jumlah yang sangat besar tetapi jarang mengungkap aspek sejarah kehidupan mereka (lihat lebih lanjut). Mengamati serangga di habitat aslinya menghasilkan informasi tentang perilaku, keributan, dan habitat (mikro) yang disukai. Misalnya banyak spesies lalat berkaki panjang (Diptera: Dolichopodidae) di daerah tropis menunjukkan afinitas habitat yang sangat spesifik dan kadang-kadang sepenuhnya terbatas misalnya mata air, air terjun, jeram dan bahkan zona percikan batu di tengah sungai. Spesimen berukuran baik dapat dikumpulkan masing-masing dengan tangan atau dengan toples atau vial. Dengan cara ini, arthropoda yang tidak terbang biasanya dikumpulkan dari substrat dan dari bawah bebatuan, batu atau kulit kayu. Selama pengamatan visual, spesimen dapat difoto dan gambar serta informasi terkait dapat disimpan menggunakan PDA (peralatan digital pribadi), yang baru-baru ini dikembangkan. Pencatatan hanya dengan observasi visual hanya cocok untuk kelompok taksonomi yang mudah dikenali di lapangan. Dalam semua kasus lainnya, sangat disarankan untuk mengumpulkan spesimen voucher untuk konfirmasi identitas mereka di laboratorium.

Pengumpulan pasif

Perangkap panci berwarna

Selain jaring penyapu dan perangkap Malaise (lihat bab 17), teknik yang paling sering digunakan untuk mengumpulkan serangga terbang tidak diragukan lagi adalah perangkap pan. Perangkap ini awalnya digunakan dalam pengambilan sampel spesies hama, tetapi baru-baru ini digunakan menjadi bagian dari instrumen penilaian keanekaragaman hayati standar terutama diterapkan oleh ahli entomologi Amerika Utara, tetapi hanya beberapa peneliti Eropa (Baillot & Tréhen, 1974; Pollet & Grootaert, 1987, 1991, 1996). Berbeda dengan Malaise traps dan sweep nets yang diproduksi khusus untuk tujuan pengumpulan, perangkat apa pun yang menampung sejumlah cairan (pengawet) dan menampilkan warna yang menarik bagi takson fokus cocok sebagai perangkap pan. Bahannya bisa berkisar dari kantong sampah, lembaran vinil, baki makanan plastik hingga wajan pemanggang aluminium, tetapi yang paling praktis adalah mangkuk plastik bundar yang tahan cuaca (warnanya tidak boleh berubah seiring waktu). Jenis spesifik yang akan digunakan sangat bergantung pada atribut lokasi pengambilan sampel (*misalnya* aksesibilitas, jarak ke tempat tinggal kolektor). Situs terdekat dapat dicicipi dengan perangkap panci besar dan berat (lihat Pollet & Grootaert, 1987, 1991), tetapi yang paling direkomendasikan dalam semua situasi adalah jenis yang ringan dan mudah ditumpuk seperti mangkuk perlengkapan pesta plastik 12 ons (lihat <http://www.partypro.com>). Mangkuk yang tersedia dalam 41 warna berbeda ini memiliki tepi datar 2,3 cm, diameter dalam 15,4 cm, dan kedalaman 3,7 cm. Mereka baru-baru ini berhasil dipekerjakan selama ekspedisi di Ekuador (Pollet, data tidak dipublikasikan) (Gbr. 7A, B). Sayangnya, perangkat tersebut sepertinya tidak bisa ditemukan dengan mudah di Eropa.



Gambar 7. A. Jebakan panci berwarna berbeda di sepanjang jalan setapak di hutan di Ekuador; B. detail serangga yang terperangkap dalam perangkap panci. (Foto oleh Marc Pollet).

Salah satu keuntungan paling signifikan dari penggunaan perangkap panci adalah keserbagunaannya: tidak hanya ukuran dan bentuknya dapat bervariasi tanpa batas tetapi juga warna perangkap dan pemasangannya dapat sangat disesuaikan untuk mengoptimalkan proses pengambilan sampel (lihat Pollet & Grootaert , 1994). Perangkap dengan warna kuning cerah (sering disebut sebagai perangkap Moericke) sejauh ini paling banyak digunakan dan menarik spektrum luas serangga terbang rendah, khususnya Hymenoptera dan lalat predator.

Perangkap panci putih berulang kali terbukti menjadi alat yang sangat baik untuk mengumpulkan keluarga lalat tertentu *misalnya* Syrphidae dan Dolichopodidae: satu jenis perangkap dengan diameter dan kedalaman kira-kira. 9 cm menghasilkan rata-rata 116 dan 248 spesimen dolichopodid selama satu musim di lokasi reedmarsh (Pollet, 1992) dan lahan

rawa. (Pollet, 2001). Kampanye pengambilan sampel ini mengumpulkan total 73 dan 68 spesies menggunakan masing-masing 77 dan 54 perangkap. Selain itu, sebuah studi komparatif oleh Pollet & Grootaert (1994) yang melibatkan pan trap putih, kuning, dan hijau kebiruan mengungkapkan bahwa jebakan putih dan kuning mengumpulkan jumlah spesies yang sebanding; jumlah spesimen yang lebih tinggi yang dihasilkan oleh perangkap kuning dijelaskan oleh hanya satu spesies yang sangat melimpah. Sebagian besar spesies dolichopodid tampaknya paling tertarik dengan warna kuning dan putih dan kurang tertarik dengan warna lain seperti biru dan merah. Namun, hal ini tidak berlaku untuk spesies dolichopodid arboreal (*mis. Medetera* spp., *Neurigona* spp., *Sciapus* spp.) yang dikumpulkan dalam jumlah tertinggi berwarna biru, dan spesies yang hidup di tanah (*mis. Campsicnemus* spp.) yang paling banyak jumlahnya dalam perangkap panci berwarna merah (dan biru) (Pollet & Grootaert, 1987).

Sebenarnya, sejauh ini *Australachalcus melanotrichus* Pollet & Stark, spesies yang berkembang biak secara eksklusif di lubang pohon yang busuk, hanya dikumpulkan oleh perangkap biru atau hijau kebiruan dalam kampanye perangkap panci warna-warni (Pollet, data tidak dipublikasikan). Famili dipteran lain dengan larva yang berkembang biak di jaringan tanaman seperti penggerek daun (Chloropidae) dan lalat buah (Tephritidae) paling tertarik dengan blue pan trap. Ketinggian pemasangan juga memiliki dampak besar pada hasil. Secara umum, pan trap yang dibenamkan ke dalam tanah paling produktif, baik dari segi spesies maupun spesimen (Pollet & Grootaert, 1987, 1991). Sekali lagi, beberapa spesies seperti *Chrysotus gramineus xerophilous* (Fallen, 1823) dan spesies arboreal dikumpulkan lebih banyak dalam perangkap pada ketinggian 60 cm (Pollet & Grootaert, 1987), atau perangkap yang sejajar dengan tinggi vegetasi (Pollet, 2001). Akibatnya, perangkap biru atau hijau kebiruan yang dipasang pada ketinggian tertentu paling baik digunakan jika penelitian berfokus pada komunitas spesies

arboreal. Jika penilaian jangka pendek dari keanekaragaman spesies secara keseluruhan adalah tujuan utama, perangkap panci kuning atau putih sebaiknya digunakan. Dan dalam kasus fauna dengan ekologi yang sebagian besar tidak diketahui, kombinasi perangkap berwarna kuning, putih, merah dan biru sangat disarankan (karena distribusi spesies dari perangkap berwarna berbeda menyimpan informasi tentang ekologi mereka).

Pan trap dapat digunakan di setiap habitat terestrial dan semi-akuatik tetapi paling sering dipasang di permukaan tanah. Perangkap yang dipasang di tanah hanya menghasilkan sebagian kecil dari fauna yang tinggal di tanah *seperti* kumbang dan laba-laba karabid, yang banyak terperangkap dalam perangkap panci yang digali ke dalam tanah dengan pinggirannya setinggi permukaan tanah. Bagaimanapun, mereka harus dipasang ke tanah dengan pin logam atau perangkat lain yang mencegah perpindahan. Pan traps dapat diletakkan dengan mudah di tanah di habitat dengan lapisan herba yang berkembang dengan baik, atau lokasi yang terkena banjir biasa namun ringan. Di habitat yang lebih kering, perangkap lebih baik ditanamkan ke dalam tanah dan sebaiknya lebih dalam untuk mencegahnya mengering.

Pan trap biasanya diisi $\frac{3}{4}$ dengan air. Detergen dalam jumlah yang cukup harus selalu ditambahkan sebagai surfaktan untuk memecah tegangan permukaan. Bergantung pada frekuensi servis, garam dapat ditambahkan sebagai pengawet. Jika perangkap dikosongkan setiap hari atau setiap dua hari, garam tidak diperlukan, tetapi menjadi sangat penting dengan interval servis yang lebih lama. Alternatif yang memungkinkan yang memungkinkan interval pengambilan sampel yang lebih lama adalah larutan formalin. Dengan larutan 5% sebagai pengawet, perangkap dapat beroperasi setidaknya selama 7 hari, dan selama dua minggu dengan larutan 10%. Curah hujan (curah hujan) harus diperhitungkan, terutama di daerah tropis, yang dapat menyebabkan pengenceran yang sangat cepat dan kuat. Perangkap yang lebih dalam (lebih dari 5 cm) dapat

mengurangi efek ini, tetapi tidak menjamin pelestarian yang baik spesimen yang terperangkap di musim hujan. Untuk menghindari hilangnya spesimen (mengambang) karena curah hujan yang tinggi, lubang-lubang kecil tepat di bawah tepi atas pan trap bekerja dengan baik sebagai drainase. Selanjutnya, terutama di hutan dan habitat berhutan pada umumnya, daun atau cabang yang berguguran mungkin menutupi sebagian besar perangkap hingga seluruhnya, menghalangi serangga untuk terperangkap. Hal ini dapat dicegah dengan membuat kerangka dari cabang tipis atau kawat logam yang menutupi perangkap. Karena ini agak memakan waktu, akan lebih praktis untuk memperbaiki perangkap pada interval pengambilan sampel paling lama 5 sampai 7 hari.

Proses servis dimulai dengan membuang benda-benda besar seperti daun, ranting, dan vertebrata yang mungkin menghalangi pengumpulan invertebrata yang terperangkap dan mempercepat dekomposisinya. Isi yang tersisa kemudian diambil dengan jaring akuarium jaring halus sambil mengumpulkan cairan pengawet (dalam perangkap tambahan) untuk digunakan kembali (setelah penambahan beberapa larutan segar jika perlu). Untuk memulihkan seluruh konten, jaring mungkin perlu diseret beberapa kali dengan hati-hati di dekat bagian bawah dalam satu arah. Isi dari satu perangkap dapat disimpan secara terpisah atau digabungkan dengan isi perangkap lainnya, tergantung pada tujuan spesifik dari kampanye pengambilan sampel. Jika cairan pengawet berwarna secara signifikan (kebanyakan daun), larutan segar harus digunakan. Isi dipindahkan ke stoples pengumpul atau (lebih baik) kantong plastik self-sealing (*yaitu* jenis kemasan berputar) dan diberi label dengan benar. Sebaiknya ditambahkan larutan etanol 90% sebagai pengawet.

Teknik pan trap memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan dengan Malaise trap (Pollet, 1988):

- I. mereka kurang mencolok di lapangan dan dengan demikian tidak mudah rusak atau tersingkir;
- II. hasil biasanya adil tetapi tidak sebesar perangkap Malaise yang memungkinkan pemrosesan pada waktu yang tepat;
- III. akibatnya, per lokasi pengambilan sampel sejumlah perangkap (Gambar 4A) dapat dipasang untuk mengumpulkan informasi tentang heterogenitas fauna tanpa membahayakan pemrosesan sampel;
- IV. informasi tentang ekologi dapat dikumpulkan dengan menggunakan perangkap warna yang berbeda. Namun demikian, sangat disarankan untuk menggunakan kedua teknik dalam kombinasi karena keduanya saling melengkapi: analisis awal sampel dari Taman Nasional Braulio Carillo (Kosta Rika) mengungkapkan bahwa kedua jenis perangkap mengumpulkan jumlah spesies yang identik (26), tetapi hanya berbagi 30% atau 12 dari total jumlah spesies yang terkoleksi ($n = 40$) (Pollet, 2002).

membandingkan hasil kedua jenis perangkap juga memberikan informasi tentang aktivitas terbang dan frekuensi spesies yang terperangkap.



Gambar 5. Mengumpulkan serangga di pantai dengan perangkap kemunculan berumpan. A. Rumput laut yang baru dipotong diletakkan di atas vial yang berisi pasir dan B. digali ke pantai selama dua minggu; C. Selanjutnya vial-vial dipindahkan ke laboratorium dan D. penutup dan toples penampung diisi dengan alkohol 70 atau 90% terpasang. Serangga yang muncul dikumpulkan setiap minggu selama periode dua bulan. (Foto oleh Wouter Dekoninck & Patrick Grootaert).

Munculnya Perangkap

Perangkap kemunculan didasarkan pada fenomena bahwa sebagian besar serangga bergerak ke arah cahaya setelah muncul. Perangkap ini sangat sering mengungkapkan spesies yang jarang dikumpulkan dengan teknik perangkap lainnya. Ini baru-baru ini diilustrasikan oleh percobaan lapangan (Gbr. 6) di sepanjang pantai Belgia (lihat lebih lanjut) yang menghasilkan 16 spesies Diptera. Dua spesies terbukti baru untuk fauna Belgia yang mengejutkan karena habitat pantai yang sama telah diambil sampelnya secara intensif selama 30 tahun terakhir (Grootaert *et al.*, in litt.). Selain itu, metode pengumpulan semacam ini juga mengumpulkan informasi tentang waktu perkembangan larva dan preferensi makanan.

Beberapa jenis jebakan kemunculan saat ini tersedia. Beberapa dipasang untuk beberapa waktu di lapangan, di mana serangga yang muncul dikumpulkan. Jenis lain (lihat di atas) diberi umpan untuk menarik serangga yang menyimpan telur ke dalam substrat yang sengaja disediakan, dan dikembalikan ke laboratorium agar larva dapat menyelesaikan perkembangannya dan serangga dewasa muncul.

Munculnya perangkap di lapangan

Jenis perangkap kemunculan pertama biasanya terdiri dari struktur piramidal besar yang terbuat dari kain hitam (nilon atau jaringan lain) dengan toples pengumpul di atasnya (Gbr.7A). Perangkap tawon komersial dapat digunakan sebagai toples pengumpul dan diisi dengan alkohol. Masih belum jelas sejauh mana kondisi iklim di dalam perangkap ini terpengaruh dan berapa bagian dari fauna saat ini yang akhirnya berakhir di wadah pengumpul (Glen, 1976). Untuk mengumpulkan artropoda xylobiont di lapangan pada kayu mati berdiri, perangkap kemunculan dapat dipasang, atau bahkan dibuat di sekeliling pohon (Gbr. 7B).



Gambar 7. **A.** Emergence trap di lapangan. Guci pengumpul adalah perangkat tawon komersial plastik yang diisi dengan alkohol 70%. (Foto oleh Wouter Dekoninck). **B** Perangkat munculnya dipasang di sekitar pohon mati untuk mengumpulkan serangga xylobiont yang muncul. (Foto oleh Kris Vandekerkhove).

Perangkap kedaruratan di laboratorium (lihat juga sampel Berlese dan Winkler)

Serangga dewasa, terutama Diptera, yang tidak mudah dikumpulkan dengan teknik pengambilan sampel biasa terkadang diperoleh dengan mengumpulkan tanah, serasah, kotoran, jamur, buah busuk, kayu atau puing-puing di lapangan, dan memindahkannya ke laboratorium untuk serangga (dewasa). memunculkan. Sampel tanah harus tetap tidak terganggu. Cabang mati dapat ditempatkan dalam wadah besar dan bahkan dapat dibiarkan selama berbulan-bulan atau bertahun-tahun seiring waktu perkembangan beberapa spesies xylobion terakhir. beberapa tahun. Spesies Xylobiont (kumbang) umumnya muncul pada musim semi (April hingga Juni di daerah beriklim utara) dan pada periode ini, perangkap harus diperiksa secara teratur.

Dalam beberapa kasus, serangga tertarik oleh umpan untuk bertelur. Substrat yang menahan telur dan larva selanjutnya dipindahkan ke laboratorium agar serangga dewasa muncul.

Metodologi ini baru-baru ini diterapkan di sepanjang pantai Belgia: stoples berisi pasir pantai yang steril diberi umpan dengan rumput laut yang baru dipotong, dan dibiarkan di lapangan selama sekitar dua minggu. Diasumsikan bahwa spesies lalat yang menghuni zona litoral akan tertarik oleh umpan dan menyimpan telurnya di bahan tanaman. Lubang-lubang kecil di dasar stoples disediakan untuk drainase guna mencegah larva yang sedang berkembang tenggelam. Setelah dua minggu, stoples berisi tanah dan umpan tanaman dibawa ke laboratorium di mana stoples ditutup dengan penutup dan stoples pengumpul dipasang.

Metode serupa sering digunakan untuk mengumpulkan spesies parasit (terutama tawon dan lalat), dengan secara aktif mengumpulkan inang di lapangan dan membesarkannya di laboratorium. Pendekatan ini memungkinkan Dan Janzen membangun gagasan yang akurat tentang fauna parasit tachinid (Diptera: Tachinidae) dari ulat bulu di Taman Nasional Santa Rosa (Kosta Rika) (Smith et al., 2006; lihat juga Stireman et al., 2009).

Dalam setiap jenis perangkat kemunculan, perhatian khusus harus diberikan pada orientasi dan posisi bejana pengumpul. Karena banyak serangga dewasa yang muncul cenderung tertarik oleh cahaya, bukaan stoples sebaiknya berada di atas perangkat dan memiliki warna yang jauh lebih terang daripada bagian perangkat lainnya (Gbr. 8). Guci pengumpul paling baik diisi dengan larutan alkohol.

Rekomendasi:

Metode ini memungkinkan kolektor untuk mengumpulkan informasi tentang waktu generasi dan pola makan spesies yang diselidiki; Perangkat kedaruratan di laboratorium sebaiknya disimpan pada suhu kamar (kira-kira 18-20°C); Kelembaban sampel di laboratorium harus diperiksa secara teratur. Sampel yang terlalu lembab akan menimbulkan jamur dan akan merangsang tungau untuk berkembang. Aerasi yang sesuai direkomendasikan dalam kasus ini. Sampel yang terlalu

cepatkering akan menyebabkan terhentinya perkembangan serangga atau kematiannya. Jika suhu laboratorium agak tinggi (*misalnya* di musim panas), menjaga agar sampel tetap lembab mungkin berguna.



Gambar 8. Guci pengumpul perangkat kemunculan yang terbuat dari tabung pipa ledeng. Tidak diperlukan lem untuk memperbaiki bagian-bagian yang terpisah kecuali jala. (Foto oleh Filip De Block).

Perangkap cahaya

Perangkap lampu dioperasikan pada malam hari dan paling efektif dari matahari terbenam hingga setelah tengah malam dengan langit mendung. Kondisi cuaca terutama gerimis sangat produktif, baik dari segi spesies maupun spesimen. Teknik ini umumnya diterapkan untuk koleksi ngengat, kumbang scarabaeid (Coleoptera, Scarabaeidae), dan beberapa Hemiptera dan Hymenoptera.

Jebakan malaise

Selain jaring penyapu, perangkat Malaise adalah alat pengumpul serangga yang paling

banyak digunakan sejak tahun 70-an. Mereka bekerja tidak selektif dan sering menghasilkan tinggi keanekaragaman serangga dengan jumlah spesimen yang sangat banyak. Waktu yang cukup harus disediakan untuk pemrosesan tepat waktu dari sampel besar ini.

Perangkap lengket

Perangkap lengket terdiri dari lembaran berwarna yang dilapisi dengan lapisan tipis lem tahan cuaca. Mereka terbuat dari karton lilin, kaca, kayu, gelas plastik, lembaran plastik atau papan jebakan, karton susu kosong, bola apel merah atau permukaan lainnya. Warna lembaran mewakili agen yang menarik dan tergantung pada warna yang diterapkan, kelompok serangga tertentu akan terperangkap. Jenis lem yang digunakan untuk perangkap jenis ini adalah lem transparan. Atraktan dapat diaplikasikan dalam kombinasi dengan lem untuk memancing serangga terbang atau merayap. Pelapis perangkap serangga Tanglefoot Tangle Trap sering digunakan sebagai perekat dan tetap lengket selama seluruh periode pengumpulan (Gbr. 9).



Gambar 9. Perangkap lengket: papan kayu putih yang dilapisi lem ditarik setinggi 20-30 m di kanopi hutan hujan di Papua Nugini untuk mengamati penyebaran kumbang

(Coleoptera: Curculionidae) di antara pohon. (Foto oleh Patrick Grootaert).

Rekomendasi:

Tidak seperti perangkap lainnya, perangkap lengket dapat beroperasi di tempat yang sulit dijangkau seperti kanopi atas (termasuk batang pohon), dan di atas permukaan air; Karena keserbagunaannya, perangkap lengket dengan berbagai ukuran dan warna dapat diproduksi tergantung pada tujuan pengumpulan yang spesifik, mirip dengan perangkap panci (lihat 3.1).

Batasan:

Serangga yang dikumpulkan dengan perangkap lengket sangat sulit dilepaskan tanpa menyebabkan kerusakan atau hilangnya bagian tubuh. Oleh karena itu, teknik ini terutama digunakan untuk mengumpulkan serangga besar seperti kumbang dan tawon. Lem biasanya dilarutkan dengan minyak tanah, yang sangat mudah terbakar; Perangkap lengket jenis lain terdiri dari lembaran plastik transparan dengan lem di kedua sisinya dan ditempelkan pada batang pohon. Teknik ini tidak boleh digunakan di daerah dengan kadal arboreal atau fauna amfibi yang kaya dan terancam punah.

Perangkap hisap

Berbagai jenis perangkap hisap saat ini tersedia: perangkap jenis Rothampsted adalah menara tinggi yang menyedot udara pada ketinggian minimal 10 m, dan terutama digunakan untuk memantau spesies hama seperti kutu daun (Hemiptera: Aphididae) atau agas (Diptera: Ceratopogonidae). Dengan demikian, mereka tampaknya tidak cocok untuk tujuan ATBI. Perangkap hisap juga dapat dikombinasikan dengan atraktan. BG-Sentinel (diameter: 36 cm / 14 inci; tinggi: 40 cm / 1,3 kaki) adalah perangkap hisap sederhana (Gbr. 11) yang awalnya dirancang untuk mengumpulkan nyamuk. Namun, karena kemasannya yang berwarna putih, ia

juga terbukti menarik bagi sejumlah besar penyerbuk (Grootaert & Dekoninck, in litt.). Perangkap pada dasarnya adalah wadah pop-up yang dapat dilipat dengan penutup kain kasa putih, dan lubang masuk di bagian atas. Udara disedot ke dalam perangkap melalui pipa penangkap hitam di bagian atas oleh kipas listrik, menarik nyamuk dan serangga lain yang mendekat ke dalam kantong pengumpul. Udara kemudian keluar dari perangkap melalui kasa putih, menghasilkan arus naik (Gambar 11, panah merah). Ini mirip dengan arus konveksi yang dihasilkan oleh inang manusia, baik arahnya, struktur geometrisnya, dan karena penambahan bau kulit buatan manusia (BG-Lure), juga dalam komposisi kimianya (BioGents, 2007).

Serangga dikumpulkan dalam kantong pengumpul dan dikeringkan. Tas pengumpul nilon dapat ditempatkan di pendingin dan kemudian dipindahkan ke freezer yang dalam. Alternatifnya, serangga kering dapat disortir dan disematkan segera atau dipindahkan ke larutan alkohol. Spesimen yang dikumpulkan dengan cara ini terbukti cocok untuk pengurutan DNA, bahkan ketika dikumpulkan setelah satu minggu pengambilan sampel, yang merupakan keuntungan besar.

Rekomendasi (untuk perangkap BG-Sentinel):

Atap harus disediakan di (diharapkan) cuaca hujan untuk menutupi perangkap; Sampel paling baik diambil setiap dua hari untuk mencegah kerusakan pada serangga kering oleh serangga hidup yang besar; ini dapat dikombinasikan dengan penggantian baterai.

Batasan:

Saat menggunakan perangkat hisap untuk menyelidiki vegetasi atau serasah atau lapisan tanah, bahan tanaman dan puing-puing dikumpulkan yang menyebabkan kerusakan pada invertebrata yang terkumpul; Kapasitas kerja baterai tipe BG-Sentinel adalah dua hari.



Gambar 10. Perangkat hisap BG-Sentinel awalnya dirancang untuk mengumpulkan nyamuk. Tanda panah menunjukkan aliran konveksi dengan panah kuning sesuai dengan udara yang dihisap, dan panah merah menunjukkan aliran udara yang membawa bau umpan keluar dari perangkat. Karena warnanya yang putih, banyak penyerbuk dikumpulkan (Foto oleh Wouter Dekoninck).

TEKNIK PENGAMBILAN SAMPEL TANAMAN DAN TANAH

Implementasi praktis pertanian presisi mensyaratkan bahwa variabilitas spasial dan temporal tanah dan tanaman diukur dan dipahami. Biasanya tidak dapat diatasi dan mahal untuk mengukur semuanya, tetapi hampir selalu tidak perlu melakukannya. Sampling survei dan stereologi memberikan teknik yang valid secara matematis untuk membuat kesimpulan yang andal tentang populasi spasial berdasarkan sampel kecil. Stereologi menyediakan pendekatan stokastik untuk pengukuran parameter geometris suatu bilangan.

Survei tanah di banyak negara secara tradisional didasarkan pada 'sampling purposive' pada titik-titik atau sepanjang transek, di mana surveyor memilih lokasi sampel berdasarkan pengetahuan daerah survei dengan beberapa batasan untuk memastikan sampel yang seimbang. Pendekatan lain yang telah digunakan dalam survei terhadap populasi kecil dan heterogen adalah surveyor menginspeksi populasi dan memilih sampel kecil dari unit 'tipikal' yang tampaknya 'mendekati rata-rata'. Banyak survei tanah dengan sengaja mengecualikan area suatu lahan yang diketahui sangat berbeda dari lahan lainnya dan yang dapat menghasilkan peta perlakuan yang tidak akurat seperti untuk pemupukan tingkat variabel (Francis dan Schepers, 1997). Meskipun dalam kondisi yang tepat metode pengambilan sampel non-probabilitas seperti itu dapat memberikan hasil yang berguna, tidak ada jaminan bahwa metode yang bekerja dengan baik dalam satu rangkaian keadaan (yang hanya dapat ditentukan untuk situasi di mana hasilnya diketahui) akan berhasil. di bawah yang lain (Cochran, 1977). Kebutuhan akan prosedur sampling acak untuk survei tanah telah diketahui (Roels dan Jonker, 1983; Abbitt, 2002).

Ketika ada korelasi yang kuat antara parameter populasi yang diminati dan variabel tambahan yang lebih mudah diukur, maka data tambahan dapat digunakan untuk merancang

protokol yang tidak bias yang efisien untuk estimasi dan prediksi dengan interpolasi (Bagian 2.3.1.1, 2.3.2, 2.3.5, 2.4). Meningkatnya resolusi, ketersediaan dan keterjangkauan citra penginderaan jauh memungkinkan untuk mengumpulkan informasi tepat waktu tentang variabilitas tanah dan tanaman dengan memeriksa citra multispektral, inframerah dekat atau inframerah termal (Basso et al., 2001; Best dan Zamora, 2008). Indeks vegetasi perbedaan normal (NDVI) (Tucker, 1979) berkorelasi dengan kekuatan tajuk, kerapatan, dan ukuran dan dengan kualitas buah (Price, 1992; Carlson dan Ripley, 1997; Zaman et al., 2004; Fletcher et al., 2004; Best et al., 2008; Best dan Zamora, 2008; Bramley et al., 2003; Lamb et al., 2004). NDVI secara tidak langsung dapat menunjukkan variabilitas parameter tanah yang menyebabkan variabilitas pertumbuhan pohon (Taylor, 2004; Zaman dan Schuman, 2006). Warna tanah yang diperoleh dari citra udara dapat menjadi indikasi kandungan bahan organik dan sifat-sifat tanah lainnya (Francis dan Schepers, 1997; Kerry dan Oliver, 2003). Konduktivitas listrik tanah semu (EC) diukur secara intens menggunakan sensor induksi elektromagnetik dan elevasi diukur menggunakan GPS dapat berkorelasi dengan sejumlah parameter tanah lainnya (Taylor, 2004; Friedman, 2005; Johnson et al., 2005).

Pengambilan sampel survei dan stereologi memiliki banyak potensi kesalahan metodologi yang dapat dengan mudah membuat peneliti jatuh (Baddeley dan Jensen, 2004). Kesimpulan yang valid secara statistik tentang populasi dapat dibuat jika: 1) sampel dipilih secara acak dengan probabilitas positif (bukan nol), dan 2) ukuran sampel cukup besar untuk mencerminkan variabilitas karakteristik tanah atau tanaman. Membatasi pengambilan sampel ke wilayah yang mudah diakses (misalnya cabang pohon yang lebih rendah untuk memperkirakan kandungan nutrisi untuk seluruh pohon) melanggar persyaratan probabilitas tidak nol dan dapat menimbulkan bias pada penaksir kecuali variasi lintas cabang pohon

homogen secara spasial.

Pendekatan berbasis desain dan berbasis model

Dua pendekatan inferensi statistik dari sampel telah dikembangkan: berbasis desain dan berbasis model (Thompson, 1992). Pendekatan berbasis desain memberikan estimator yang tidak bias dari parameter yang diminati dengan menggunakan prosedur pemilihan acak yang terdefinisi dengan baik, dan tidak memerlukan model statistik dari struktur seperti bentuk objek, stasioneritas, atau isotropi. Metode berbasis desain sangat berharga untuk mempelajari struktur yang sangat terorganisir dan heterogen.

Dalam pendekatan berbasis model, variasi acak diasumsikan muncul dari keacakan intrinsik dalam populasi. Populasi dianggap sebagai realisasi tunggal dari proses stokastik stasioner dan/atau isotropik dan perkiraan nilai rata-rata variabel tidak bergantung pada lokasi dan bentuk jendela sampel atau probe³. Oleh karena itu tidak perlu mengacak lokasi sampel. Para peneliti di pertanian presisi dan tanah sebagian besar mengandalkan metode pengambilan sampel berbasis model. Hal ini terkadang berada di bawah kesalahpahaman bahwa pengambilan sampel berbasis desain membutuhkan independensi sampel (lihat Bruijs dan de Gruijter, 1997, dan pembahasan selanjutnya). Pendekatan berbasis model sering lebih disukai ketika tujuan kami adalah untuk merumuskan model yang menggambarkan penataan ruang suatu populasi. Model populasi dapat menjadi keuntungan praktis yang cukup besar ketika didasarkan pada pengetahuan tentang fenomena alam (misalnya iklim, dinamika populasi gulma, predator atau penyakit) yang mempengaruhi distribusi populasi atau ketika model (misalnya hubungan regresi, model tanaman berdasarkan proses, fungsi properti tanah) tersedia menggambarkan hubungan antara variabel yang menarik dengan variabel

tambahan. Metode interpolasi geostatistik (Bagian 2.4) berbasis model. Ketika model statistik dapat diasumsikan untuk populasi, strategi pengambilan sampel adaptif seringkali optimal (Thompson dan Seber, 1996). Pendekatan berbasis model adalah dasar dari beberapa model prediksi varians yang digunakan dalam stereologi .

Desain berbasis model bisa sangat sensitif terhadap penyimpangan dari model yang diasumsikan dan menyebabkan estimator yang bias (Baddeley dan Jensen, 2004). Estimator berbasis desain yang kurang tepat, namun kuat, mungkin akan melakukannya lebih disukai. Ketika asumsi yang mendasari model yang diasumsikan valid, inferensi berbasis model bisa lebih tepat daripada inferensi berbasis desain (misalnya Särndal, 1978).

Konsep pengambilan sampel

Konsep yang ditinjau di sini diambil dari teori survei (Cochran, 1977; Thompson, 1992) dan dari stereologi berbasis desain (Baddeley dan Jensen, 2004). Pertimbangkan studi tentang 'populasi' terbatas dari 'unit' diskrit yang diberi nomor 1, 2, ..., N , di mana ukuran populasi N mungkin tidak diketahui (tergantung pada desain pengambilan sampel). Meskipun biasanya digambarkan sehubungan dengan unsur-unsur diskrit (misalnya tanaman, serangga), teori tersebut sama-sama dapat diterapkan pada media kontinyu (misalnya tanah) yang dibagi menjadi sub-unit diskrit yang tidak tumpang tindih. Misalkan populasi adalah kumpulan semua buah pada sekelompok pohon, maka unit pengambilan sampel dapat berupa petak, pohon, cabang, tandan buah atau divisi lain yang praktis. Tujuan kami adalah untuk menyelidiki populasi dengan mengambil 'sampel acak' - bagian populasi yang dipilih secara acak - dengan tujuan menarik kesimpulan tentang populasi dari informasi yang diamati dari sampel. Yang menarik adalah total populasi (misalnya jumlah total buah, total luas permukaan kanopi), rata-rata populasi (misalnya

kandungan nitrogen tanah rata-rata, kepadatan gulma rata-rata, ukuran buah rata-rata) dan variasi spasial-temporal dari jumlah tersebut (misalnya distribusi buah kelas ukuran, variasi spasial kandungan air).

Desain pengambilan sampel acak seragam (UR) adalah setiap prosedur yang ditentukan dengan baik untuk memilih sampel di mana semua elemen populasi diberi probabilitas yang sama untuk dipilih. Pengambilan sampel UR (bersama dengan arah acak isotropis, yaitu pengambilan sampel IUR, untuk estimasi panjang dan luas permukaan) menjamin ketidakberpihakan pada tingkat pengambilan sampel geometris, tetapi tidak menjamin presisi yang memadai. Ada banyak cara untuk menerapkan pengambilan sampel UR, termasuk pengambilan sampel acak sederhana (SR) dan pengambilan sampel acak sistematis (SUR, Bagian 2.3.1). Desain yang tidak seragam juga dimungkinkan, misalnya sampling probabilitas sebanding dengan ukuran (PPS), dan bisa sangat efisien untuk sampling populasi yang tidak homogen atau jarang.

Dalam pengambilan sampel acak sederhana tanpa penggantian (SR-wor), kami menggunakan generator digit acak atau tabel digit acak untuk memilih nomor tetap, n , dari unit berbeda dengan nomor label antara 1 dan (diketahui) N . Probabilitas pengambilan sampel untuk setiap unit adalah n/N . Pengambilan sampel acak sederhana dengan penggantian (SR-wr), yang menghasilkan sampel independen, umumnya merupakan desain pengambilan sampel yang paling tidak efisien (diikuti oleh SR-wor) tetapi berfungsi sebagai prosedur referensi karena ini adalah satu-satunya desain yang sifat matematikanya lengkap, diketahui. Tiga desain pengambilan sampel UR untuk memilih plot dari 'lapangan' diilustrasikan pada Gambar 2.1(b)-(d). Desain Smooth fractionator (d). Estimator umum dari total populasi, Q , dapat ditulis (Horvitz dan Thompson, 1952) sebagai

$$\hat{Q} = \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{\pi_i}$$

Saya di mana q_i adalah isi (jumlah parameter yang diteliti) dari unit i dalam sampel, adalah probabilitas. Saya pengambilan sampel positif dari unit i , dan n adalah ukuran sampel (jumlah unit). Probabilitas pengambilan sampel hanya perlu diketahui untuk unit sampel, tetapi harus diketahui secara pasti untuk memberikan perkiraan yang tidak bias dari total populasi. Desain UR adalah kasus khusus dari Horvitz-Thompson (HT) estimator (2.1) di mana probabilitas sampling adalah konstan. Pengambilan sampel SR dan PPS memberikan estimator rata-rata populasi yang tidak bias. Mengalikan dengan ukuran sampel memberikan penaksir yang tidak bias dari total populasi, Qn . Pengambilan sampel sistematis dan estimator HT memberikan hasil yang tidak bias estimator dari total populasi. Estimator yang sesuai dari rata-rata populasi, $Qn =$ /umumnya bias pengambilan sampel SUR karena penyebut n adalah variabel acak. Bias menurun sebagai $n-1$ (misalnya Cochran, 1977). Jika penyebutnya sedikit berbeda, biasanya dapat diabaikan.

Dalam stereologi beberapa konsep lain diperkenalkan: Sebuah 'probe' adalah entitas geometris (iris 3D, bidang 2D, garis 1D, titik 0D) yang digunakan untuk menembus dan mengambil sampel objek. 'Sistem uji' adalah satuset probe yang digunakan untuk mendapatkan perkiraan stereologi, misalnya jaringan titik reguler untuk memperkirakan area 2D (Gambar 2.2). (Karya klasik Warren Wilson (1960) dan Warren Wilson dan Reeve (1959) untuk memperkirakan LAI dan parameter terkait menggunakan probe linier, dan studi terbaru oleh Radtke dan Bolstad (2001) dan Wulfsohn et al. (2010) memberikan contoh prinsip stereologis

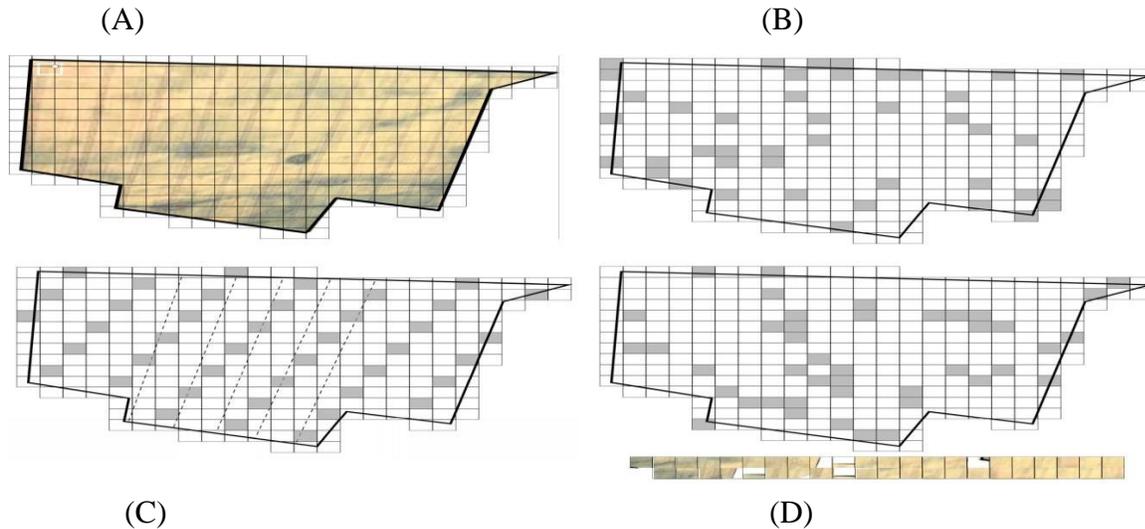
ini.) 'Ruang yang memuat' adalah ruang di mana fitur-fitur menarik seluruhnya terkandung (ukuran dan luas ruang yang mengandung tidak perlu diketahui secara pasti). 'Ruang referensi' adalah objek yang terdefinisi dengan baik dengan ukuran yang diketahui atau terukur, dibandingkan dengan ukuran fitur yang menarik dapat dinyatakan (Weibel, 1980). Sebuah contoh diberikan oleh Wulfsohn dan Nyengaard (1999). Mereka memperkirakan jumlah total rambut akar N (total populasi) pada sistem akar tanaman dengan panjang total L (ruang referensi, diperkirakan menggunakan prosedur yang tidak memihak seperti dalam Wulfsohn et al., 1999) dengan produk kerapatan rata-rata rambut akar per satuan panjang akar (NL) dan L .

Sampling acak sistematis

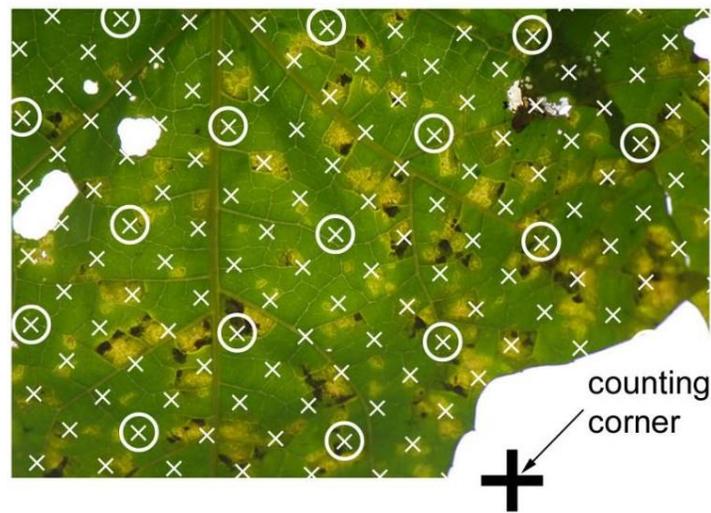
Pengambilan sampel acak seragam sistematis sering menawarkan keseimbangan yang tepat antara presisi estimator dan waktu yang dihabiskan untuk mendapatkan sampel. Mudah dieksekusi tanpa kesalahan, dan dalam banyak situasi lebih presisi daripada SR untuk ukuran sampel tertentu. Pengambilan sampel SUR telah terbukti lebih unggul daripada pengambilan sampel SR untuk populasi stasioner berkorelasi otomatis ketika fungsi korelasi spasial menurun dengan jarak antar unit (Cochran, 1977; Cressie, 1993).

Dalam pengambilan sampel SUR, setiap unit ke- m dalam populasi dipilih di mana m adalah 'periode pengambilan sampel' dan unit pertama dipilih dengan 'awal acak'. Awal acak diperoleh dengan memilih bilangan bulat antara 1 dan m secara acak. Setiap unit populasi muncul dalam sampel dengan probabilitas ('fraksi sampel') $1/m$. Contoh plot SUR di lapangan dan prosedur untuk mengatur jarak plot secara merata disajikan pada Gambar 2.1(c). Sampling di sudut-sudut grid persegi biasa ('grid sampling' atau 'lattice design') atau, setara dengan interval tetap sepanjang transek paralel berjarak sama (misalnya Flatman dan Yfantis, 1984; Mulla dan Bhatti, 1997), mungkin adalah yang paling desain SUR yang umum digunakan digunakan dalam

survei tanah dan tanaman. Teselasi segitiga atau heksagonal dari plot juga telah dianjurkan untuk tujuan estimasi semivariogram dan interpolasi spasial. Prosedur SUR untuk sampling cabang pada batang diilustrasikan pada Gambar 11 (a).



Gambar 11. Tiga contoh desain pengambilan sampel acak seragam (UR) untuk memilih plot dalam bidang yang berbentuk sembarang, semuanya dengan fraksi pengambilan sampel yang sama: (a) Titik acak ditempatkan di dalam ubin unit (persegi putih), yang kemudian menentukan Penempatan teselasi UR dari $N = 301$ unit pengambilan sampel. Tessellation adalah batas untuk sepenuhnya memuat bidang (itu mendefinisikan ruang yang berisi). Asalkan teselasi petak diposisikan secara acak, maka semua desain berikut menyediakan unit (dan dengan demikian elemen populasi yang diminati terkandung di dalam unit) – termasuk petak tepi dan petak kosong – dengan probabilitas yang sama. (b) Sampel acak sederhana (tanpa penggantian) sebanyak 43 unit. (c) Sampel acak seragam (SUR) sistematis dengan fraksi pengambilan sampel $1/m = 1/7$ dan awal acak 3 (di mana kuadrat kiri atas ditetapkan sebagai unit 1, kuadrat di sebelah kanannya sebagai unit 2, dst.) . Untuk menghindari penjajaran sampel, posisi unit terpilih digeser $k = \text{bulat}(\) m = 3$ unit pada baris berurutan. Ketika m habis dibagi k maka posisi unit yang dipilih digeser $k + 1$ unit pada baris pertama berturut-turut dan k unit pada baris yang tersisa. Kombinasi ukuran unit pengambilan sampel dan periode pengambilan sampel menghindari penjajaran dengan tramlines (ditunjukkan dengan garis putus-putus), penyebab potensial periodisitas di tanah atau tanaman. (d) Sampel SUR dengan fraksi sampel $1/m = 1/7$ diambil dari susunan unit yang halus berdasarkan intensitas plot rata-rata (desain 'fraksionator halus'). Unit sampel ditampilkan dalam urutan halus (dari kiri atas ke kanan, lalu kanan bawah ke kiri) pada strip di bawah peta.



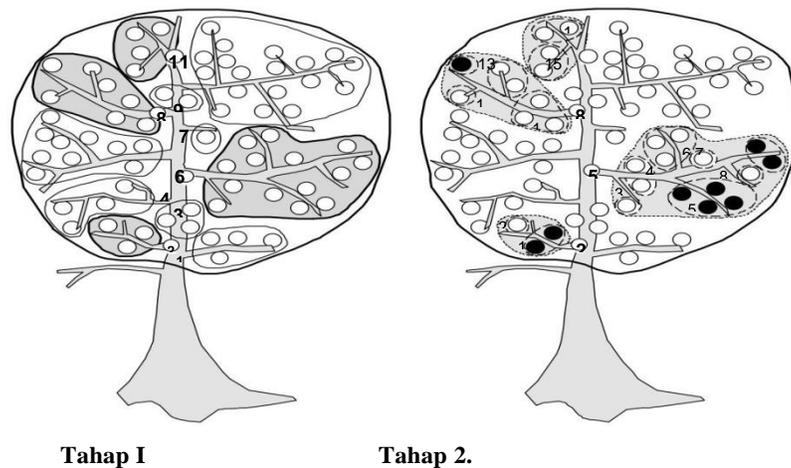
Gambar 12. Penghitungan poin. Titik (0-dimensi) didefinisikan sebagai sudut kanan atas (+). Jumlah persimpangan, P , antara petak titik persegi yang diposisikan UR dan fitur yang diminati akan dihitung. Estimator tak bias dari area fitur diberikan oleh $A = \frac{aP}{r}$ = dimana jaringan r konstanta, ap , adalah area yang terkait dengan satu titik. Kotak ganda diilustrasikan. Kisi halus (semua titik, konstanta kisi ap cm²/titik) digunakan untuk memperkirakan luas permukaan daun yang terinfeksi (kuning, 9 persimpangan) dan berpenyakit (hitam, 3 persimpangan) sedangkan kisi kasar (titik yang dilingkari, konstanta kisi sama dengan $9 \cdot ap$) digunakan untuk memperkirakan total luas permukaan (15 persimpangan). Fraksi luas daun yang terinfeksi+berpenyakit adalah $12/(15 \times 9) = 0,089$ (Foto daun pisang milik David Collinge, University of Copenhagen).

Pengambilan sampel sistematis berperilaku sangat buruk ketika periode pengambilan sampel dipilih yang mendekati periodisitas apa pun dalam variabel populasi yang diteliti. Efek pengelolaan dan penanaman seperti jarak yang rata dan sejajar dengan jalur roda, pohon, alur irigasi, pita pemupukan, atau baris persiapan lahan dapat menyebabkan kondisi tanah atau tanaman bervariasi secara sistematis (Wollenhaupt et al., 1997; Mulla dan McBratney, 2002).

Susunan struktur percabangan dan pembungaan aksila pada unit induk tumbuhan bersifat periodik (filotaksis, panjang ruas). Urutan pola mungkin tidak terlihat jelas pada beberapa tahap perkembangan dan skala (Guédon et al., 2001). Jika terlihat atau diketahui, periode pengambilan

sampel dan jarak serta orientasi plot dapat dipilih sehingga tidak bertepatan dengan periodisitas tersebut (misalnya Gambar 2.1(c)). Untuk menghindari unit pengambilan sampel hanya dari satu sisi batang tanaman, periode pengambilan sampel daun yang merupakan kelipatan dari periode filotaksis harus dihindari dalam desain sistematis seperti ditunjukkan pada Gambar 13.

Sebuah pendekatan yang telah direkomendasikan untuk mengurangi kesalahan karena periodisitas dalam lanskap adalah dengan mengambil sampel sederhana yang diposisikan secara acak dalam plot acak sistematis, menggunakan 'pengambilan sampel yang tidak selaras' (Cochran, 1977; Mulla dan McBratney, 2002; Webster dan Oliver, 2007; Wollenhaupt et al., 1994, 1997) atau pengambilan sampel bertingkat 'satu per strata' (Breidt, 1995). Breidt (1995) menunjukkan bahwa sampling sistematis dan desain sampling bertingkat satu per strata adalah kasus khusus 'desain rantai Markov' di mana koordinat x dan y dari titik sampel berkembang menurut rantai Markov.



Gambar 13. Desain pengambilan sampel fraksionator dua tahap yang diterapkan pada pohon: (a) cabang dan batang utama (—) berfungsi sebagai unit pengambilan sampel utama pada tahap pengambilan sampel pertama, dan (b) cabang dengan orde lebih tinggi (-----) adalah unit sampling pada tahap kedua.

Pertimbangkan

pengambilan sampel struktur dengan fraksi pengambilan sampel tahap 1 $1/m_1 = 1/3$ dan fraksi tahap 2 $1/m_2 = 1/4$, dan awal acak seragam masing-masing sama dengan 2 dan 1. (Tahap 1): Sampel tahap pertama berisi semua partikel (misalnya buah) pada cabang 2, 5, 8 dan 11 (angka yang dilingkari). (Tahap 2): Sampel akhir (lingkaran penuh) berisi semua buah pada ruas cabang 1, 5, 9 dan 13 di dalam cabang sampel. Dalam prakteknya, data dikumpulkan sebagai langkah-langkah surveyor secara sistematis melalui struktur: Mulai dari cabang primer 2 kita pilih 2 buah pada ruas cabang 1. Kemudian langkah $m_2 = 4$ ruas cabang sebagai berikut: satu ruas yang tersisa pada cabang 2, kemudian lompat ke cabang 5 ($2 + m_1 = 5$) ke segmen nomor 5 dimana kita sampel 4 buah, dan seterusnya. Unit kosong (cabang tanpa buah) telah diabaikan. Estimasi yang tidak bias dari jumlah total buah pada pohon diberikan oleh produk dari periode pengambilan sampel agregat $m = 12$ dan total kandungan sa

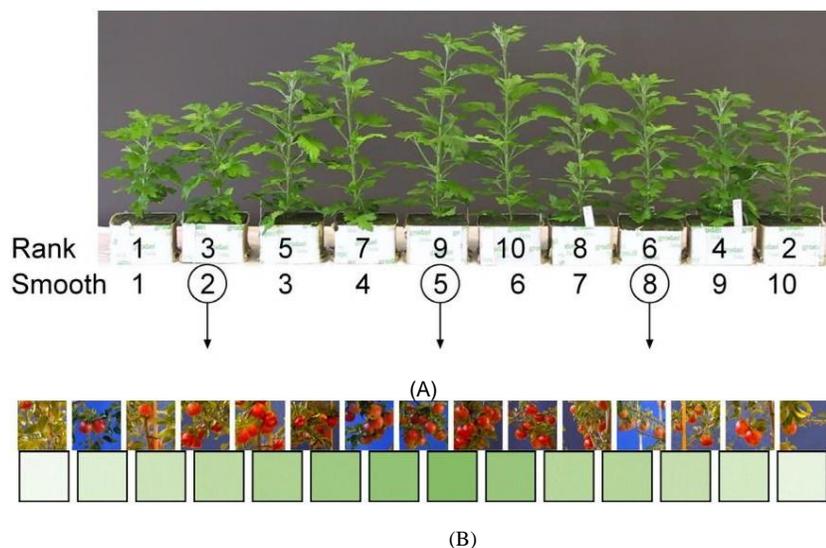
Gambar dimodifikasi dari Maletti dan Wulfsohn (2006).

Fraksiator halus

'Smooth fractionator' memberikan teknik umum dan langsung untuk mengurangi varian estimator untuk pengambilan sampel SUR dari populasi heterogen (Gundersen, 2002; Gardi et al., 2006). Hal ini bertujuan untuk meningkatkan ketelitian estimator dengan meningkatkan variabilitas dalam sampel dan mengurangi variabilitas antar sampel (Gundersen et al., 1999). Prosedurnya adalah sebagai berikut: (1) Secara konseptual atau fisik membagi populasi menjadi unit-unit yang berbeda. (2) Urutkan unit populasi dalam ukuran yang meningkat.

Ukuran di sini adalah parameter yang diinginkan atau variabel terkait yang dapat diukur (misalnya bentuk, tekstur, intensitas spektral, kemiringan, dll.) yang berkorelasi positif dengan parameter ini. (3) Dorong keluar setiap unit detik untuk menghasilkan urutan unit dalam ukuran

yang meningkat dan kemudian menurun secara monoton. (4) Ambil sampel SUR dari pengaturan halus. Gambar 14 menunjukkan contoh pengaturan tanaman yang mulus dan gambar sub-wilayah. Gambar 11(d) menunjukkan sampel plot yang dipilih menggunakan fraksionator halus dengan intensitas pita merah rata-rata plot (koefisien varian antar-plot, $CV = \text{standar deviasi/rata-rata} = 11\%$) sebagai variabel terkait. (Dalam contoh ini, asumsikan bahwa parameter yang diinginkan berkorelasi positif sempurna dengan intensitas.) Koefisien kesalahan ($CE = SEM/\text{rata-rata}$, di mana $SEM = \text{kesalahan standar rata-rata}$) karena pengambilan sampel plot, CE_{plot} , adalah 1,8% untuk SR-wr, 1,6% untuk SR-wor, 3,6% untuk SURS, dan 0,038% yang dapat diabaikan untuk desain Halus. Jelas, saat mensurvei lokasi pengambilan sampel pada skala lapangan, kemudahan yang diasosiasikan dengan pengambilan sampel sistematis hilang, peningkatan biaya yang mungkin tidak membenarkan peningkatan presisi. Penggunaan GIS dan GPS membuat desain fraksionator halus menjadi lebih praktis.



Gambar 14. Fraksiator halus. (a) Susunan tanaman yang halus, menggunakan tinggi tanaman sebagai indikator luas permukaan tanaman untuk memperkirakan luas permukaan tajuk total. 'Peringkat' mengindeks tanaman dengan meningkatkan ketinggian, sedangkan 'Halus' adalah pelabelan tanaman menurut pengaturan ketinggian yang halus.

Dalam contoh ini sampel tanaman dipilih dengan fraksi $1/3$ dengan awal acak 2 dari susunan yang halus. Gambar dimodifikasi dari Wulfsohn et al. (2010). (b) Pengurutan halus dapat diimplementasikan berdasarkan variabel pelengkap atau variabel terkait yang diambil sampelnya secara terus-menerus menggunakan sensor non-invasif, misalnya proporsi piksel merah dalam jendela gambar sebagai variabel terkait untuk nomor apel (merah), atau nilai NDVI pada lokasi di lapangan sebagai indikator berbagai kondisi tanaman dan tanah.

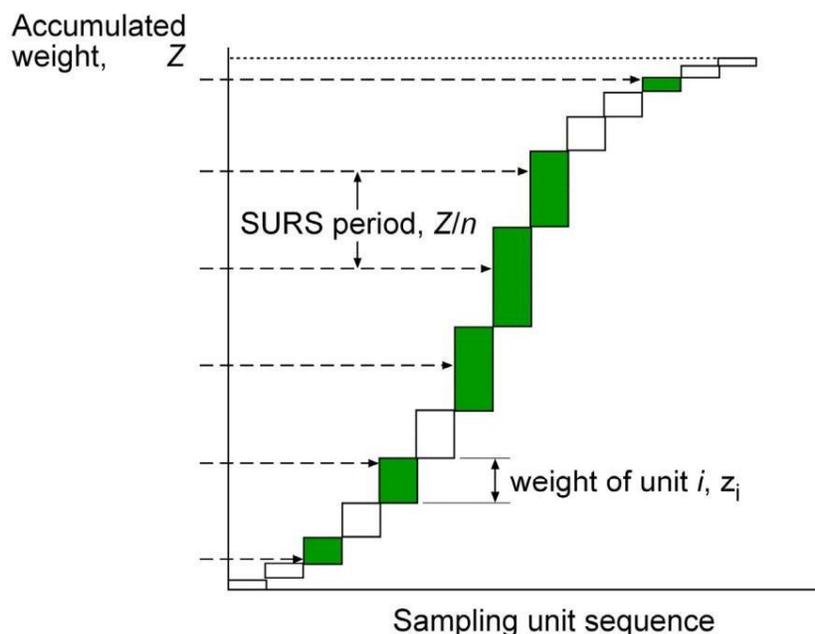
Wulfsohn et al. (2010) meneliti efisiensi fraksionator halus untuk memperkirakan luas permukaan total, A_t , dari kanopi yang terdiri dari 50 tanaman krisan (antara tanaman $CV(A) = 65\%$). Untuk ukuran sampel 10 tanaman dan penaksir luas daun yang tepat, untuk desain Halus adalah $CE T_a$ tanaman (T) 2% saat memesan berdasarkan luas tanaman (Gambar 2.4(a)), 10% saat menggunakan Smooth dengan tiga tinggi tanaman kelas sebagai variabel terkait dan dengan tanaman secara acak diatur dalam kelas tinggi sebelum smoothing (memperkenalkan komponen kebisingan acak), dan 21% menggunakan SR-wor.

Sampling Probability Proportional to Size (PPS).

Gardi dkk. (2007a) mempresentasikan desain probabilitas sebanding dengan ukuran (PPS) yang disebut 'proportionator'. Analisis gambar digunakan untuk menetapkan bobot secara otomatis ke unit pengambilan sampel, unit ditempatkan dalam urutan yang halus berdasarkan bobotnya (langkah opsional), dan kemudian sampel dengan ukuran tertentu n diambil sampelnya secara sistematis pada ordinat bobot kumulatif menggunakan periode pengambilan sampel Z/n dengan awal acak (Gambar 2.5). Probabilitas pengambilan sampel suatu unit sangat proporsional dengan berat unit yang tercatat dan oleh karena itu diketahui secara pasti. Estimator tak bias dari total populasi adalah $= z Z_n ()$, diperoleh menerapkan

persamaan HT^2 (2.1) dengan z_i adalah bobot unit y_i dengan dan $Z = \bar{y}^N$

Gardi dkk. (2007a) membandingkan kinerja SR-wr (yaitu, pengambilan sampel independen), SUR, Smooth fractionator dan pengambilan sampel PPS untuk memperkirakan jumlah total 2500 'partikel' persegi panjang (dengan satu intensitas warna tetapi dengan area yang bervariasi) dan total dan rata-rata area partikel (menggunakan penghitungan titik), dari area 2D berbentuk tidak beraturan yang membagi UR menjadi sekitar 400 unit pengambilan sampel. Intensitas total unit pengambilan sampel digunakan sebagai variabel tambahan dan bobot masing-masing untuk pengambilan sampel Smooth dan PPS. Simulasi dilakukan untuk distribusi spasial partikel yang tidak homogen (antara unit $CV = 67\%$), perantara ($CV = 155\%$), clustered ($CV = 188\%$) dan jarang ($CV = 293\%$). Secara kualitatif dan kuantitatif ketepatan penghitungan titik untuk pendugaan luas hampir sama dengan pendugaan jumlah. Dalam semua kasus, SR-wr adalah estimator yang paling tidak presisi, SURS beberapa kali lebih presisi daripada SR, Smooth selalu lebih presisi daripada SURS, dan PPS paling presisi kecuali untuk distribusi homogen di mana Smooth memiliki CE yang sedikit lebih kecil. Peningkatan pengelompokan mengurangi presisi, dengan efek yang jauh lebih jelas untuk SR dan SURS daripada Smooth dan PPS.



Gambar 15. Sampling Proportionator (PPS). Set lengkap unit sampling N dicantumkan dalam urutan arbitrer atau, seperti yang diilustrasikan di sini, diatur dalam urutan berdasarkan bobot untuk fraksionator halus sebelum pengambilan sampel SUR. Ordinat menunjukkan akumulasi berat. Pengambilan sampel pada ordinat dilakukan secara sistematis dengan periode pengambilan sampel Z/n dan awal UR. Probabilitas pengambilan sampel suatu unit sebanding dengan bobot unit yang tercatat. Unit sampel disorot ($n = 6$ dalam contoh ini). Gambar berdasarkan Gardi et al. (2007a).

Seperti untuk fraksionator halus, presisi dari proporsionalator bergantung pada korelasi positif yang kuat antara bobot dan hitungan. Gangguan apa pun dalam hubungan antara bobot dan jumlah seperti outlier, partikel yang memotong unit pengambilan sampel tetapi tidak disampel oleh unit yang sama, mengurangi presisi.

Desain bertingkat

Sebuah 'tingkat' adalah desain sampling di mana pengukuran dilakukan pada skala konstan. Ada beberapa alasan untuk menggunakan desain bertingkat (multistage, nested). Untuk mendapatkan sampel benih dari tanaman sayuran, mungkin lebih mudah untuk mengambil sampel baris pertama dari lapangan, kemudian sampel buah dari petak yang terletak di

sepanjang baris sampel, dan terakhir mengambil sampel benih dari sampel buah.

Seseorang dapat mengamati variabel tambahan pada satu skala dan membuat pengukuran akhir jauh lebih efisien pada resolusi yang lebih baik. Indeks yang diperoleh dari citra penginderaan jauh atau peta tanah dapat digunakan untuk merancang stratifikasi, desain Halus atau PPS untuk tanaman ladang dan kebun. Basso et al. (2001) menggunakan penginderaan jarak jauh untuk menargetkan pengambilan sampel tanah dan tanaman untuk masukan ke model tanaman dan menggabungkan penginderaan jauh dengan keluaran model untuk mengidentifikasi zona pengelolaan dan menginterpretasikan peta hasil.

Dalam beberapa kasus, variabel yang diteliti mungkin hanya dapat diamati pada skala objek atau dengan perbesaran yang lebih tinggi. Karakteristik fisik gulma mirip dengan tanaman, mempersulit deteksi gulma dan petak gulma pada tanaman yang sedang tumbuh (Stafford et al., 1996; Christensen dan Heisel, 1998). Dengan demikian, peta gulma untuk penyemprotan tempel mungkin perlu dikembangkan dengan menggabungkan pengukuran manual dan otomatis pada skala yang berbeda, seperti menggunakan pencitraan udara (Stafford dan Miller, 1993) dan kamera yang dipasang di kendaraan (Brivot dan Marchant, 1995; Christensen et al. , 1997) dilengkapi dengan pengamatan georeferensi atau pengukuran atribut (misalnya bentuk dan ukuran tambalan). Perangkat lunak pengambilan sampel pencatatan data genggam dapat digunakan untuk memfasilitasi pemilihan dan perekaman sampel (Stafford et al., 1996; Gardi et al., 2007b).

Desain SURS bertingkat disebut desain 'fractionator' dalam stereologi. Gambar 2.3 mengilustrasikan fraksionator dua tahap untuk pengambilan sampel partikel UR (buah, kuncup, daun, taji, dll.) pada pohon. Rancangan ini mudah diterapkan dalam praktiknya untuk sekelompok pohon dengan memperlakukan penyatuan cabang-cabang sebagai rangkaian unit

sampling tunggal yang berkesinambungan (Wulfsohn et al., 2006a). Aggelopolou et al. (2010) menggunakan desain dua tahap (pohon, cabang) untuk memetakan pembungaan di kebun. Data dari sampel SUR dari 162 pohon apel dikumpulkan dalam satu hari – ukuran sampel yang memadai untuk estimasi semivariogram dan interpolasi.

Aravena dkk. (2010) menggunakan desain tiga tahap (pohon, cabang, ruas) dengan pengambilan sampel pohon secara sistematis dan desain yang diilustrasikan pada Gambar 2.3 di dalam pohon, untuk memperkirakan hasil total dalam beberapa baris dari 14 kebun buah komersial. Hasil panen berkisar dari beberapa ribu tandan anggur meja hingga lebih dari 40.000 buah kiwi dan apel. Akurasi lebih baik dari 5% diperoleh di enam kebun dan antara 5-10% di lima kebun untuk beban kerja 30-150 menit, biasanya kurang dari 90 menit. Dua perkiraan hasil memiliki kesalahan absolut sekitar 20%. Analisis varians menunjukkan bahwa di salah satu kebun ini, presisi 10% dapat diperoleh untuk beban kerja yang serupa dengan mengubah periode pengambilan sampel untuk ketiga tahap tersebut.

Fraksiator halus biasanya diterapkan dalam konteks multistage. Langkah 1–4 (Bagian 2.3.1.1) diulang sebanyak yang diinginkan ke unit sampel yang diperoleh pada tahap sebelumnya (bersarang).

Data dikumpulkan hanya pada tahap terakhir. Fraksi sampling agregat diberikan oleh produk dari pecahan sampling individu, $1/m = 1/(m_1 \cdot m_2 \cdot \dots \cdot m_k)$. Desain bersarang mengarah ke observasi dependen, yang berarti kesimpulan juga dapat dibuat tentang hubungan makro-mikro jika data direkam di tahapan yang relevan.

Sampling kluster

Pengambilan sampel kluster sangat nyaman untuk pengambilan sampel populasi besar atau kompleks. Untuk melakukan pengambilan sampel kluster, bagilah populasi menjadi sejumlah

himpunan bagian ('cluster') terpisah dalam jumlah terbatas dengan cara apa pun yang praktis. Cluster ini diperlakukan sebagai 'unit sampling primer'. Kemudian pilih sampel acak (misalnya SR, SUR) dari cluster. Untuk mengambil sampel buah pada pohon secara seragam dan acak, ambil sampel cabang UR. Jika semua cluster memiliki probabilitas yang sama untuk terpilih, maka setiap unit dalam populasi memiliki probabilitas yang sama untuk muncul dalam sampel cluster. Desain fraksionator yang disajikan pada Gambar 2.3 adalah desain sampling cluster sistematis bersarang dua tahap. Unit pengambilan sampel primer adalah cabang primer, sedangkan cabang orde yang lebih tinggi berfungsi sebagai kelompok tahap kedua.

Pengambilan sampel bertingkat

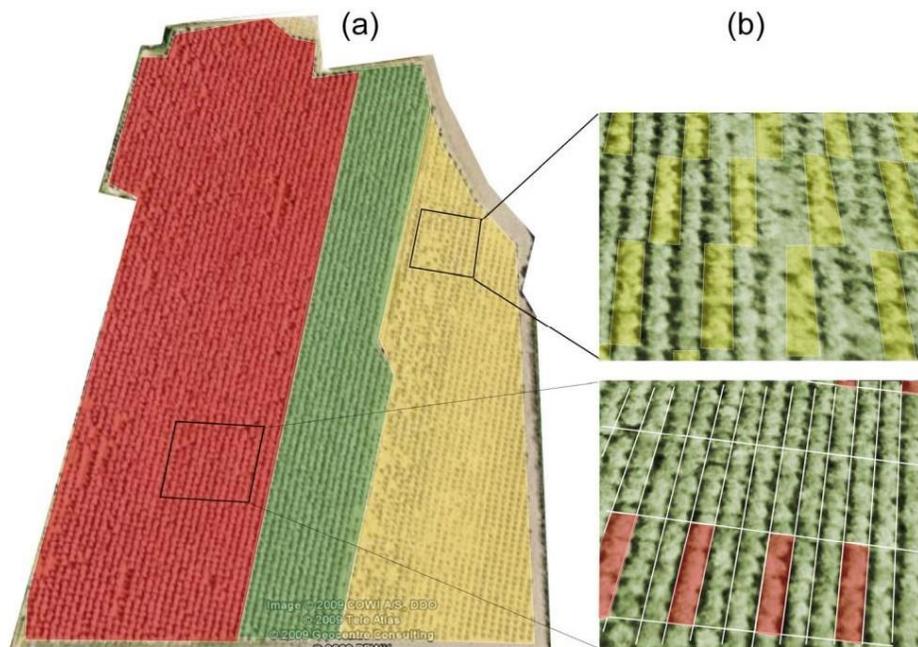
Stratified sampling menyediakan teknik untuk pengurangan varians. Populasi dipartisi menjadi himpunan bagian yang tidak tumpang tindih ('strata') dan setiap strata diperlakukan sebagai populasi terpisah untuk tujuan pengambilan sampel; sampel dipilih secara independen dari setiap strata (misalnya membutuhkan awal acak baru untuk setiap strata untuk SURS bertingkat). Strata dapat bersifat fisik atau konseptual. Dimungkinkan untuk membagi populasi yang tidak homogen menjadi subpopulasi (yang tidak perlu berdekatan secara spasial), yang masing-masing homogen secara internal. Contoh strata yang mungkin adalah cakrawala tanah, area biogeografis, zona morfologi di dalam tanaman dan zona pengelolaan berdasarkan variabel pendukung yang mudah diukur seperti indeks vegetasi, produktivitas hasil, sifat tanah dan/atau riwayat lapangan sebelumnya (Basso et al., 2001; Bramley dan Hamilton, 2004; Bramley, 2005; Taylor, 2004; Wulfsohn et al., 2006a; Zaman dan Schuman, 2006; Sciortino et al., 2008; Best dan Zamora, 2008). Manfaat stratifikasi diperoleh dengan menggunakan fraksi sampling yang berbeda pada strata yang berbeda (Gambar 2.6). Fraksi sampling yang lebih tinggi dapat digunakan dalam strata yang memiliki

kontribusi yang relatif tinggi terhadap total populasi untuk memastikan kontribusi mereka diperkirakan lebih akurat. Fraksi pengambilan sampel yang sangat kecil (tetapi bukan probabilitas nol) dapat digunakan di area lapangan (digambarkan sebagai strata) yang dikenal ganjil dan cenderung menimbulkan bias saat membuat peta manajemen untuk aplikasi laju variabel. Pengambilan sampel yang lebih intensif dapat digunakan pada strata yang variasinya besar, dan pengambilan sampel yang jarang diterapkan pada strata yang sifat-sifatnya lebih seragam secara spasial. Seber (2002) melaporkan bahwa keuntungan besar dalam presisi dapat diperoleh jika fraksi sampling dialokasikan untuk setiap strata sebanding dengan akar kuadrat dari kepadatan populasi di strata tersebut. Kepadatan sampel untuk pengujian unsur hara tanah tersebut dipilih berdasarkan pengetahuan sebelumnya tentang skala spasial variabilitas unsur hara tersebut atau mobilitasnya melalui profil tanah (misalnya Francis dan Schepers, 1997). McBratney dkk. (1999) mengusulkan prosedur iteratif untuk mempartisi lahan menjadi strata dengan varians yang kira-kira sama berdasarkan sampel data tambahan berkorelasi intensif seperti dari monitor tanaman atau tanah atau gambar udara. Gallego (2005) menjelaskan sebuah metode untuk menggabungkan pengambilan sampel stratifikasi, sistematis dan PPS dari citra satelit. Gambar 16 menunjukkan desain pengambilan sampel di mana pengambilan sampel stratifikasi dan kluster digabungkan untuk mengoptimalkan pengambilan sampel buah dari kebun, lima pohon dalam kluster akan diperlakukan sebagai urutan cabang yang berkelanjutan untuk subsampling lebih lanjut seperti dalam Wulfsohn et al. (2006a). Tujuan pengambilan sampel di seluruh kluster spasial (blok) pohon di setiap lokasi pengambilan sampel adalah untuk mengurangi kontribusi variabilitas lokal terhadap total penaksir varians, serupa dengan sampel tanah pengomposisian yang diperoleh dari daerah kecil.

Sampling yang diarahkan atau ditargetkan

Dalam program pengambilan sampel yang dilakukan untuk pertanian presisi, tujuan penting mungkin untuk mengidentifikasi area lapangan yang jelas berbeda dari bidang lainnya untuk membuat peta aplikasi tingkat variabel (Mulla, 1993; Francis dan Schepers, 1997). Sejumlah studi telah menggunakan desain pengambilan sampel 'diarahkan' atau 'ditargetkan', di mana pengambilan sampel dilakukan di wilayah lahan atau tanaman yang tampak berbeda secara visual dari lahan lainnya. Motivasi yang sering muncul adalah membuat resep yang akurat berdasarkan sampel yang relatif sedikit. Christensen dkk. (2005) dapat membedakan antara cekaman N, P dan NPK pada tanaman jagung menggunakan pemantulan visual-NIR dengan mengambil sampel tahap pertumbuhan daun tertentu di dalam tanaman, tetapi tidak berhasil ketika data pemantulan untuk seluruh tanaman digunakan. Pocknee (2000) menunjukkan bahwa pengambilan sampel tanah terarah lebih efektif untuk mengkarakterisasi pengelolaan kebun anggur zona. Untuk kendala ekonomi, banyak pengambilan sampel tanaman dan properti tanah untuk pertanian presisi telah dilakukan secara manual pada grid dengan jarak 100 m atau lebih (McBratney et al., 1999; Griffin, 1999). Jaringan reguler 100 m kadang-kadang terlalu kasar untuk menghasilkan resep yang akurat untuk pengelolaan tanah spesifik lokasi (misalnya Brooker et al., 1995, Brooker dan Warren, 1997) sementara dalam kasus lain mungkin tidak perlu intensif. Griffin (1999) dan Mulla dan McBratney (2002) menganjurkan pengambilan sampel yang ditargetkan sebagai pelengkap untuk desain pengambilan sampel yang ketat, misalnya melengkapi sampel yang diambil pada grid sistematis reguler dengan beberapa sampel yang diambil di lokasi di mana terdapat bukti yang terlihat dari perubahan besar dalam pengukuran. properti misalnya dari foto udara, peta induksi elektromagnetik atau dari pola di peta hasil yang diamati selama beberapa tahun. Bramley (2003) menunjukkan bahwa survei

tanah kebun anggur dapat ditingkatkan dengan menggunakan penginderaan tanah beresolusi tinggi dan pemodelan elevasi yang dilengkapi dengan kebenaran lapangan yang ditargetkan.



Gambar 16. Desain sampling cluster bertingkat. (a) Tiga zona pengelolaan (strata) telah diidentifikasi dalam sebuah kebun, misalnya berdasarkan zona hasil rendah, sedang dan tinggi dari citra penginderaan jauh (disorot menggunakan warna/nada yang berbeda). (b) Pada masing-masing strata, diterapkan desain nested cluster sampling, dengan fraksi sampling yang berbeda. Unit pengambilan sampel tahap pertama adalah blok dari lima pohon yang berdekatan dalam satu baris. Di zona hasil rendah (kanan), fraksi pengambilan sampel sistematis 1 dari 3 unit pengambilan sampel digunakan dengan awal acak yang seragam. Pada strata hasil tinggi (kiri), sampel sistematis 1 dari 9 unit pengambilan sampel dipilih dengan awal acak. Fraksi sampling menengah digunakan dalam strata hasil menengah (tengah). Dalam setiap unit sampling yang dipilih, sampel buah yang sistematis dapat diperoleh dengan menggunakan desain multistage seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 (mungkin dengan fraksi sampling yang berbeda di setiap zona untuk mendapatkan ukuran sampel total yang diinginkan di setiap strata). Estimator dari total populasi adalah penjumlahan dari estimasi dari tiga strata, dengan penghitungan yang tepat untuk fraksi sampling yang berbeda.

Pengambilan Sampel Geostatistik

Desain pengambilan sampel yang disajikan pada bagian di atas berbasis desain. Populasi dianggap tetap sementara desain sampling memperkenalkan keacakan dalam sampel. Ketika

pengamatan dilakukan di lokasi sampel dan tujuannya adalah untuk memprediksi nilai di lokasi non-sampel (prediksi spasial) atau untuk menentukan parameter regresi spasial, pendekatan berbasis model akan berguna. Nilai parameter populasi di lokasi x sekarang dianggap sebagai variabel acak z . Mengingat nilai sampel yang diamati di lokasi $\mathbf{X} = \{x_1, \dots, x_n\}$, tujuannya mungkin untuk memprediksi nilai z_0 di lokasi baru x_0 . Biasanya, nilai variabel yang diamati di lokasi nonsampel terdekat tidak independen satu sama lain.

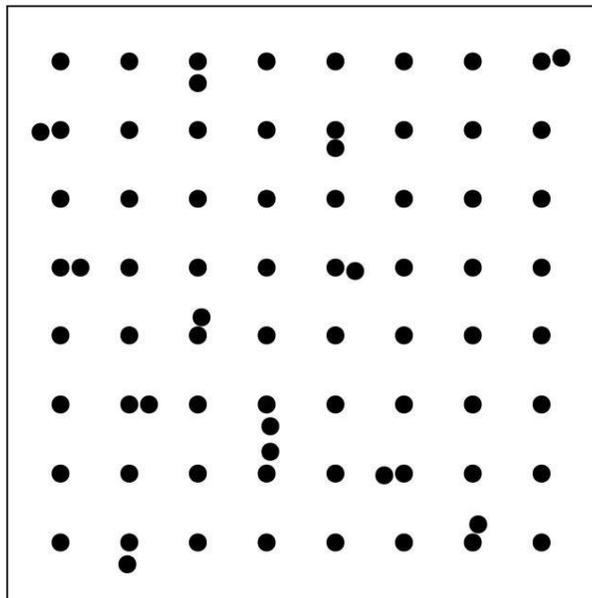
Mengingat pengukuran yang akurat di lokasi sampel, kriging memberikan interpolasi dengan bias paling kecil, dan dikenal sebagai prediktor tak bias linier terbaik (BLUP). Kriging adalah interpolator yang tepat, yaitu mengembalikan nilai pengukuran di lokasi pengamatan. Berbagai jenis simulasi kriging dan geostatistik untuk interpolasi data stasioner dan non-stasioner telah dijelaskan dalam beberapa buku teks [eg Matheron, 1963; Journé dan Huijbregts, 1978; Isaaks dan Srivistava, 1989; Cressie, 1993; Goovaerts, 1997; Lantuéjoul, 2002; Wackernagel, 2003]. Sejumlah penelitian telah membandingkan metode kriging dan interpolasi non-parameterik seperti metode jarak terbalik, tetangga terdekat, triangulasi Delauney dan spline kubik (Laslett et al., 1987; Isaaks dan Srivistava, 1989; Wollenhaupt et al., 1994; Gotway et al., 1996). Saat pengambilan sampel intensif dilakukan pada grid biasa, kriging, inverse distance, dan cubic splines memberikan prediksi yang serupa. Kriging umumnya unggul ketika data yang akan diinterpolasi memiliki struktur spasial yang dikembangkan dengan baik, dan diambil sampelnya pada lebih dari 70-80 titik dengan jarak kurang dari kisaran semivariogram dalam kelompok atau pada jarak yang tidak beraturan (Laslett et al., 1987 ; Gotway et al., 1996; Mulla dan McBratney, 2002).

Ada dua perhatian utama saat pengambilan sampel untuk prediksi spasial menggunakan kriging. Salah satunya adalah sampling untuk estimasi parameter. Kriging

membutuhkan pengetahuan tentang varians perbedaan antara lokasi sampel (variogram) atau kovarians. Pertimbangan kedua adalah penempatan sampel untuk meminimalkan varian yang terkait dengan interpolasi. Dilema umum adalah bahwa skema sampling yang dirancang secara geostatistik bergantung pada pengetahuan tentang semivariogram, namun semivariogram sering tidak diketahui sampai situs diambil sampelnya. Sampling yang dibutuhkan untuk menentukan semivariogram seringkali merupakan bagian terbesar dari tugas (Webster dan Burgess, 1984) tetapi desain sampling yang efisien untuk estimasi parameter belum tentu efisien untuk prediksi spasial. Kompromi tipikal adalah melengkapi grid sistematis dengan beberapa lokasi sampel yang terkait erat (Gambar 17). Diggle dan Lophaven (2006) menemukan bahwa menambahkan grid reguler dengan sejumlah tetap k dari titik tambahan yang ditempatkan secara acak secara seragam dalam radius kecil dari titik grid seperti pada Gambar 17 menghasilkan prediksi yang lebih akurat daripada grid reguler yang dilengkapi dengan grid yang diisi lebih halus di dalamnya. k sel yang dipilih secara acak dari grid utama. Pendekatan lain adalah menggunakan desain transek dengan titik-titik yang dipisahkan dengan mengurangi jarak sepanjang transek (Pettitt dan McBratney, 1993). Transek yang diputar secara sistematis yang diposisikan pada kisi yang sistematis dapat digunakan untuk menyelidiki anisotropi. Mungkin diperlukan untuk melakukan studi percontohan awal untuk menetapkan skala spasial. Pettitt dan McBratney (1993) mengulas pendekatan untuk desain dan analisis survei tanah untuk menyelidiki variasi spasial dari suatu atribut di mana sedikit atau tidak ada pengetahuan sebelumnya tentang skala variasi yang diketahui. Mereka mengusulkan pendekatan yang merupakan gabungan dari pendekatan berbasis desain dan mod.

Jumlah total sampel dan jarak antar sampel mempengaruhi keakuratan semivariogram

eksperimental (Goovaerts, 1997; Webster dan Oliver, 2007). Jarak antara titik sampel harus cukup kecil untuk menyelesaikan skala variasi ditingkat lapangan. Interval pengambilan sampel untuk program pengambilan sampel jaringan reguler harus dari $\frac{1}{4}$ hingga $\frac{1}{2}$ rentang semivariogram rata-rata dari properti yang diminati untuk mempertahankan pola variasi utama (Flatman dan Yfantis, 1984).



Gambar 17. Contoh desain sampling 'lattice plus close pairs' (Diggle dan Lophaven, 2006), ditujukan untuk prediksi spasial yang efisien ketika variogram juga tidak diketahui.

Webster dan Oliver (1992) merekomendasikan 100 hingga 150 lokasi data untuk mendapatkan semivariogram eksperimental yang andal untuk atribut tanah menggunakan sampling grid dan metode momen Matheron. Di mana variasi bersifat anisotropik, lebih banyak data mungkin diperlukan. Kerry dan Oliver (2007) menemukan bahwa semivariogram model yang memadai untuk sifat-sifat tanah di empat bidang di Inggris dapat diperoleh dengan menggunakan 50 lokasi pada jarak yang sesuai ketika metode residual maximum likelihood (REML) untuk estimasi

semivariogram digunakan. Pendekatan REML bersifat parametrik dan data diasumsikan mengikuti distribusi Gaussian multivariat (Patterson dan Thompson, 1971; Cressie, 1993; Pardo Igúzquiza, 1997). Metode REML tidak menghasilkan semivariogram eksperimental. Kombinasi linier dari sel data 'inkremen umum' digunakan untuk secara bersamaan menyaring tren dan memperkirakan parameter matriks varians-kovarians.

Ketika semivariogram diketahui, itu dapat digunakan untuk mengevaluasi desain pengambilan sampel yang berbeda bahkan sebelum sampel dikumpulkan. Salah satu jenis analisisnya adalah untuk menentukan jarak optimal dan penataan spasial grid untuk kriging dengan membandingkan rata-rata kesalahan prediksi kuadrat (disebut juga varian kriging). Varians kriging hanya bergantung pada semivariogram (atau fungsi kovarians) dan jarak antara lokasi sampel dan tanpa sampel, yang berarti dapat dihitung meskipun tidak ada pengukuran telah dilakukan di lokasi pengambilan sampel yang potensial. McBratney dkk. (1981), McBratney dan Webster (1981) dan Yfantis et al. (1987) mempertimbangkan masalah jarak n lokasi pengambilan sampel sistematis pada kisi-kisi persegi, segitiga, dan heksagonal untuk mencapai nilai varian kriging yang dapat diterima di wilayah yang diminati. Untuk jumlah lokasi tertentu per satuan luas, melakukan pengamatan pada simpul segitiga sama sisi meminimalkan varians kriging. Perolehan presisi biasanya sangat kecil sehingga grid persegi lebih umum digunakan (Webster dan Oliver, 2007).

Semivariogram dari data tambahan dapat juga digunakan untuk memandu jarak pengambilan sampel grid untuk properti berkorelasi (Kerry dan Oliver, 2003). Penempatan lokasi pengambilan sampel grid yang paling efisien adalah di tengah setiap sel grid (Webster dan Burgess, 1984).

Variasi kriging meningkat sebagai varian nugget, yaitu, varians karena kebisingan sampling dan

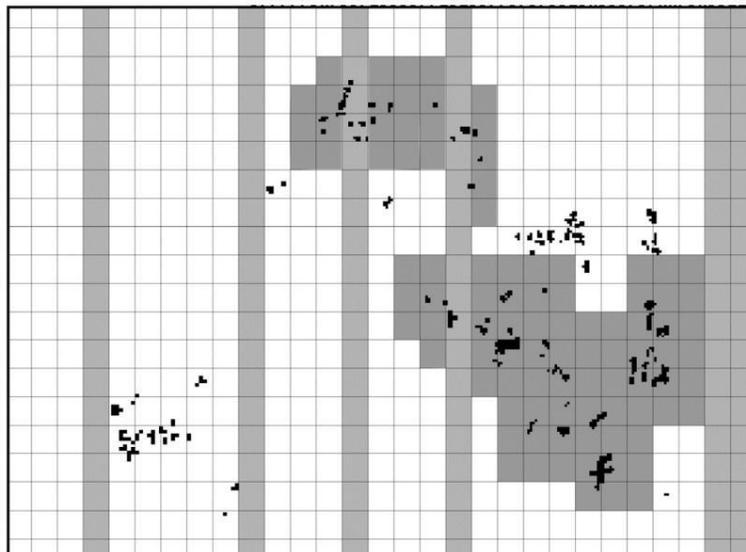
pengukuran, meningkat. Pengomposisian atau penimbunan sampel tanah atau biomassa di daerah kecil atau mengumpulkan sampel pada sekelompok tanaman (diperlakukan sebagai rata-rata blok) dapat digunakan untuk mengurangi fluktuasi jarak pendek yang menambah kebisingan. Tujuannya adalah untuk mengurangi beban kerja pengambilan sampel sambil mempertahankan beberapa presisi yang berasal dari ukuran sampel yang lebih besar. Model semivariogram yang dikombinasikan dengan persamaan kriging dapat digunakan untuk menentukan jumlah sampel komposit yang optimal untuk dikumpulkan di lokasi pengambilan sampel (Webster dan Burgess, 1984; Oliver et al., 1997). Variasi kriging dihitung untuk kombinasi pendukung yang berbeda (ukuran dan bentuk atau area) dan konfigurasi lokasi pengambilan sampel di dalam blok. Dari sini, kombinasi yang memenuhi toleransi untuk parameter tertentu dapat dipilih. Dengan tidak adanya batas toleransi, Oliver et al. (1997) merekomendasikan bahwa untuk pemetaan unsur hara tanah, 16 core disebar dari jarak beberapa meter dari lokasi pengambilan sampel. Kumpulan data kaya dapat digabungkan ke dalam kisi sel yang lebih besar, di mana setiap nilai sel mewakili rata-rata semua titik yang ada di dalam sel, untuk menghapus detail skala kecil yang tidak perlu. Perez Quezada dkk. (2003) menggabungkan data hasil panen ke dalam sel berukuran 20 m x 20 m, menggunakan cakupan masker yang sama dari tahun ke tahun, untuk membandingkan hasil panen pada tahun yang berbeda di lokasi yang sama. Bulking dan agregasi sampel melibatkan 'perubahan dukungan' dan nilai diperhalus. Bahkan di mana nilai rata-rata tidak terlalu dipengaruhi oleh pemulusan, variabilitas yang diamati (misalnya seperti yang dinyatakan oleh CV) dapat dikurangi secara substansial, khususnya di mana terdapat variabilitas skala kecil.

Sampling adaptif

Survei dan pemetaan populasi yang jarang dan terkelompok secara spasial seperti beberapa spesies gulma dan serangga atau penyakit atau hama tanaman yang menyerang lebih awal dapat memotivasi penggunaan desain pengambilan sampel adaptif (Thompson, 1992; Fleischer et al., 1999). Daripada memilih sampel unit sebelum survei, prosedur untuk memilih lokasi atau unit mungkin bergantung pada nilai variabel yang diamati selama survei (Thompson, 1992). Tujuannya adalah untuk mencapai peningkatan presisi atau efisiensi, dibandingkan dengan desain konvensional dengan ukuran sampel yang serupa, atau untuk meningkatkan jumlah elemen yang diamati untuk upaya pengambilan sampel tertentu. Sejumlah strategi sampling adaptif yang berbeda ada termasuk 'sampling berurutan' (Ghosh et al., 1997) dan 'sampling cluster adaptif' (Thompson dan Seber, 1996). Chao dan Thompson (2001) mempertimbangkan masalah pemilihan lokasi pengambilan sampel baru yang optimal untuk menambah susunan lokasi yang sistematis.

Dengan 'estimasi sekuensial' sejumlah unit sampling tetap dikumpulkan dan rata-rata atau total populasi diperkirakan bersama dengan ukuran ketidakpastian, misalnya batas interval kepercayaan atau CE, di bawah asumsi pola spasial penyakit atau *hama*. Jika ketidakpastian yang diprediksi berada dalam suatu sampling nilai yang diinginkan berhenti, jika tidak unit tambahan ditambahkan secara berurutan sampai ketidakpastian yang diinginkan diperoleh. Dengan pengambilan sampel sekuensial untuk klasifikasi, pengambilan sampel berakhir ketika jumlah individu yang cukup dikumpulkan sehingga kesimpulan mengenai populasi dapat ditarik dengan tingkat kepastian yang diinginkan. Rancangan sampling berurutan telah digunakan dalam sejumlah penelitian untuk pemantauan hama dan penyakit pada tanaman khusus (misalnya Allsopp, 1990; Hamilton dan Hepworth, 2004; Turechek dan Madden, 1999; Gent et

al., 2007). Pengambilan sampel sekuensial dapat berperilaku sangat buruk jika skema pengambilan sampel sekuensial dihentikan sebelum variasi dalam populasi ditangkap karena sampel unit serupa atau ketika populasi berkorelasi otomatis (Robinson dan Hamann, 2008). Dalam 'pengambilan sampel kluster adaptif' kumpulan unit pengambilan sampel primer dipilih menggunakan metode probabilitas, dan kapan saja sifat yang diamati dari unit pengambilan sampel primer memenuhi kriteria tertentu (misalnya gulma terdeteksi di plot) unit pengambilan sampel yang berdekatan ditambahkan ke sampel (Gambar 2.8). Sampling cluster adaptif biasanya akan memberikan indikasi yang lebih baik dari tingkat spasial populasi yang diminati daripada desain non-adaptif. Sampel yang dipilih umumnya tidak akan memberikan estimator rata-rata populasi atau total populasi yang tidak bias karena probabilitas inklusi mungkin tidak sepenuhnya diketahui. Thompson (1992) menjelaskan estimator desain yang tidak memihak rata-rata populasi dan total untuk beberapakluster adaptif dan desain kluster adaptif bertingkat.



Gambar 18. Desain pengambilan sampel kluster adaptif dengan pemilihan SR awal enam petak jalur. Sampel akhir disorot.

Keakuratan suatu estimator

Keakuratan suatu estimator dapat dianggap sebagai akumulasi dari dua sifat penting: bias (kesalahan sistematis, perbedaan antara nilai yang diharapkan dari suatu estimator dan nilai parameter sebenarnya) dan presisi (kesalahan acak atau derau). Kita dapat menguraikan kesalahan kuadrat rata-rata (MSE) menjadi jumlah dari bias dan varian estimator:

$$\text{MSE}(\hat{Q}) = \text{bias}^2(Q) + \text{var}(\hat{Q})$$

Kedua kuantitas itu penting dan harus cukup kecil untuk mencapai estimasi yang baik. Bias tidak dapat dideteksi dari data (Mandel, 1964). Properti ketidakberpihakan yang sangat diinginkan adalah konsekuensi dari pengambilan sampel UR (atau IUR). Prinsip penting dalam pengambilan sampel adalah bahwa varian sebagian besar diatur oleh ukuran sampel daripada oleh proporsi populasi yang termasuk dalam sampel, kecuali ketika mengambil sampel populasi kecil (Stuart, 1984; Thompson, 1992). Merancang sistem untuk memenuhi persyaratan pengambilan sampel yang tidak bias memungkinkan untuk mencapai presisi yang diinginkan dengan mengontrol ukuran sampel. Varians total (MSE) dari estimator yang tidak bias dapat ditulis

$$\text{MSE}(\hat{Q}) = \text{var}(\hat{Q}) = \text{var}(Q) + \text{var}_e(Q)$$

di mana $\text{var}(\hat{Q})$ adalah varian total (diamati), $\text{var}(Q)$ adalah varian biologis (atau alami, intrinsik) (yaitu variabilitas sebenarnya antara individu dalam populasi), dan $\text{var}_e(Q)$ adalah varian kesalahan pengambilan sampel. Varians biologis adalah satu-satunya varians yang berarti untuk tujuan pengelolaan. Persamaan juga dapat dinyatakan dalam bentuk koefisien

varians kuadrat tak berdimensi ($CV = SD/\text{mean}$, di mana SD adalah standar deviasi) dan koefisien kesalahan kuadrat ($CE = SEM/\text{mean}$, di mana SEM adalah standar error dari berarti) sebagai

$$CV^2(Q) = CV^2(Q) + CE^2(Q)$$

Untuk desain bersarang multistage, total penaksir varian dapat didekomposisi menjadi komponen karena setiap tahap pengambilan sampel (Cochran, 1977; Baddeley dan Jensen, 2004). Contoh disediakan oleh Wulfsohn et al. (2010) dan Aravena et al. (2010), masing-masing, untuk mengoptimalkan penduga luas permukaan kanopi dan hasil buah. Dalam banyak kasus cukup untuk merancang skema pengambilan sampel sehingga kontribusi varians kesalahan pengambilan sampel terhadap total varians yang diamati adalah kecil dibandingkan dengan varians biologis. Konvensi ini bertujuan untuk mencapai keseimbangan antara 2 presisi dan biaya. Gardi dkk. (2007b) menjelaskan perangkat lunak genggam yang dapat digunakan untuk membantu pengumpulan data menggunakan desain stereologi bertingkat dan mendapatkan perkiraan kontribusi varians karena setiap tahap pengambilan sampel. Koefisien kesalahan dari setiap estimator Q^{\wedge} dapat dihitung berdasarkan k realisasi independen.

$$1/5 CV^2 \leq CE^2 \leq 1/2 CE^2$$

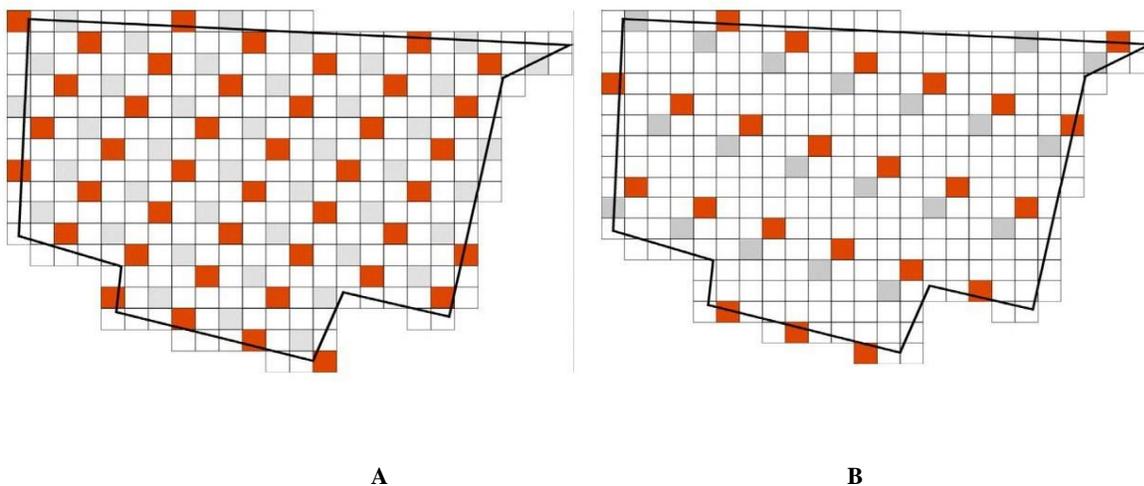
dari desain tersarang dapat diperkirakan dengan memasukkan replikasi independen pada setiap tingkat pengambilan sampel desain, misalnya untuk menentukan alokasi usaha yang optimal di seluruh tahap pengambilan sampel dari studi percontohan (Baddeley dan Jensen, 2004).

Variasi pengambilan sampel berulang independen untuk memperkirakan varians total dari setiap desain multistage yang kompleks, disediakan oleh metode "kelompok acak" (RG)

(Wolter, 1985). Kami menggunakan k sampel berulang sesuai dengan desain (misalnya k sampel sistematis untuk desain SUR) dengan pengulangan diterapkan pada tahap pengambilan sampel utama dan fraksi pengambilan sampel diskalakan secara proporsional sehingga menghasilkan ukuran sampel akhir yang sama. Gambar 2.9 mengilustrasikan perbedaan antara pengambilan sampel berulang dengan replikasi independen dan metode RG untuk desain yang ditunjukkan pada Gambar 2.1(c). Untuk desain pada Gambar 2.3, kita dapat menggunakan $k = 2$ ulangan pada tingkat pohon, diulangi misalnya $n = 8$ pohon yang dipilih secara acak dalam sebuah kebun, dan menghitung CE rata-rata,

$$CE^2(\hat{Q}) \approx \left(1 - \frac{1}{K}\right) \frac{1}{(k-1)} \frac{\sum_{i=1}^k (\hat{Q}_i - \bar{Q})^2}{(\bar{Q})^2}$$

Kami mendistribusikan pekerjaan di seluruh pohon (yang memiliki variabilitas biologis tinggi) daripada berusaha mendapatkan perkiraan yang tepat untuk masing-masing pohon. Metode RG umumnya bias untuk SUR yang umumnya ada ketergantungan antar sampel. Sebaliknya, perkiraan CE dari proporsionalator yang tidak bias (tetapi masih tidak tepat) (Bagian 2.2.2) dapat diperoleh tanpa biaya tambahan dengan mengambil $k = 2$ sampel independen masing-masing berukuran $n/2$ dan menerapkan Persamaan. 2.5. Estimator dari total yang sekarang digunakan adalah rata-rata dari dua estimasi independen, dengan hanya sedikit kehilangan presisi dibandingkan dengan menggunakan sampel tunggal berukuran n (Gardi et al., 2007a). Aravena dkk. (2010) menggunakan sub-sampling berulang dari *data sampel* pada setiap tahap pengambilan sampel dan dekomposisi varians untuk membangun model semi-empiris untuk estimator CE.



Gambar 19. Prosedur estimasi varians sampling berulang untuk desain SUR dengan ukuran sampel n dan periode $m = 7$, lih. Gambar 2.1(c). Perkiraan total populasi diperoleh dengan menghitung rata-rata perkiraan yang diperoleh dari dua sampel. (a) Resampling dengan periode SUR $m = 7$ dan dua ulangan independen.

Memprediksi varian estimator dari sampel tunggal

Dalam praktiknya, prosedur resampling dapat memakan waktu yang sangat lama dan metode untuk memperkirakan varian dari sampel tunggal diinginkan. Merancang prediktor varians yang cocok untuk desain SUR umumnya sangat sulit karena pengamatan sampel tidak independen.

Prediktor varians sampel tunggal umumnya bias, dengan tingkat bias

tergantung pada sejauh mana asumsi model dilanggar untuk populasi yang diteliti. Wolter (1985) membahas kinerja sejumlah besar prediktor varians. Distribusi Poisson, yang menurutnya $CE = 1/n$ (n adalah ukuran sampel), menyediakan model untuk menghitung derau dan sering dianggap sebagai permulaan titik untuk studi percontohan. Pendekatan transitif Matherons untuk memodelkan kovariogram adalah dasar dari beberapa prediktor varians sampel tunggal yang dikembangkan untuk desain pengambilan sampel sistematis dalam stereologi (Matheron, 1971; Cruz-Orive, 1989). Cruz-Orive (1990, 2004) mengusulkan model semi-empiris untuk memprediksi varian kesalahan sampling dari sampel fractionator. Maletti dan Wulfsohn (2006) mengevaluasi kinerja beberapa model dan resampling yang diterapkan pada pengambilan sampel pohon dengan fraksionator. Beberapa estimator telah diusulkan dilatarbelakangi oleh masalah pendugaan volume struktur dari sampel sistematis dari bagian area (misalnya Matheron, 1971; Gundersen dan Jensen, 1987; Cruz-Orive, 1989; Kiêu, 1997, Gundersen et al., 1999; García-Fiñana dan Cruz-Orive, 2004). Wulfsohn et al. (2010) menunjukkan bahwa model serupa dapat digunakan untuk memprediksi secara akurat komponen varian dari estimator luas permukaan tajuk yang menggabungkan sampling fraksionator daun dan penghitungan titik luas daun. Penghitungan titik (Gambar 2.2) menggunakan kisi-kisi 1,8 dan 4,3 cm² ditemukan untuk melakukan serta analisis gambar dan

meteran area komersial, masing- masing, untuk memperkirakan luas permukaan kanopi krisan.

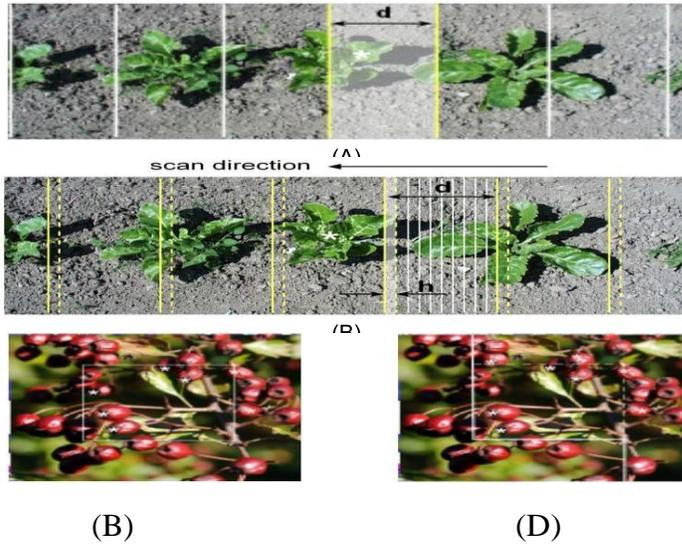
Sumber aturan penghitungan bias dan tidak bias

Tindakan pengambilan sampel struktur spasial dengan mengamatinya di jendela atau plot yang dibatasi memperumit estimasi karakteristik geometrik dengan hilangnya informasi karena efek tepi. Baddeley (1999) mengidentifikasi dua tipe utama dari efek tepi: 'sampling bias' di mana probabilitas mengamati suatu objek bergantung pada ukurannya dan 'sensor efek' di mana keseluruhan objek yang akan diukur tidak dapat diamati di dalam jendela. Sumber bias non-sampling termasuk artefak proyeksi, efek operator, dan bias yang timbul karena kesulitan dalam menentukan fitur yang menarik.

Ada dua pendekatan umum untuk menangani bias sampling:

Penggunaan aturan pengambilan sampel yang tidak memihak, misalnya 'disektor' (Sterio, 1984, Gambar 2.10(a)-(b)), aturan ubin (Gundersen, 1978, Gambar 2.10(c)), dan 'aturan titik terkait' (Miles, 1978) (Gambar 2.10(d)). Ini umumnya memerlukan beberapa informasi dari luar jendela sampling. Kami telah menggunakan aturan penghitungan/sampling disektor (a) dalam desain SUR untuk memperkirakan hasil total benih ketimun yang ditanam sebagai tanaman baris di lahan petani, mencapai presisi 10% atau lebih baik (laporan tidak dipublikasikan). Penggunaan metode weighted sampling. Biasanya ini adalah tipe spasial Horvitz-Thomson, di mana bias pengambilan sampel spasial dikoreksi dengan memberi bobot pada setiap objek sampel dengan kebalikan dari probabilitas pengambilan sampel, misalnya domain dapat ditesselasi dengan salinan jendela pengambilan sampel dan kemudian setiap objek sampel diberi bobot oleh kebalikan dari jumlah jendela yang memotongnya. Bias

pengamatan karena oklusi fitur yang diamati di bawah proyeksi, seperti pada gambar 2D, bisa sangat besar. Wulfsohn et al. (2006b) menemukan bias oklusi dalam penghitungan bunga dan buah pada pohon kecil sebesar -18% hingga - 31%. Dalam kombinasi dengan kesalahan oklusi, bias (baik positif maupun negatif) dapat muncul karena kesalahan dalam thresholding dan pengenalan fitur. Beberapa penelitian yang melaporkan algoritme untuk pengenalan otomatis apel menggunakan gambar 2D pohon telah mencapai tingkat pengenalan yang berhasil dari 56% menjadi 100% (biasanya 85-97%). Tingkat positif palsu biasanya kurang dari 5% (Bulanon et al., 2002; Stajanko et al., 2004; Tabb et al., 2006) tetapi bisa setinggi +15-83% (Stajanko et al., 2004). Bulanon dkk. (2002) melaporkan bias sebesar -18% (rata-rata 10 gambar) dalam kondisi pencahayaan yang buruk. Data Stajanko et al. (2004) menunjukkan bias sebesar -13% hingga +21% untuk rata-rata dari citra termal 20 pohon yang diperoleh pada empat tahap pengembangan. Dalam beberapa situasi juga dapat terjadi kesalahan yang cukup besar dalam merekam sampel. Dalam survei serangga di lapangan, sangat tidak mungkin setiap individu akan tertangkap atau terdeteksi. Saat melakukan pengamatan terhadap peristiwa yang sulit dideteksi atau kejadian langka seperti beberapa spesies gulma atau penyakit di sepanjang transek atau di petak, kemungkinan untuk mendeteksi suatu objek bergantung pada jaraknya dari pengamat serta ukurannya. Thompson (1992) menyajikan metode untuk mengestimasi dan memodelkan keterdeteksian, yaitu probabilitas objek dalam unit pengambilan sampel yang dipilih dapat diamati.



Gambar 20. Aturan penghitungan yang tidak bias digunakan untuk memilih objek dengan probabilitas yang sama di jendela terbatas yang diposisikan UR. (a) aturan 'Disektor' atau 'pertama kali' (Sterio, 1984). Objek diambil sampelnya jika tumpang tindih dengan strip yang dimaksud tetapi tidak melewati batas kanan strip (yaitu objek dipilih oleh strip pertama yang memotongnya, ketika strip diurutkan dari kanan ke kiri). Pabrik bertanda (*) diambil sampelnya dengan strip yang disorot. (b) Ilustrasi aturan pengambilan sampel 'disektor fisik' (Sterio, 1984). Strip yang lebih sempit dari lebar horizontal objek apa pun digunakan dalam contoh ini untuk mengembangkan fraksionator dengan $h/d = 1/10$ fraksi sampel untuk desain 'subsampling sistematis ganda'. Garis putus-putus disebut garis hitung sedangkan garis penuh disebut garis pencarian. Objek diambil sampelnya dengan strip lebar h jika memotong garis penghitungan tetapi tidak memotong garis pencarian. Pabrik yang ditandai dengan tanda bintang diambil sampelnya dengan strip yang disorot. (c) Aturan titik terkait (Miles, 1978) mengambil sampel 7 buah yang ditandai dengan tanda bintang, yang semuanya memiliki titik singgung kiri (tanpa dimensi) yang terletak di jendela pengambilan sampel. (d) Aturan ubin (Gundersen, 1978) diterapkan untuk sampel 8 buah yang ditandai dengan tanda bintang, yang semuanya tumpang tindih dengan jendela dan tidak melewati batas tak terhingga dengan garis yang ditarik penuh. (Foto tumbuhan di (a) dan (b) oleh Hans-Werner Griepentrog, University of Copenhagen).

Keterangan

Penerapan yang tepat dari prinsip pengambilan sampel diperlukan untuk mendapatkan penduga desain atau model yang tidak bias dari atribut populasi dan variabilitasnya dan ini sama benarnya apakah variabel diukur secara manual atau otomatis menggunakan sensor non-destruktif - mesin yang bergerak melalui ladang atau kebun, dilengkapi dengan sensor untuk mengukur hasil tanaman atau struktur melakukan 'pengambilan sampel spasial' (Wulfsohn et al., 2004). Dilengkapi dengan pengambilan sampel dasar dan teknik pengurangan varians yang diulas di bagian ini, terdapat fleksibilitas yang cukup besar untuk merancang protokol pengambilan sampel praktis untuk pertanian presisi tanah dan tanaman khusus. Pengetahuan sebelumnya dan informasi tambahan yang diperoleh dengan penginderaan jauh dan sensor tanaman dan tanah non-destruktif dapat digunakan dalam kerangka pengambilan sampel acak untuk merancang protokol yang memberikan keseimbangan yang tepat antara ketepatan statistik dan biaya (investasi waktu dan teknologi).

DESAIN SAMPLING UNTUK SURVEI PERTANIAN

Pendahuluan

FAO diakui oleh Divisi Statistik PBB sebagai organisasi yang bertanggung jawab atas standar statistik untuk sejumlah sektor termasuk pertanian, kehutanan, dan perikanan. Organisasi ini telah mendukung negara-negara sejak tahun 1950 untuk melaksanakan sensus pertanian nasional mereka melalui Program Dunia untuk Sensus Pertanian (WCA) yang mempromosikan penggunaan konsep, definisi, dan metodologi standar internasional.

Sensus pertanian pada umumnya ditujukan untuk dilakukan setiap sepuluh tahun sementara data pertanian yang lebih sering dan berkualitas diperlukan untuk perencanaan, pembiayaan, dan implementasi kebijakan pembangunan pertanian yang efektif, terutama di negara-negara berkembang. Survei pertanian secara alami merupakan solusi hemat biaya untuk statistik pertanian yang lebih rinci dan diperbarui di negara-negara untuk memenuhi kebutuhan data nasional dan internasional.

Metodologi yang diterapkan FAO bekerja pada desain survei untuk mendukung negara secara teknis dalam pelaksanaan survei pertanian. Dalam kebanyakan kasus, survei pertanian mencakup produksi tanaman dan ternak tetapi dalam beberapa konteks, Survei ternak khusus diperlukan terutama untuk ternak yang tidak menetap. Selain itu, untuk efektivitas biaya dan integrasi data di negara-negara, FAO merekomendasikan survei pertanian terpadu yang juga mencakup perikanan dan akuakultur dan menghasilkan statistik yang andal baik pada rumah tangga maupun kepemilikan pertanian. Oleh karena itu, bagian ini akan mencakup rancangan pengambilan sampel secara luas untuk (i) survei pertanian, (ii) survei ternak (menetap dan bergerak), dan (iii) survei pertanian dan rumah tangga terpadu.

Panduan pengambilan sampel untuk survei pertanian

Populasi

Populasi sasaran survei pertanian terdiri dari kepemilikan pertanian yang didefinisikan oleh WCA (FAO, 2015a) sebagai berikut: “unit ekonomi produksi pertanian di bawah pengelolaan tunggal yang terdiri dari semua ternak yang dipelihara dan semua lahan yang digunakan

seluruhnya atau sebagian untuk tujuan produksi pertanian, tanpa memperhatikan judul, bentuk hukum atau ukuran. Pengurus tunggal dapat dilakukan oleh seorang atau rumah tangga, secara bersama-sama oleh dua atau lebih orang atau rumah tangga, oleh marga atau suku, atau oleh suatu badan hukum seperti korporasi, koperasi, atau badan pemerintah. Tanah pemegang dapat terdiri dari satu atau lebih bidang tanah, yang terletak di satu atau lebih daerah terpisah atau dalam satu atau lebih pembagian teritorial atau administratif, asalkan bidang tanah itu berbagi alat produksi yang sama, seperti tenaga kerja, bangunan pertanian, mesin atau hewan penarik”. WCA membedakan dua jenis kepemilikan pertanian: (i) kepemilikan di sektor rumah tangga (dioperasikan oleh rumah tangga) dan (ii) kepemilikan di sektor non-rumah tangga (dioperasikan oleh struktur lain seperti perusahaan dan lembaga pemerintah). Istilah “rumah tangga pertanian” sering digunakan dalam sektor rumah tangga untuk merancang rumah tangga yang menjalankan usaha pertanian untuk kepentingan mereka sendiri (baik untuk dijual maupun untuk digunakan sendiri).

Kerangka pengambilan sampel

Untuk survei pertanian, FAO merekomendasikan penggunaan kerangka sampel utama untuk efektivitas biaya, konsistensi, dan integrasi statistik pertanian di negara-negara. Kerangka pengambilan sampel utama adalah kerangka yang memungkinkan pemilihan sampel yang berbeda (termasuk dari desain pengambilan sampel yang berbeda) untuk tujuan tertentu: survei pertanian, survei rumah tangga, dan survei manajemen pertanian. Bingkai seperti itu memungkinkan sampel menjadi ditarik untuk beberapa survei berbeda atau putaran berbeda dari survei yang sama, yang memungkinkan untuk menghindari pembuatan kerangka ad hoc untuk setiap survei (FAO, 2015b). Secara umum FAO merekomendasikan dua jenis kerangka sampling induk untuk survei pertanian terpadu (FAO, 2017): Kerangka ganda yang terdiri dari dua kerangka daftar: daftar

usaha pertanian (i) di sektor rumah tanggadan (ii) di sektor non-rumah tangga. Kedua daftar ini dapat dengan mudah dibuat dari sensus pertanian. Untuk sektor rumah tangga, pendekatan hemat biaya adalah menghubungkan sensus penduduk dan pertanian seperti yang disarankan oleh WCA 2020 (FAO, 2015a). Proses dasarnya bisa sebagai berikut: Pada saat persiapan sensus penduduk, batas geografis wilayah harus dipetakan secara digital; Modul pertanian yang akan dikumpulkan selama sensus penduduk harus dikembangkan, mempertimbangkan informasi dasar untuk menstratifikasi kepemilikan; Setelah sensus penduduk, daftar lengkap kepemilikan pertanian dapat dibuat, bersama dengan daftar pelengkap kepemilikan sektor non-rumah tangga, sebagai MSF untuk AGRIS. Namun, dalam hal ini perlu diperhatikan bahwa proses pengolahan data sensus penduduk mungkin memerlukan waktu yang lama sebelum data tersebut dapat digunakan untuk keperluan pengambilan sampel. Penggunaan perangkat lunak CAPI untuk pengumpulan data akan mengurangi waktu pemrosesan data. Alternatifnya, database dari sensus penduduk sebelumnya dapat digunakan jika berisi informasi yang cukup untuk mengidentifikasi individu yang mempraktikkan kegiatan pertanian untuk akun mereka sendiri. Untuk kepemilikan di sektor non-rumah tangga, titik awalnya adalah menggunakan daftar usaha peternakan termasuk daftar usaha nasional dan daftar usaha informal organisasi petani dan melakukan upaya untuk menangani kemungkinan tumpang tindih yang besar di antara keduanya. Selain itu, semua daftar lain yang relevan harus dipertimbangkan termasuk daftar lembaga pemerintah (pusat penelitian pertanian, sekolah, rumah sakit, penjara, dll.) dan organisasi non-pemerintah yang mengoperasikan peternakan. Pengetahuan lokal dan informasi dari penyuluh dan otoritas lokal umumnya juga membantu dalam proses itu.

Bingkai rangkap yang terdiri dari satu bingkai wilayah dan dua bingkai daftar (peningkatan kepemilikan lahan). ternak dan kepemilikan pertanian komersial besar).

Ini direkomendasikan untuk negara-negara yang menggunakan kerangka area untuk survei pertanian. Mempertimbangkan bahwa kerangka wilayah tidak mencakup kepemilikan tak bertanah yang memelihara ternak, daftar pelengkap dari kepemilikan ini direkomendasikan. Selain itu, jika kepemilikan pertanian komersial besar kebetulan diambil sampelnya dari kerangka area, mereka mungkin berperilaku seperti outlier. Oleh karena itu, daftar kedua kepemilikan pertanian komersial besar direkomendasikan (FAO, 2017).

Stratifikasi

Stratifikasi primer yang direkomendasikan terdiri dari membagi wilayah domain utama menjadi tiga strata: daerah perkotaan, daerah pinggiran kota dan daerah pedesaan. Batas antara strata ini harus tampak pada materi kartografi. Jika tersedia, strata tambahan berdasarkan Zona Agro-Ekologi mungkin relevan, terutama untuk mengintegrasikan masalah kesuburan tanah dan lingkungan. Strata sekunder dapat didasarkan pada karakteristik penting dari kepemilikan yang dapat ditemukan dalam kerangka daftar. Contoh karakteristik penting termasuk intensitas panen atau keberadaan ternak di kandang. Jika kategori kepemilikan tertentu merupakan kepentingan tertentu bagi negara tersebut, penggunaan strata berbasis kepemilikan tertentu dapat dipertimbangkan untuk analisis selanjutnya. Data administratif mungkin berguna untuk tujuan stratifikasi. Dalam kerangka desain pengambilan sampel dua tahap, stratifikasi unit pengambilan sampel primer (PSU) sangat dianjurkan, karena dalam jenis desain ini, sebagian besar variabilitas keseluruhan berasal dari varian antar PSU. Stratifikasi yang direkomendasikan di atas harus dilakukan dalam kerangka sampling PSU.

Desain sampel

Kedua subpopulasi usaha pertanian (sektor rumah tangga dan non rumah tangga) umumnya memiliki karakteristik yang berbeda yang biasanya memerlukan desain pengambilan sampel yang berbeda. Rekomendasi umum desain pengambilan sampel disajikan pada tabel di bawah ini.

| Jenis bingkai Sub-bingkai | | Unit sampel | Desain Pengambilan Sampel | Skema pengambilan sampel |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Beberapa bingkai bingkai daftar | Holdings sektor rumah tangga | AH rumah tangga sektor | Stratifikasi dua tahap | Tahap 1 : PPS dari PSU (EA). Tahap 2 : SRSWOR rumah tangga pertanian |
| | Holdings sektor nonrumah tangga | AH dari sektor non rumah tangga | Stratifikasi satu tahap | SRSWOR kepemilikan pertanian tahap 1 : PPS PSU |
| Banyak bingkai dari bingkai area dan bingkai daftar | Bingkai daerah | Segmen atau poin tahap | Stratifikasi dua tahap | (segmen atau kisi/cluster poin) Tahap 2 : SRSWOR poin |
| | Daftar | - AH tak bertanah memelihara ternak - Kepemilikan komersial besar | Stratifikasi satu tahap | SRSWOR kepemilikan pertanian |

Desain membujur

Program Sensus Pertanian Dunia merekomendasikan untuk melaksanakan setidaknya satu Sensus Pertanian setiap sepuluh tahun. Data sensus tersebut kemudian digunakan untuk membangun kerangka sampling dan merancang sistem survei pertanian yang idealnya dilakukan setiap tahun selama periode intersensital. Untuk memfasilitasi analisis longitudinal dari satu tahun ke tahun berikutnya selama siklus survei, strategi pengambilan sampel FAO untuk survei pertanian merekomendasikan penggunaan desain rotasi panel atau sampel parsial. Desain panel memungkinkan analisis cross sectional dan longitudinal dengan, secara teori, semua unit sampel. Ini lebih murah dan memberikan beberapa keuntungan operasional, karena enumerator harus mewawancarai kepemilikan yang sama setiap tahun. Namun, sampel panel dapat mengalami gesekan dan keusangan yang akan menghalangi keterwakilannya dan meningkatkan kesalahan pengambilan sampel. Skema rotasi parsial adalah alternatif yang bagus untuk mengatasi masalah pengurangan sampel melalui pembaharuan bagian sampel sambil memungkinkan analisis longitudinal selama dua kesempatan survei yang berbeda.

Dalam kasus pengambilan sampel satu tahap, sampel bergilir dipilih baik secara langsung dalam populasi atau di setiap strata jika dilakukan stratifikasi. Dalam kerangka pengambilan sampel multistage, rotasi disarankan pada tahap pemilihan akhir. Oleh karena itu, dengan pengambilan sampel dua tahap, disarankan untuk memutar unit pengambilan sampel sekunder (SSU) daripada unit pengambilan sampel primer (PSU). Graham (1963) mengakui keuntungan biaya yang terkait dengan mempertahankan satu set PSU tetap meskipun variabilitas yang lebih tinggi di antara mereka dapat diperhatikan dalam beberapa kasus dan merekomendasikan secara definitif rotasi unit pengambilan sampel tahap yang

lebih tinggi. Faktanya, merotasi PSU akan lebih mahal karena berarti memperbarui lebih banyak populasi (populasi SSU di lebih banyak sampling kelompok rotasi (Srinath dan Carpenter 1995).

Survei pertanian dan rumah tangga terpadu

Survei pertanian dan rumah tangga terpadu merupakan survei multiguna dengan dua tujuan estimasi utama: menghasilkan estimasi seluruh populasi (pertanian dan non-pertanian)

Kerangka pengambilan sampel

Kerangka pengambilan sampel yang ideal adalah kerangka jamak dari dua daftar: (i) daftar lengkap rumah tangga (pertanian dan non-pertanian) dan (ii) daftar lengkap kepemilikan pertanian di sektor non-rumah tangga di negara tersebut.

Daftar pertama, yang dapat dikembangkan dari sensus penduduk dan perumahan baru-baru

Rumah tangga pertanian
dan non pertanian

Usaha pertanian di
Sektor non rumah tangga

Desain sampel dan ukuran sampel

Pengambilan sampel acak sederhana (atau sistematis) bertingkat tanpa penggantian biasanya cocok untuk populasi pertanian di sektor non-rumah tangga. Biasanya tampaknya cukup untuk menghitung ukuran sampel berdasarkan persyaratan estimasi proporsi yang akurat karena keragaman dan spesialisasi (ternak menurut spesies, tanaman, campuran...) dari populasi tersebut.

Mengenai populasi rumah tangga, pengambilan sampel dua tahap bertingkat efektif dalam konteks sebagian besar negara berkembang. Unit sampling primer (PSU) biasanya adalah wilcah yang digunakan pada sensus penduduk sebelumnya dan unit sampling sekunder (SSU) adalah rumah tangga. Ukuran sampel rumah tangga harus memastikan estimasi yang andal dari

variabel-variabel kunci terkait rumah tangga (mis. pendapatan) dalam populasi rumah tangga (A dan B) dan estimasi yang andal dari variabel terkait pertanian (mis. luas tanam) dari sub populasi rumah tangga pertanian (A) karena rumah tangga di sub populasi B tidak melakukan pertanian. Untuk menghitung ukuran sampel minimum rumah tangga untuk memenuhi tujuan ini, rumus perkiraan yang biasaberdasarkan koefisien variasi dapat digunakan.

Populasi Sasaran Program

Sejalan dengan tujuan pengukuran Inisiatif, populasi sasaran program survei adalah (i) semua rumah tangga di daerah pedesaan, dan (ii) semua kepemilikan pertanian di negara tersebut. Program Pertanian mencakup semua usaha pertanian (baik di sektor rumah tangga maupun non rumah tangga) sebagai populasi yang diminati, sedangkan Program Terpadu menggabungkan survei berbasis rumah tangga dengan survei pertanian berbasis pertanian, mencakup semua rumah tanggadi pedesaan dan semua kepemilikan pertanian sebagai populasi yang diminati.

| | Agricultural sector | | Non-Agricultural sector |
|-------------|--------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| | <i>Non-household sector holdings</i> | <i>Agricultural households</i> | <i>Non-agricultural households</i> |
| Rural areas | | | |
| Urban areas | | | |

Agricultural Survey Program

Integrated Agricultural and Rural Survey Program

Gambar 20. Cakupan dan populasi minat program pertanian dan program terpadu

Rumah Tangga

Inisiatif ini akan mempertimbangkan, sebagai referensi, definisi rumah tangga yang ditetapkan oleh Dunia PBB Program Sensus Penduduk dan Perumahan 2020 (PBB, 2017):

”Konsep rumah tangga didasarkan pada pengaturan yang dibuat oleh orang-orang, secara individu atau kelompok, untuk menyediakan makanan atau kebutuhan hidup lainnya bagi diri mereka sendiri. Rumah tangga dapat berupa (a) rumah tangga satu orang, yaitu, seseorang yang menyediakan makanannya sendiri atau kebutuhan pokok lainnya untuk hidup tanpa bergabung dengan orang lain untuk menjadi bagian dari rumah tangga banyak orang, atau (b) rumah tangga banyak orang, artinya, sekelompok dua orang atau lebih yang tinggal bersama yang membuat ketentuan umum untuk makanan atau kebutuhan hidup lainnya. Orang-orang dalam kelompok dapat mengumpulkan sumber daya mereka dan mungkin memiliki anggaran bersama; mereka mungkin terkait atau tidak terkait, atau merupakan kombinasi dari orang-orang yang terkait dan tidak terkait”.

Jika definisi nasional berbeda dari definisi PBB, Inisiatif akan membantu negara-negara mengidentifikasi implikasi dari penggunaan definisi yang berbeda dan membantu mereka bergerak menuju definisi yang direkomendasikan.

Kepemilikan Pertanian

Definisi yang diadopsi untuk kepemilikan pertanian adalah dari FAO World Program for the Census of Pertanian (WCA) 2020 (FAO, 2015a):

“Kepemilikan pertanian adalah unit ekonomi dari produksi pertanian di bawah manajemen tunggal, yang terdiri dari semua ternak yang dipelihara dan semua tanah yang digunakan seluruhnya atau sebagian untuk tujuan produksi pertanian, tanpa memperhatikan kepemilikan, bentuk hukum atau ukuran. Pengurus tunggal dapat dilakukan oleh seorang atau rumah tangga, secara bersama-sama oleh dua atau lebih orang atau rumah tangga, oleh marga atau suku, atau oleh suatu badan hukum seperti korporasi, koperasi, atau badan pemerintah. Tanah induk

dapat terdiri dari satu atau lebih bidang tanah, yang terletak di satu atau lebih daerah terpisah atau dalam satu atau lebih pembagian teritorial atau administratif, asalkan bidang tanah itu berbagi alat produksi yang sama, seperti tenaga kerja, bangunan pertanian, mesin atau hewan penarik.”

WCA membedakan dua jenis kepemilikan pertanian: (i) kepemilikan di sektor rumah tangga dan (ii) kepemilikan di sektor non-rumah tangga.

Holdings di sektor rumah tangga

Secara garis besar, usaha pertanian di sektor rumah tangga adalah usaha yang dilakukan oleh anggota rumah tangga untuk kepentingan sendiri (baik untuk dijual maupun untuk digunakan sendiri). Di beberapa negara, ambang batas (batas ukuran minimum) diadopsi untuk menentukan kepemilikan pertanian (seperti luas lahan pertanian yang dioperasikan atau jumlah ternak yang dipelihara).

Rumah tangga yang mengoperasikan lahan pertanian untuk kepentingan mereka sendiri sering disebut “rumah tangga produksi pertanian”, atau sederhananya, “rumah tangga pertanian”. Seperti disebutkan dalam WCA, biasanya ada korespondensi satu-ke-satu antara rumah tangga pertanian dan perusahaan pertanian. Dengan kata lain, semua kegiatan produksi pertanian oleh anggota rumah tangga pertanian tertentu biasanya dilakukan di bawah manajemen tunggal. Tidak lazim bahwa anggota rumah tangga yang berbeda mengelola lahan pertanian atau peternakan secara mandiri, sebaliknya mereka cenderung mengumpulkan pendapatan yang diperoleh dari kegiatan ini. Bahkan jika ada tingkat kemandirian dalam kegiatan pertanian mereka, pendapatan atau produksi yang dihasilkan oleh anggota rumah tangga yang berbeda biasanya dikumpulkan. Namun, meskipun tidak biasa, FAO (2015a) menyebutkan dua kasus khusus di mana konsep pertanian dan rumah tangga mungkin berbeda.

Jika ada dua unit atau lebih dalam suatu rumah tangga, misalnya sepasang suami istri yang tinggal serumah dengan orang tua/mertuanya, maka kedua unit tersebut dapat mengelola

lahan secara mandiri, tetapi sebagai anggota rumah tangga yang sama, mereka membuat kesepakatan bersama. untuk makanan dan mengumpulkan pendapatan mereka. Dalam hal ini ada satu rumah tangga tetapi dua kepemilikan terpisah.

Holdings di sektor rumah tangga

Secara garis besar, usaha pertanian di sektor rumah tangga adalah usaha yang dilakukan oleh anggota rumah tangga untuk kepentingan sendiri (baik untuk dijual maupun untuk digunakan sendiri). Di beberapa negara, ambang batas (batas ukuran minimum) diadopsi untuk menentukan kepemilikan pertanian (seperti luas lahan pertanian yang dioperasikan atau jumlah ternak yang dipelihara).

Rumah tangga yang mengoperasikan lahan pertanian untuk kepentingan mereka sendiri sering disebut “rumah tangga produksi pertanian”, atau sederhananya, “rumah tangga pertanian”. Seperti disebutkan dalam WCA, biasanya ada korespondensi satu-ke- satu antara rumah tangga pertanian dan perusahaan pertanian. Dengan kata lain, semua kegiatan produksi pertanian oleh anggotarumah tangga pertanian tertentu biasanya dilakukan di bawah manajemen tunggal. Tidak lazim bahwa anggota rumah tangga yang berbeda mengelola lahan pertanian atau peternakan secara mandiri, sebaliknya mereka cenderung mengumpulkan pendapatan yang diperoleh dari kegiatan ini. Bahkan jika ada tingkat kemandirian dalam kegiatan pertanian mereka, pendapatan atau produksi yang dihasilkan oleh anggota rumah tangga yang berbeda biasanya dikumpulkan.

Namun, meskipun tidak biasa, FAO (2015a) menyebutkan dua kasus khusus di mana konsep pertanian dan rumah tangga mungkin berbeda:

Jika ada dua unit atau lebih dalam suatu rumah tangga, misalnya sepasang suami istri yang tinggal serumah dengan orang tua/mertuanya, maka kedua unit tersebut dapat mengelola lahan secara mandiri, tetapi sebagai anggota rumah tangga yang sama, mereka membuat kesepakatan bersama. untuk makanan dan mengumpulkan pendapatan mereka. Dalam hal ini ada satu rumah tangga tetapi dua kepemilikan terpisah.

Selain kegiatan produksi pertanian oleh satu rumah tangga, satu rumah tangga dapat mengelola lahan atau memelihara ternak secara bersama-sama dengan rumah tangga atau kelompok rumah tangga lainnya. Dalam hal ini, ada dua unit usahapertanian yang terkait dengan rumah tangga dan dua rangkaian kegiatan: (i) kegiatan produksi pertanian dari rumah tangga itu sendiri; dan (ii) operasi pertanian bersama dengan rumah tangga lain.

Holdings di Sektor non Rumah Tangga

WCA menganggap kepemilikan sektor non-rumah tangga sebagai kepemilikan pertanian yang dioperasikan oleh entitas seperti korporasi, lembaga pemerintah, koperasi, dll. Definisi yang jelas tentang kepemilikan non-rumah tangga yang berbeda dari kepemilikan di sektor rumah tangga sangat penting karena memiliki hubungan langsung implikasi pada desain sampling. Dalam beberapa konteks, kebingungan dapat timbul antara sektor rumah tangga dan non-rumah tangga, khususnya yang berkaitan dengan rumah tangga yang menjalankan pertanian komersial besar/modern yang dapat diklasifikasikan sebagai kuasi-korporasi dalam Sistem Neraca Nasional.

Asalkan daftar bisnis adalah salah satu sumber utama untuk menetapkan kerangka sampling untuk rumah tangga non-rumah tangga, FAO menyarankan penggunaan pendaftaran tersebut sebagai kriteria untuk mengklasifikasikan perusahaan semu di sektor non-rumah tangga. Oleh karena itu, kepemilikan di sektor non-rumah tangga dapat dianggap sebagai kepemilikan pertanian yang dioperasikan oleh:

- Korporasi sebagaimana didefinisikan oleh Sistem Akun Nasional.
- Instansi pemerintah (entitas produksi pertanian yang dioperasikan oleh Pemerintah pusat atau daerah langsung atau melalui badan khusus).
- Koperasi.
- Lembaga rumah tangga seperti rumah sakit, sekolah, penjara, lembaga keagamaan, dll.
- Lembaga nirlaba.
- Kuasa-korporasi terdaftar: rumah tangga dengan operasi pertanian besar/modern atau spesifik di mana aliran pendapatan dan pengeluaran dari kegiatan pertanian dapat

dipisahkan dari kegiatan rumah tangga lainnya, dan operasi tersebut muncul dalam daftar bisnis nasional.

Korporasi dan lembaga pemerintah mungkin memiliki struktur yang kompleks, di mana aktivitas yang berbeda dilakukan oleh berbagai bagian organisasi. Dalam beberapa kasus, perusahaan dapat terdiri dari 'pendirian' yang berbeda yang akan membentuk kepemilikan pertanian yang berbeda. WCA menyarankan untuk menggunakan konsep pendirian akuntansi nasional ketika berurusan dengan perusahaan dalam daftar pertanian non-rumah tangga, di mana pendirian adalah unit ekonomi yang terlibat dalam satu kegiatan produktif utama, yang beroperasi di satu lokasi (FAO, 2015a). Misalnya, sebuah perusahaan yang memiliki dua perusahaan berbeda di lokasi berbeda akan dianggap sebagai dua kepemilikan pertanian yang berbeda.

Peternakan khusus

Beberapa negara mungkin memiliki minat khusus pada pertanian khusus (pertanian komersial, pertanian besar, pertanian modern, pertanian khusus, dll.) yang dapat berada di sektor rumah tangga dan non-rumah tangga. Dalam kerangka itu, penting untuk mengembangkan definisi yang jelas tentang tambak-tambak ini untuk dipertimbangkan dalam prosedur pengambilan sampel dan estimasi. Prosedur estimasi dengan dua frame yang tumpang tindih (dual-frame sampling).

Bingkai Sampling

Kerangka pengambilan sampel yang berkualitas diperlukan untuk menghasilkan estimasi survei yang andal. Dalam rangka survei pertanian, FAO (2017) menyebutkan isu-isu kerangka sampling yang sering dihadapi dan harus dihindari:

Kerangka yang kurang tercakup atau tidak lengkap: kegagalan untuk menyertakan beberapa holding dalam kerangka pengambilan sampel. • Over-coverage: beberapa unit yang bukan lahan pertanian dimasukkan dalam kerangka. Misalnya, kepemilikan yang tercantum dalam bingkai tetapi tidak ada lagi. Multiplisitas: beberapa kepemilikan digandakan, meningkatkan kemungkinan inklusi mereka dalam sampel.

Kelompok elemen: beberapa kepemilikan dalam kerangka, pada kenyataannya, merupakan kelompok kepemilikan daripada kepemilikan individu. Hal ini biasanya disebabkan oleh

kesalahpahaman definisi holding di pihak beberapa enumerator, yang menginventarisasi dua atau lebih holding sebagai satu kesatuan.

Proyek penelitian tentang kerangka pengambilan sampel untuk statistik pertanian, yang dilaksanakan oleh FAO dalam kerangka Strategi Global untuk Meningkatkan Statistik Pertanian dan Pedesaan, menyoroti pentingnya menggunakan kerangka pengambilan sampel utama untuk efektivitas biaya, konsistensi, dan integrasi statistik pertanian di negara-negara. Kerangka pengambilan sampel utama adalah kerangka yang memungkinkan pemilihan sampel yang berbeda (termasuk yang berasal dari desain pengambilan sampel yang berbeda) untuk tujuan tertentu: survei pertanian, survei rumah tangga, dan survei manajemen pertanian. Kerangka seperti itu memungkinkan pengambilan sampel untuk beberapa survei berbeda atau putaran berbeda dari survei yang sama, sehingga memungkinkan untuk menghindari pembuatan kerangka ad hoc untuk setiap survei (FAO, 2015).

Ikhtisar survei multi-bingkai

Secara umum, survei multi-bingkai mengacu pada survei di mana dua atau lebih bingkai digunakan dan sampel independen dipilih dari setiap bingkai. Secara khusus, penggunaan dua kerangka pengambilan sampel untuk survei sampel disebut survei kerangka ganda. Dalam literatur, penggunaan banyak frame dalam survei dilatarbelakangi oleh berbagai alasan, antara lain:

Tidak adanya bingkai dengan cakupan lengkap dari populasi yang diminati

ada situasi di mana sulit (atau terkadang tidak mungkin bagi beberapa populasi) untuk mendapatkan bingkai dengan cakupan lengkap. Solusinya adalah dengan menggunakan banyak kerangka pada populasi yang sama untuk cakupan yang lebih baik, mengeksplorasi kekuatan dan mengimbangi kelemahan dari setiap jenis kerangka.

Menghasilkan statistik yang dapat diandalkan tentang subpopulasi, atau populasi yang langka dan sulit dijangkau tergantung kepentingan negara

Keuntungan yang terkait dengan penggunaan beberapa kerangka meliputi (i) penghematan biaya sebagai akibat dari pengambilan sampel yang terlalu sedikit dan kerangka yang lebih murah (misalnya, area dan daftar kerangka), dan (ii) memiliki lebih banyak fleksibilitas dalam desain

survei untuk biaya survei kontrol yang lebih baik, cakupan, tingkat respon, akurasi (penggunaan desain sampling yang berbeda untuk frame yang berbeda; dan penggunaan mode pengumpulan data yang berbeda, misalnya, wawancara tatap muka, telepon, dan web). Dalam kerangka survei pertanian, pendekatan ini memfasilitasi cakupan semua kepemilikan pertanian baik di sektor rumah tangga maupun non-rumah tangga, (ii) penggunaan desain pengambilan sampel yang paling sesuai yang direkomendasikan untuk setiap jenis kepemilikan, dan (iii) produksi statistik yang andal pada pertanian khusus yang diminati negara. Namun, prosedur estimasi bisa sangat rumit, khususnya ketika jumlah kerangka menjadi tinggi (biasanya lebih dari tiga).

Ada dua persyaratan penting untuk penggunaan survei multi-bingkai:

Kelengkapan:

penyatuan semua kerangka harus menyediakan cakupan penuh dari populasi sasaran. Dengan caraini, setiap elemen harus dicantumkan setidaknya di salah satu bingkai.

Dapat diidentifikasi:

untuk unit sampel apa pun, harus dapat dipahami apakah termasuk atau tidak salah satu frame.

Bila tidak ada tumpang tindih, prosedur estimasi langsung, karena sampel independen dipilih dari masing-masing untuk pelaksanaan survei. Di hadapan tumpang tindih, metode yang diusulkan dalam literatur untuk estimasi dual-frame dibahas dibawah ini.

Pekerjaan metodologi pada strategi pengambilan sampel Survei Pertanian Terpadu (AGRIS) merekomendasikan dua jenis kerangka pengambilan sampel induk untuk survei pertanian terpadu (FAO, 2017):

1. Kerangka rangkap yang terdiri dari dua kerangka daftar: daftar usaha pertanian di (i) sektor rumah tangga, dan (ii) sektor non-rumah tangga.
2. Kerangka ganda yang terdiri dari kerangka wilayah dan dua kerangka daftar berikut untuk (i) kepemilikan tak bertanah yang memelihara ternak, dan (ii) kepemilikan Pertanian komersial besar.

Kedua rekomendasi kerangka ganda berlaku untuk Program Survei Pertanian (tanpa sampel rumah tangga non-pertanian pedesaan) dari Inisiatif 50x2030. Namun, untuk Program Survei

Pertanian dan Pedesaan Terpadu, rekomendasi pertama (digabungkan dengan kerangka rumah tangga pedesaan) adalah yang paling tepat. Bahkan, ini sesuai dengan kebutuhan untuk memilih sampel rumah tangga yang representatif (terlepas dari keterlibatan pertanian) di daerah pedesaan.

Menggunakan kerangka wilayah akan mengarah pada sampel tidak langsung dari rumah tangga pertanian tanpa jaminan keterwakilan mengenai jenis rumah tangga yang tercakup (rincian lebih lanjut disediakan di bagian metode pengambilan sampel). Namun, untuk lebih meningkatkan estimasi luas dan produksi pertanian, kerangka wilayah dapat dikaitkan dengan kerangka daftar rumah tangga dalam skema kerangka ganda.

Bingkai untuk Program Survei Pertanian dan Pedesaan Terpadu

Kerangka Program Survei Pertanian dan Pedesaan Terpadu harus mencakup rumah tangga pedesaan (terlepas dari keterlibatan pertanian) dan semua kepemilikan pertanian di negara tersebut. Oleh karena itu, kerangka ideal akan mencakup daftar lengkap rumah tangga pedesaan dan semua kepemilikan pertanian baik di sektor rumah tangga maupun non-rumah tangga. Di sektor rumah tangga, kepemilikan pertanian umumnya diambil sampelnya secara tidak langsung melalui rumah tangga pertanian. Hal ini karena daftar langsung kepemilikan pertanian menimbulkan tantangan praktis dalam banyak konteks karena kepemilikan dapat mencakup banyak persil di lokasi yang berbeda. Oleh karena itu, kerangka sampling induk yang cocok adalah kerangka jamak yang terdiri dari (i) daftar semua rumah tangga pertanian dan non-pertanian di daerah pedesaan; (ii) daftar rumah tangga pertanian perkotaan; dan (iii) daftar usaha pertanian di sektor non rumah tangga.

SAMPLING FRAME UNTUK PROGRAM SURVEI PERTANIAN DAN PERDESAAN TERPADU



Gambar 21. Mengembangkan kerangka rumah tangga (perkotaan dan pedesaan)

Daftar lengkap rumah tangga pertanian dan non-pertanian di daerah pedesaan dan rumah tangga pertanian perkotaan dapat dibuat dengan menggunakan data dari Sensus Penduduk dan Perumahan (PHC) suatu negara. Namun demikian, terdapat potensi tantangan dalam penggunaan data puskesmas, terutama dalam kaitannya dengan identifikasi rumah tangga pertanian. Secara khusus, ada risiko over-coverage rumah tangga pertanian di daerah perkotaan jika, misalnya, rumah tangga yang bertani sebagai pekerja upahan dianggap sebagai rumah tangga pertanian dalam bingkai. Ketika PHC diterapkan dengan mempertimbangkan Prinsip dan Rekomendasi Perserikatan Bangsa-Bangsa untuk Sensus Penduduk dan Perumahan, FAO (2015b) menyarankan agar rumah tangga dianggap sebagai rumah tangga pertanian jika setidaknya satu *Status Kegiatan Ekonomi* anggota rumah tangga adalah pekerja mandiri, *mandiri -dipekerjakan* atau *majikan*, dan jika pekerjaan utama mereka terkait dengan pertanian (misalnya, menanam tanaman, produksi hewan, perbanyakan tanaman, atau pertanian campuran).

Namun, sangat tidak biasa untuk memiliki data Puskesmas saat ini untuk secara langsung memilih sampel rumah tangga untuk pelaksanaan survei. Praktik standar, di mana desain pengambilan sampel multistage cocok (lihat Bagian V tentang desain pengambilan sampel, di bawah), adalah memilih sampel unit pengambilan sampel primer (misalnya, area pencacahan) dari data Puskesmas dan melakukan daftar rumah tangga baru (mikrosensus) di masing-masing, untuk memilih sampel akhir rumah tangga. Untuk daerah perkotaan, mungkin penting untuk menilai kesesuaian desain pengambilan sampel bertingkat sebelum menggunakan pendekatan tersebut, khususnya untuk negara-negara yang tidak memiliki pengalaman sebelumnya dalam melaksanakan survei pertanian. Ini dapat dilakukan dengan menggunakan informasi dari PHC sebelumnya atau sensus pertanian untuk memperkirakan efek desain. Di hadapan efek desain yang tinggi, pengambilan sampel acak sederhana akan lebih hemat biaya. Itu akan membutuhkan pengembangan daftar lengkap rumah tangga perkotaan pertanian melalui operasi pendaftaran lapangan atau berdasarkan sumber administratif yang tersedia. Big data juga dapat dieksplorasi (lihat Young et al. 2018).

Cakupan Rumah Tangga Pertanian Perkotaan

Dimasukkannya populasi rumah tangga pertanian perkotaan bersifat opsional, tergantung pada pentingnya pertanian perkotaan dalam sektor rumah tangga di negara tersebut. Jika kejadian rumah tangga pertanian perkotaan sangat rendah, akan efektif biaya untuk mengabaikan populasi ini dalam pengumpulan data dan mempertimbangkan kontribusinya dalam tahap estimasi. Misalnya, agregat akhir dapat disesuaikan dengan menggunakan proporsi rumah tangga pertanian perkotaan dalam domain inferensi. Dalam desain pengambilan sampel untuk Prakarsa 50x2030, populasi ini diperlakukan sebagai domain opsional yang dapat diputuskan oleh negara untuk dipertimbangkan dengan mempertimbangkan kepentingannya dan biaya operasional survei. Sementara proporsi rumah tangga pertanian di daerah perkotaan dari semua rumah tangga pertanian agak rendah di beberapa negara, rumah tangga ini mungkin bertanggung jawab atas sebagian besar produksi pertanian secara keseluruhan, atau produksi produk tertentu (misalnya, tanaman hortikultura, ternak). Dalam kasus seperti itu, penting untuk mempertimbangkannya dalam sampel survei.

Mengembangkan kerangka kepemilikan di sektor non-rumah tangga

Situasi ideal untuk mengembangkan daftar lengkap kepemilikan pertanian di sektor non-rumah tangga akan melibatkan penggunaan data dari sensus pertanian baru-baru ini yang mencakup semua pertanian di negara tersebut. Jika tidak, untuk membangun kerangka kepemilikan ini, daftar usaha peternakan sering digunakan sebagai titik awal, termasuk daftar usaha nasional dan daftar usaha informal yang dipegang oleh organisasi petani. Upaya harus dilakukan untuk menangani kemungkinan tumpang tindih antara register formal dan informal. Selain itu, semua daftar lain yang relevan harus dipertimbangkan, termasuk daftar lembaga pemerintah (pusat penelitian pertanian, sekolah, rumah sakit, penjara, dll.) dan organisasi non-pemerintah yang menjalankan pertanian. Pengetahuan lokal dan informasi dari penyuluh dan otoritas lokal tentang pertanian jenis khusus yang besar berguna dalam proses pengembangan kerangka sektor non-rumah tangga. Kualitas data dari sumber administratif yang disebutkan di atas harus dinilai dan operasi pemrosesan data tertentu (termasuk keterkaitan catatan) harus direncanakan untuk menghasilkan kerangka pengambilan sampel dengan kualitas yang memadai. Alat Evaluasi Kualitas Bank Dunia untuk Pendaftar Administratif akan berguna untuk menilai kualitas catatan administratif ini. FAO (2018c) memberikan panduan praktis tentang peningkatan dan penggunaan data administratif dalam merancang survei pertanian.

Kerangka pengambilan sampel yang dikembangkan dari sumber administratif dapat diperbarui lebih lanjut dengan operasi lapangan yang saling melengkapi.

Bingkai untuk Program Survei Pertanian

Persyaratan utama untuk kerangka ini adalah cakupan yang sesuai dari semua kepemilikan pertanian di negara tersebut, yaitu semua rumah tangga pertanian dan semua kepemilikan pertanian di sektor non-rumah tangga. Arahan yang dibahas dalam Bagian II.A.1 untuk membangun kerangka rumah tangga dapat juga digunakan untuk rumah tangga pertanian. Namun, data dari sensus pertanian baru-baru ini dapat digunakan untuk mengembangkan kerangka sampling rumah tangga pertanian dan pertanian non-rumah tangga, jika tercakup dalam sensus. Sebagaimana dijelaskan dalam Bagian II.A.1, dalam banyak kasus, data sensus akan kedaluwarsa. Akibatnya, perlu untuk memilih sampel unit pengambilan sampel primer dari data di Puskesmas

atau sensus pertanian terbaru, diikuti dengan operasi pencatatan baru di masing-masing unit tersebut. Untuk pengembangan kerangka pengambilan sampel untuk Program Survei Pertanian Inisiatif 50x2030, yang memiliki struktur yang mirip. Dua rekomendasi utama dirangkum di bawah ini:

1. Membuat daftar lengkap usaha pertanian (i) di sektor rumah tangga, dan (ii) di sektor non-rumah tangga. Daftar untuk sektor non-rumah tangga dapat dikembangkan seperti dijelaskan di atas pada Bagian II.A.3.
2. Untuk sektor rumah tangga, pendekatan hemat biaya adalah menghubungkan sensus penduduk dan pertanian seperti yang disarankan oleh WCA 2020 (FAO, 2015a).
3. Gunakan kerangka rangkap yang terdiri dari kerangka wilayah dan dua kerangka daftar (kepemilikan tak bertanah yang memelihara ternak dan kepemilikan pertanian komersial besar). Proses operasional membangun kerangka wilayah untuk survei pertanian dijelaskan dalam FAO (2015b). Mempertimbangkan bahwa kerangka wilayah tidak mencakup kepemilikan tak bertanah yang memelihara ternak, daftar pelengkap dari kepemilikan ini direkomendasikan. Selain itu, jika kepemilikan pertanian besar kebetulan diambil sampelnya dari kerangka area, mereka mungkin berperilaku seperti outlier. Oleh karena itu, daftar kedua kepemilikan pertanian komersial besar juga direkomendasikan (FAO, 2017). Prosedur untuk mengembangkan daftar ini (kepemilikan tak bertanah dan peternakan besar) sangat mirip dengan yang diusulkan untuk kepemilikan di sektor non-rumah tangga (lihat Bagian III.B.3 di atas). Titik awalnya adalah konsultasi daftar pertanian (formal dan informal) di negara tersebut dan sumber administrasi lainnya untuk membuat daftar awal yang harus diperbarui dengan informasi dari agen penyuluh, otoritas lokal dan operasi pendaftaran lapangan ad hoc. Pendekatan estimasi dengan kerangka sampel yang tumpang tindih dibahas pada Bagian VII.

Desain sampel

Strategi pengambilan sampel Inisiatif 50x2030 menggabungkan pengalaman Program FAO AGRISurvey dan WB LSMS-ISA. Oleh karena itu, desain pengambilan sampel program survei 50x2030 harus mengintegrasikan fitur-fitur utama strategi pengambilan sampel dari kedua sistem survei.

Desain Sampling untuk Program Survei Pertanian dan Pedesaan Terpadu

Desain pengambilan sampel terintegrasi harus memastikan perkiraan yang andal dari variabel utama yang diminati pada populasi yang diminati pada tingkat domain estimasi (juga disebut domain inferensi atau strata analitik). Domain-domain ini biasanya merupakan zona administratif di mana negara mengharapkan statistik yang andal dari data survei: wilayah, provinsi, kabupaten, dll. Domain tersebut spesifik untuk negara dan desain pengambilan sampel harus disesuaikan dengan masing-masing domain tersebut. Negara harus diberi tahu bahwa pilihan domain berdampak langsung pada ukuran sampel keseluruhan dan, karenanya, pada anggaran: semakin tinggi jumlah domain estimasi, semakin tinggi anggaran keseluruhan. Rancangan pengambilan sampel untuk Program Survei Pertanian dan Pedesaan Terpadu diringkas dalam Tabel 1 di bawah ini untuk berbagai sektor yang dipertimbangkan. Rekomendasi ini harus disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan spesifik negara.

Tabel 1. Ringkasan elemen utama desain sampling untuk program terpadu

| Item | Populasi minat | | |
|-------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | Rumah tangga (pedesaan) | Rumah tangga (perkotaan) | Sektor non-rumah tangga |
| Satuan pengamatan | - Rumah tangga | Kepemilikan pertanian | Kepemilikan pertanian |

-Kepemilikan pertanian

| Unit sampling akhir Rumah tangga | Rumah tangga | Kepemilikan pertanian | |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bingkai | Daftar rumah tangga dari sensus penduduk atau daftar EA dari sensus penduduk dan mikrosensus dalam sampel | Daftar rumah tangga hasil sensus penduduk | Daftar peternakan non-rumah tangga dikembangkan dari register dan/ atau operasi lapangan |
| Metode pengambilan sampel | EA Stratifikasi dua tahap | Spesifik negara: Stratifikasi satu tahap atau dua tahap | Stratifikasi satu tahap |
| Stratifikasi | Khusus negara: - strata tingkat PSU: zona administratif; zona agroekologi; intensitas kegiatan pertanian dengan menggunakan data penggunaan lahan; proporsi rumah tangga pertanian - Strata tingkat SSU (intra-PSU): praktik pertanian Tahap 1 : PPS dari PSU (EA) Tahap 2 : Sistematis atau | Khusus negara: zona administratif; zona agroekologi | Khusus negara: zona administratif; sistem produksi (tanaman/ternak/ campuran); kategorisasi ad hoc, misalnya, strata berdasarkan ukuran (misalnya, nilai produksi) Sampling acak sistematis atau sederhana tanpa penggantian di masing-masing lapisan |
| Skema pengambilan sampel | Pengambilan sampel acak sederhana tanpa penggantian Rumah tangga | Spesifik negara: tergantung pada metode pengambilan sampel yang digunakan | |

Sektor rumah tangga (pedesaan)

Desain pengambilan sampel dua tahap standar dan bertingkat direkomendasikan untuk sektor ini. Skema pengambilan sampel ini banyak digunakan dalam survei rumah tangga dan pertanian. Kerangka ideal, seperti dibahas di atas, adalah daftar rumah tangga pedesaan dari sensus penduduk dan perumahan (PHC) baru-baru ini.

Unit pengambilan sampel primer (PSU) lebih disukai adalah area enumerasi (EA) yang ditentukan untuk PHC karena umumnya cukup homogen dalam hal ukuran populasi. Homogenitas dalam populasi akan berfungsi untuk meningkatkan perkiraan akhir. Dalam beberapa kasus, mungkin berguna untuk menggabungkan beberapa EA kecil dan memisahkan yang besar untuk meningkatkan homogenitas. FAO (2017) membahas isu terkait pemilihan PSU.

PSU harus dikelompokkan seperti yang dibahas dalam Bagian VI.A. Di setiap strata, sampel PSU diambil menggunakan metode probability-proportional-to-size (PPS) tanpa penggantian sampling. Ukuran PSU yang juga merupakan EA biasanya sama dengan jumlah rumah tangga di dalam wilayah hasil kerangka sampling. Unit sampling sekunder (SSU) adalah rumah tangga. Dalam setiap PSU sampel, sampel SSU dapat dipilih dengan cara stratified simple random sampling (atau sampling sistematis) tanpa penggantian.

Probabilitas sebanding dengan ukuran adalah prosedur pengambilan sampel di mana probabilitas pemilihan setiap unit di alam semesta adalah proporsional dengan ukurannya, dalam hal ini jumlah penduduk atau jumlah rumah tangga.

Sektor rumah tangga (perkotaan)

Mengingat proporsi rumah tangga pertanian perkotaan yang agak rendah di sebagian besar konteks (seperti yang dibahas di atas), pengambilan sampel acak sederhana bertingkat akan cocok untuk populasi ini di sebagian besar negara. Dalam kebanyakan kasus, operasi tersebut akan hemat biaya jika kerangka yang direkomendasikan (daftar rumah tangga dari sensus penduduk) baru, memungkinkan pemilihan langsung rumah tangga tanpa membuat daftar baru di lapangan. Bagaimanapun, penyebaran geografis sampel yang relatif tinggi harus diharapkan dan itu akan meningkatkan biaya pengumpulan data. Jika jumlah total rumah tangga pertanian perkotaan relatif penting, dan bergantung pada pembagian ulang rumah tangga ini di daerah perkotaan, pengambilan sampel dua tahap bertingkat dapat dieksplorasi.

Sektor non-rumah tangga

Desain satu tahap bertingkat sesuai untuk kepemilikan di sektor non-rumah tangga (FAO, 2017). Kriteria stratifikasi dapat berupa jenis sistem produksi pertanian (tanaman/ternak/campuran) atau tipologi ad hoc lainnya. Ukuran kepemilikan, jika tersedia dalam bingkai, dapat dipertimbangkan untuk stratifikasi atau bahkan pemilihan probabilitas-proporsional-ke-ukuran. Kadang-kadang bahkan strata 'take-all' dapat dipertimbangkan untuk memastikan bahwa kepemilikan yang sangat besar atau khusus dimasukkan dalam survei.

Desain Sampling VB untuk Program Survei Pertanian

Perbedaan utama antara Program Survei Pertanian dan Program Survei Pertanian dan Pedesaan Terpadu adalah pengecualian rumah tangga non-pertanian di daerah pedesaan. Program Survei Pertanian mencakup populasi minat yang sama dengan Program Survei Terintegrasi Pertanian (AGRIS) FAO.

Dua jenis kerangka sampling utama yang diusulkan dalam FAO (2017) dapat digunakan dalam kerangka kerja ini: baik kerangka ganda dari kerangka daftar atau kerangka ganda dari kerangka area dan kerangka daftar. Fitur dasar dari desain pengambilan sampel untuk setiap jenis kerangka kerja, yang dibahas secara rinci dalam FAO (2017), disajikan pada Tabel 2 di bawah ini. Penyesuaian lebih lanjut mungkin diperlukan tergantung pada situasi khusus negara.

TABEL 2. Ringkasan elemen utama desain sampling untuk program survei pertanian

| Jenis bingkai | Beberapa bingkai bingkai daftar | | Banyak bingkai dari bingkai area dan bingkai daftar | |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sub-bingkai | Kepemilikan dalam rumah tangga sektor | Holdings di sektor non rumah tangga | Bingkai daerah | Daftar |
| Pengamatan unit | Kepemilikan pertanian | Kepemilikan pertanian | Kepemilikan pertanian | Kepemilikan pertanian |
| Unit sampel | Rumah tangga pertanian | Kepemilikan pertanian | Segmen atau poin | -Tanpa tanah perusahaan pertanian beternak; -Kepemilikan komersial yang besar |
| Metode pengambilan sampel | Stratifikasi dua tahap | Stratifikasi satu tahap | Khusus negara: (i) Sampling kluster bertingkat, atau (ii) Stratifikasi dua tahap | Stratifikasi satu tahap |
| Stratifikasi | Khusus negara: zona administratif; zona agroekologi; intensitas kegiatan pertanian dengan menggunakan data penggunaan lahan | Khusus negara: zona administratif; sistem produksi (tanaman/ternak/ campuran); kategorisasi ad- hoc, misalnya, strata berdasarkan ukuran ukuran (misalnya, nilai produksi) | tutupan/penggunaan lahan | Kategorisasi ad-hoc (misalnya, berdasarkan ukuran, aktivitas) |
| Skema pengambilan sampel | Tahap 1 : PPS dari PSU (EA); Tahap 2 : simple random sampling tanpa penggantian rumah tangga petani | Pengambilan sampel acak sederhana tanpa penggantian kepemilikan pertanian | Spesifik negara: (i) pemilihan segmen PPS dan cakupan penuh semua kebun di segmen terpilih, atau (ii) pengambilan sampel dua tahap: tahap pertama: PPS PSU (segmen atau kisi/kelompok titik); Tahap 2 : Sistematis atau Pengambilan sampel acak sederhana tanpa penggantian segmen atau titik | Sistematis atau Pengambilan sampel acak sederhana tanpa penggantian kepemilikan pertanian |

Ukuran sampel

Menghitung ukuran sampel merupakan langkah penting dalam desain survei. Ini memastikan produksi statistik yang andal dengan menjaga kesalahan pengambilan sampel seminimal mungkin. Pendekatan yang direkomendasikan adalah pendekatan yang mempertimbangkan kebutuhan analitis survei, yaitu memastikan estimasi variabel kunci yang dapat diandalkan.

Variabel minat dapat dipilih di antara variabel kunci yang diperlukan untuk perhitungan indikator terpenting yang diharapkan dari operasi survei. Ukuran dispersi statistik (koefisien variasi, varians, kesalahan standar, dll.) dari variabel yang diminati

dalam populasi diperlukan dalam rumus ukuran sampel. Idealnya dihitung dengan menggunakan data sensus, namun hal ini tidak selalu memungkinkan mengingat terbatasnya cakupan kuesioner sensus. Alternatif umum adalah memperkirakannya dari data yang dikumpulkan dalam survei sebelumnya. Ukuran dispersi statistik dari setiap variabel yang berkorelasi kuat dengan variabel kepentingan juga dapat digunakan. Saran variabel kunci yang menarik adalah diusulkan dalam Tabel berikut, di bawah ini, dengan mempertimbangkan tujuan pengukuran Inisiatif (lihat Bagian II) dan kerangka sampling yang direkomendasikan.

Tabel 3. Variabel kepentingan yang disarankan untuk menentukan ukuran sampel

| Unit sampel | Variabel minat disarankan untuk menentukan ukuran sampel |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Rumah tangga (pertanian dan non-pertanian) | Penghasilan Daerah pertanian Nilai produksi pertanian (tanaman/ternak). |
| Usaha pertanian di sektor non rumah tangga | Daerah pertanian Nilai produksi pertanian (tanaman/ternak). |
| Peternakan ternak tanpa lahan | Nilai produksi ternak Satuan ukuran ternak |
| Kepemilikan pertanian besar | Daerah pertanian |
| Segmen/titik (bingkai area) | Daerah pertanian |

Jika ada banyak variabel yang diminati, ukuran sampel minimum maksimum yang diperlukan untuk masing-masing variabel tersebut dapat dipertimbangkan. Inilah yang diusulkan di bawah ini untuk ukuran sampel rumah tangga dalam Program Survei Pertanian dan Perdesaan Terpadu.

Jika variabel kunci yang diminati sangat heterogen dalam populasi, ukuran sampel yang dibutuhkan akan sangat besar dan mungkin tidak terjangkau. Dalam situasi seperti itu, solusinya adalah dengan mempertimbangkan ukuran sampel maksimum yang dapat didukung oleh anggaran. Tentu saja, itu tidak akan menjamin estimasi yang andal tetapi penggunaan metode statistik lanjutan untuk stratifikasi dan alokasi optimal dapat membantu, misalnya, prosedur stratifikasi dan alokasi multivariat optimal yang diusulkan oleh Barcaroli et al (2020) melalui Paket R, 'Sampling Strata '. Alternatif lain mungkin paket R 'stratbr', dijelaskan dalam Brito et al (2019).

Ukuran Sampel untuk sektor rumah tangga

Untuk sektor ini, direkomendasikan desain pengambilan sampel dua tahap bertingkat. Unit sampling primer (PSU) yang direkomendasikan biasanya adalah wilcah dan unit sampling sekunder (SSU) adalah rumah tangga (Program Survei Pertanian dan Perdesaan Terpadu) atau rumah tangga pertanian (Program Survei Pertanian). Pendekatan untuk menghitung ukuran sampel PSU dan SSU dibahas di sini.

Jumlah unit Sampling Skunder

Program Survei Pertanian dan Pedesaan Terpadu

Di daerah pedesaan, Program Survei Pertanian dan Pedesaan Terpadu memiliki dua tujuan estimasi utama: menghasilkan estimasi untuk seluruh populasi rumah tangga pedesaan, dan estimasi subset rumah tangga pertanian di tingkat nasional dan sub-nasional. Untuk memenuhi tujuan ini, strategi pengambilan sampel yang optimal memerlukan daftar lengkap rumah tangga pedesaan dari Puskesmas baru-baru ini, yang dikelompokkan menurut apakah mereka pertanian (dilambangkan dengan A mulai sekarang) atau non-pertanian (dilambangkan dengan B).

Dalam survei terpadu, ukuran sampel sektor rumah tangga harus memastikan estimasi yang andal dari variabel kunci terkait rumah tangga (misalnya, pendapatan)

dalam populasi rumah tangga pedesaan (A dan B), dan dapat diandalkan pendugaan variabel kunci pertanian (mis. luas pertanian) dari subpopulasi rumah tangga pertanian (A) karena rumah tangga di subpopulasi B tidak mengelola lahan pertanian. Untuk menghitung jumlah sampel minimum rumah tangga yang diperlukan untuk memenuhi tujuan ini, rumus perkiraan yang biasa didasarkan pada koefisien variasi dapat digunakan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa :

1. Dalam suatu penelitian teknik sampel sangat diperlukan dalam suatu penelitian maupun dalam suatu pengamatan survei untuk menghemat tenaga kerja, biaya dan waktu.
2. Jumlah sampel dan cara mengambil sampel perlu ditentukan agar kesimpulan dari suatu penelitian yang diambil dari pengamatan variabel dari sampel bisa mewakili kesimpulan dari populasi.
3. Alat pengambilan sampel, bagian yang diamati, jumlah sampel sangat penting untuk mendapat hasil pengamatan yang akurat untuk bisa mewakili populasi.
4. Pengamatan serangga pertanian berbeda-beda tergantung waktu aktif, perilaku, tempat hidup, cara hidup serangga.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbitt PJ (2002) Soil Surveys. In: El-Shaarawi AH, Piegorisch WW (eds), Encyclopedia of Environmetrics. Wiley: New York, pp. 2027–2029
- Aggelopoulou K, Wulfsohn D, Fountas S, Gemtos TA, Nanos GD, Blackmore S (2010) Spatial variability of quality and yield in a small apple orchard. Precision Agriculture (DOI 10.1007/s11119-009-9146-9)
- Alvi, MH (2014). Manual Teknik Dasar Analisis dan Distribusi Data. Diperoleh dari Arsip Personal RePEc Munich: <https://mpira.ub.uni-muenchen.de/60138/>
- Anonymous 2004.
<http://www.nhm.ac.uk/researchcuration/research/projects/chalcidoids/collecting1.html>
- Ariawan, 2005. Besar dan Metode Sampel pada Penelitian Kesehatan. Jurusan Biostatistika, FKM-UI.
- Baillot, S. & Tréhen, P. 1974. Variations de l'attractivité des pièges colorés de Moericke en fonction de la localisation spatio-temporelle de l'émergence, des comportements sexuels et des phases de dispersion de quelques espèces de diptères. Annales de Zoologie, Ecologie animale 6: 575-584.
- Biogents, A.G. 2007. Manual For The Bg-Sentinel: An Innovative Trapping System For Mosquitoes and other blood-sucking insects [Internet]. Regensburg, Germany BioGents AG. Available from: http://www.bg-sentinel.com/bilder/Manual_BGSentinel.pdf.
- Barreiro, P. .L & Albandoz, J. .P. (2001). Populasi dan Sampel Sampling teknik. Manajemen Matematika untuk Sekolah Eropa. Diakses tanggal 5 Maret 2016, dari :http://optimierung.mathematik.uni-kl.de/mamaeusch/veroeffentlichungen/ver_texte/sampling_en.pdf
- Elliott, N.C., Tao, F.L., Fuentes-Granados, R., Giles, K.L., Elliott, D.T., Greenstone, M.H., Shufran, K.A. & Royer, T.A. 2006. D-vac sampling for predatory arthropods in winter wheat. Biological Control 38: 325-330.
- Erwin, T.L. 1982. Tropical Forests: Their Richness In Coleoptera And Other Arthropod

- Species. *The Coleopterists' Bulletin* 36: 74-82.
- Glen, D.M. 1976. An Emergence Trap For Bark-Dwelling Insects, Its Efficiency And Effects On Temperature. *Ecological Entomology* 1: 91-94.
- Guevara, J. & Aviles, L. 2009. Elevational Changes In The Composition Of Insects And other terrestrial arthropods at tropical latitudes: a comparison of multiple sampling methods and social spider diets. *Insect Conservation and Diversity* 2: 142-152.
- Hunter, M.D. & Price, P.W. 1998. Cycles In Insect Populations: Delayed Density Dependence Or Exogenous Driving Variables? *Ecological Entomology* 23: 216- 222.
- Hulley Sb And Cummings Sr. 1990. *Designing Clinical Research : An Epidemiological Approach*. Baltimore : Williams & Wilkins.
- Lemeshow, S Et.Al.1991. *Adequacy Of Sample Size In Health Study*. Who.
- Machine, D Et Al. 1997. *Sample Size Tables For Clinical Studies*. Australia : Blackwell Science Ltd.
- Macaulay, E.D.M., Tatchell, G.M. & Taylor, L.R. 1988. The Rothamsted Insect Survey '12-Metre' Suction Trap. *Bulletin Of Entomological Research* 78: 121-129.
- Missa O. 2000. *Diversité Et Hétérogénéité De La Faune Des Charançons (Coleoptera, Curculionidae) dans la canopée d'une forêt tropicale humide en Papouasie Nouvelle Guinée*. Thèse de Docteur en Sciences, ULB: 158 pp.
- Missa, O., Basset, Y., Alonso, A., Miller, S.E., Curletti, G., De Meyer, M., Eardley, C., Mansell M.W. & Wagner, T. 2009. Monitoring Arthropods In A Tropical Landscape: Relative Effects Of Sampling Methods And Habitat Types On Trap Catches. *Journal Of Insect Conservation* 13: 103-118.
- Allsopp Pg (1990) *Sequential Sampling Plans For Nematodes Affecting Sugarcane In Queensland*. *Australian Journal Of Agricultural Research* 41: 351–358
- Aravena Zamora F, Potin Téllez C, Wulfsohn D, Zamora I, García-Fiñana, M (2010) *Performance Of A Procedure For Fruit Tree Yield Estimation*. Paper No. 1009638. St. Joseph, Mich.: Asabe, 16 Pp.
- Baddeley Aj (1999) *Spatial Sampling And Censoring*. In: Barndorff-Nielsen Oe, Kendall Ws,

Van

Lieshout MNM (Eds), *Stochastic Geometry: Likelihood and Computation*. London: Chapman and Hall, pp. 37–78

Baddeley AJ, Jensen EBV (2004) *Stereology for Statisticians*. Chapman and Hall/CRC Boca Raton.

Basso B, Ritchie JT, Pierce FJ, Braga RP, Jones JW (2001) Spatial validation of crop models for precision agriculture. *Agricultural Systems* 68: 97–112

Best S, Salazar F, Bastias R, Leon L (2008) Crop load estimation model to optimize yield–quality ratio in apple orchards, *Malus Domestica* Borkh., var. Royal Gala. *Journal of Information Technology in Agriculture* 3: 11–18 (<http://www.jitag.org/ojs/index.php/jitag/article/view/40/16>)

Best S, Zamora I. (2008) *Tecnologías Aplicable en Agricultura de Precisión. Use de Tecnología de*

Precisión en Evaluación, Diagnóstico y Solución de Problemas Productivos. Santiago de Chile: Fundacion para la Innovacion Agraria

Bramley R (2003) Smarter thinking on soil survey. *Australian and New Zealand Wine Industry Journal* 18: 88-94

Bramley B, Pearse B, Chamberlain P (2003) Being profitable precisely - A case study of precision viticulture from Margaret river. *The Australian & New Zealand Grapegrower & Winemaker* 473a: 84–87

Bramley RGV, Hamilton RP (2004) Understanding variability in winegrape production systems. 1.

Within vineyard variation in yield over several vintages. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 10: 32–45.

Bramley RGV (2005) Understanding variability in winegrape production systems. 2. Within vineyard variation in quality over several vintages. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 11: 33–42.

Breidt FJ (1995) Markov chain designs for one-per-stratum sampling. In: *Proceedings of the*

- section on survey research Methods, American Statistical Association, Vol. 1, pp. 356–361.
- Brivot R, Marchant JA (1995) Segmentation of plants and weeds using Infra-red images. *IEEE Proceedings – Vision, Image and Signal Processing* 143: 118–124.
- Brooker PI, Warren S (1997) Sampling design for irrigated vineyards in the Riverland of South Australia. *Environmental International* 23: 215–219.
- Brooker PI, Winchester JP, Adams AC (1995) A geostatistical study of soil data from an irrigated vineyard near Waikerie, South Australia. *Environmental International* 21: 699–704.
- Bruis DJ, de Gruitjer JJ (1997) Random sampling or geostatistical modelling? Choosing between design-based and model-based sampling strategies for soil (with discussion). *Geoderma* 80: 1–59.
- Bulanon DM, Kataoka T, Ota Y, Hiroma T (2002) A segmentation algorithm for the automatic recognition of Fuji apples at harvest. *Biosystems Engineering* 83: 405–412.
- Carlsen TN, Ripley DA (1997) On the relation between NDVI, fractional vegetation cover and leaf area index. *Remote Sensing of Environment* 62: 241–252.
- Chao CT, Thompson SK (2001) Optimal adaptive selection of sampling sites. *Environmetrics* 12: 517–538.
- Christensen LK, Upadhyaya SK, Jahn B, Slaughter DC, Tan E, Hills D (2005) Determining the influence of water deficiency on NPK stress discrimination in maize using spectral and spatial information. *Precision Agriculture* 6: 539–550.
- Christensen S, Heisel T (1998) Patch spraying using historical, manual and real-time monitoring of weeds in cereals. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz XVI*: 257–265.
- Christensen S, Heisel T, Secher BJM, Jensen A, Haahr V (1997) Spatial variation of pesticide doses adjusted to varying canopy density in cereals. In: Stafford JV (Ed.), *Precision Agriculture '97, Proceedings of the 1st European Conference on Precision Agriculture*. Oxford, UK: BIOS Scientific Publishers, Vol. 1, pp. 211–218.
- Cochran WG (1977) *Sampling Techniques*, 3rd ed. New York: Wiley.

- Cressie NAC (1993) *Statistics for Spatial Data* (revised version). New York: Wiley.
- Cruz-Orive LM (1989) On the precision of systematic sampling: A review of Matheron's transitive methods. *Journal of Microscopy* 153: 315–333.
- Cruz-Orive LM (1990) On the empirical variance of a fractionator estimate. *Journal of Microscopy* 160: 89–95.
- Cruz-Orive LM (2004) Precision of the fractionator from Cavalieri designs. *Journal of Microscopy* 213: 205–211.
- Diggle P, Lophaven S (2006) Bayesian geostatistical design. *Scandinavian Journal of Statistics* 33: 53–64.
- Enotescom. (2016, tanpa tanggal). Apa itu pengambilan sampel? Apa saja metode pengambilan sampel yang berbeda? My pertanyaan yang diposting terkait dengan Metodologi Penelitian | eNotes.[Weblog]. Diakses tanggal 5 Maret 2016, dari: <http://www.enotes.com/homework-help/what-sampling-what-different-methods-pengambilan-sampel-154057>.
- Flatman GT, Yfantis AA (1984) Geostatistical strategy for soil sampling: The survey and the census. *Environmental Monitoring and Assessment* 4: 335–349.
- Fleischer SJ, Blom PE, Weisz R (1999) Sampling in precision IPM: When the objective is a map. *Phytopathology* 89: 1112–1118.
- Fletcher RS, Escobar DE, Skaria M (2004) Evaluating airborne normalized difference vegetation index imagery for citrus orchard surveys. *HortTechnology* 14: 91–94. *Landbauforschung Völkenrode, Special Issue 340, 2010*
- Francis DD, Schepers JS (1997) Selective soil sampling for site-specific nutrient management. In: Stafford JV (Ed), *Precision Agriculture '97, Proceedings of the 1st European Conference on Precision Agriculture*. Oxford, UK: BIOS Scientific Publishers, Vol. 1, pp. 119–126.
- Friedman SP (2005) Soil properties influencing apparent electrical conductivity: A review. *Computers and Electronics in Agriculture* 46: 45–70.

- Gallego FJ (2005) Stratified sampling of satellite images with a systematic grid of points. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 59: 369–376.
- García-Fiñana M, Cruz-Orive LM (2004) Improved variance prediction for systematic sampling on \square . *Statistics* 38: 243–272.
- Gardi JE, Nyengaard JR, Gundersen HJG (2006) Using biased image analysis for improving unbiased stereological number estimation – A pilot simulation study of the smooth fractionator. *Journal of Microscopy* 222: 242–250.
- Gardi JE, Nyengaard JR, Gundersen HJG (2007a) The proportionator: Unbiased stereological estimation using biased automatic image analysis and non-uniform probability proportional to size sampling. *Computers in Biology and Medicine* (DOI 10.1016/j.compbiomed.2007.11.002).
- Gardi JE, Wulfsohn D, Nyengaard JR (2007b) A handheld support system to facilitate stereological measurements and mapping of branching structures. *Journal of Microscopy* 227: 124–139.
- Gazali, A. 2003. Eksplorasi dan Augmentasi Musuh Alami, *Plutella xylostella* Linn. (Lepidoptera, Plutellidae) paa Sawi Dataran Rendah, *Brassica juncea* L. Dosertasi. Program Pasca Sarjana Universitas Brawijaya, Malang. 115 Hal.
- Gazali, A., Ilhamiyah, dan Jaelani, A., 2016. Pemanfaatan *Bacillus thuringiensis* Berliner yang Diisolasi dari Ekosistem Lahan Pasang Surut untuk Menendalikan Ulat Pemakan Daun Sawi, *Plutella xylostella* L. Laporan Penelitian. Fakultas Pertanian ULM. Banjarbaru. 27 Hal.
- Gazali, A., Ilhamiyah, dan Jaelani, A. 2017. Agroecosystem Stability and Breakdown Leaves on Mustard Cropping after Application by the *Bacillus thuringiensis*. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. 6(4): 433-477.
- Gent DH, Turechek WW, Mahaffee WF (2007) Sequential sampling for estimation and classification of the incidence of hop powdery mildew I: Leaf sampling. *Plant Disease* 91: 1002–1012.
- Ghosh M., Mukhopadhyay N., Sen PK (1997) *Sequential Estimation*. New York: Wiley.
- Goovaerts P (1997) *Geostatistics for Natural Resources Evaluation*. New York: Oxford

University Press, 483 pp.

Gotway CA, Ferguson RB, Hergert GW, Peterson TA (1996) Comparison of kriging and inverse- distance methods for mapping soil parameters. *Soil Science Society of America Journal* 60: 1237–1247.

Griffin SJ (1999) Directed soil sampling as a means of increasing nutrient map accuracy using complementary precision farming data. In: Stafford JV (ed), *Precision Agriculture '99, Proceedings of the 2nd European Conference on Precision Agriculture*. Sheffield, UK: Sheffield Academic Press, Vol. 1, pp. 141–150.

Guédon Y, Barthélémy D, Caraglio Y, Costes E (2001) Pattern analysis in branching and axillary flowering sequences. *Journal of Theoretical Biology* 212: 481–520.

Gundersen HJG (1978) Estimators of the number of objects per unit area unbiased by edge effects. *Microscopica Acta* 81: 107–117.

Gundersen HJG (2002) The smooth fractionator. *Journal of Microscopy* 207: 191–210
Gundersen HJG, Jensen EB (1987) The efficiency of systematic sampling in stereology and its prediction. *Journal of Microscopy* 147: 229–263.

Gundersen HJG, Jensen EBV, Kiêu K., Nielsen J (1999) The efficiency of systematic sampling in stereology – Reconsidered. *Journal of Microscopy* 193: 199–211.

Hamilton AJ, Hepworth G (2004) Accounting for cluster sampling in constructing enumerative sequential sampling plans. *Journal of Economic Entomology* 97: 1132–1136.

Horvitz DG, Thompson DJ (1952) A generalization of sampling without replacement from a finite universe. *Journal of the American Statistical Association* 47: 663–685.

Isaaks EH, Srivistava RM (1989) *An Introduction to Applied Geostatistics*. New York: Oxford University Press.

Johnson CK, Eigenberg RA, Doran JW, Wienhold BJ, Eghball B, Woodbury BL (2005) Status of soil electrical conductivity studies by central state researchers. *Transactions of the ASAE* 48: 979–989.

Journel AG, Huijbregts CJ (1978) *Mining Geostatistics*. London, UK: Academic Press.

- Kerry R, Oliver MA (2003) Variograms of ancillary data to aid sampling for soil surveys. *Precision Agriculture* 4: 261–278.
- Kerry R, Oliver MA (2007) Comparing sampling needs for variograms of soil properties computed by the method of moments and residual maximum likelihood. *Geoderma* 140: 383–396.
- Kiêu K (1997) Three lectures on systematic geometric sampling. *Memoirs*, Vol. 13. Aarhus, Denmark: Department of Theoretical Statistics, University of Aarhus.
- Lamb DW, Weedon MM, Bramley RGV (2004) Using remote sensing to predict grape phenolics and colour at harvest in a cabernet sauvignon vineyard: Timing observations against vine phenology and optimising image resolution. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 10: 46–54.
- Lantuéjoul C (2002) *Geostatistical Simulation. Models and Algorithms*. Berlin/Heidelberg: Springer-Verlag.
- Laslett GM, McBratney AB, Pahl PJ, Hutchinson MF (1987) Comparison of several spatial prediction methods for soil pH. *Journal of Soil Science* 38: 325–341.
- Maletti GM, Wulfsohn D (2006) Evaluation of variance prediction models for fractionator sampling of trees. *Journal of Microscopy* 222: 228–241.
- Mandel J (1964) *The Statistical Analysis of Experimental Data*. New York: Dover Publications
- Matheron G (1963) Principles of Geostatistics. *Economic Geology* 58: 146–166.
- Matheron G (1971) *The Theory of Regionalized Variables and its Applications*. Les Cahiers du Centre de Morphologie Mathématique de Fontainebleau, No. 5. Paris, France: École Nationale Supérieure des Mines
- McBratney AB, Webster R (1981) The design of optimal sampling schemes for local estimation and mapping of regionalized variables: II, Program and examples. *Computers & Geosciences* 7: 335–365.
- McBratney AB, Webster R, Burgess TM (1981) The design of optimal sampling schemes for local estimation and mapping of regionalized variables: I, Theory and method. *Computers & Geosciences* 7: 331–334.

- McBratney AB, Whelan BM, Walvoort DJJ, Minasny B (1999) A purposive sampling scheme for precision agriculture. In: Stafford JV (ed), Precision Agriculture '99, Proceedings of the 2nd European Conference on Precision Agriculture. Sheffield, UK: Sheffield Academic Press, Vol. 1, pp 101–110.
- McLeod, SA (2014). Metode Pengambilan Sampel. Diakses pada 5 Maret 2016, dari: www.simplypsychology.org/sampling.html
- Miles RE (1978) The sampling, by quadrats, of planar aggregates. *Journal of Microscopy* 113: 257–267.
- Mulla DJ (1993) Mapping and managing spatial patterns in soil fertility and crop yield. In: Robert PC, Rust RH, Larson WE (eds), Site Specific Crop Management. Madison, WI: ASA/CSSA/SSSA, pp. 15–26.
- Mulla DJ, Bhatti AU (1997) An evaluation of indicator properties affecting spatial patterns in N and P requirements for winter wheat yield. In: Stafford JV (ed), Precision Agriculture '97, Proceedings of the 1st European Conference on Precision Agriculture. Oxford, UK: BIOS Scientific Publishers, Vol. 1, pp. 145–153.
- Mulla DJ, McBratney AB (2002) Soil spatial variability. In: Warwick AW (ed), Soil Physics Companion. Boca Raton: CRC Press, pp. 343–373. *Landbauforschung Völkenrode*, Special Issue 340, 2010.
- Oliver MA, Frogbrook Z, Webster R, Dawson CJ (1997) A rational strategy for determining the number of cores for bulked sampling of soil. In: Stafford JV (ed), Precision Agriculture '97, Proceedings of the 1st European Conference on Precision Agriculture. Oxford, UK: BIOS Scientific Publishers, Vol. 1, pp. 155–162.
- Pardo-Igúzquiza E (1997) MLREML: A computer program for the inference of spatial covariance parameters by maximum likelihood and restricted maximum likelihood. *Computers & Geosciences* 23: 153–162.
- Patterson HD, Thompson R (1971) Recovery of interblock information when block sizes are unequal. *Biometrika* 58: 545–554.
- Perez-Quezada JF, Pettygrove GS, Plant RE (2003) Spatial–temporal analysis of yield and soil factors in two four-crop–rotation fields in the Sacramento Valley, California.

Agronomy Journal 95: 676–687.

Pettitt AN, McBratney AB (1993) Sampling designs for estimating spatial variance components. *Applied Statistics* 42: 185–209.

Pocknee S (2000) The management of within-field soil spatial variability. PhD Dissertation, University of Georgia, USA.

Pollet, M. & Grootaert, P. 1987. Ecological Data On Dolichopodidae (Diptera) From A Woodland Ecosystem. I. Colour Preference, Detailed Distribution And Comparison Between Different Sampling Techniques. *Bulletin De L'institut Royal Des Sciences Naturelles De Belgique, Entomologie* 57: 173-186.

Pollet, M. 1988. A Technique For Collecting Quantitative Data On Dolichopodidae And Empididae. *Empid And Dolichopodid Study Group Newsheet* 6: 5-7.

Pollet, M. & Grootaert, P. 1991. Horizontal And Vertical Distribution Of Dolichopodidae (Diptera) In A Woodland Ecosystem. *Journal Of Natural History* 25: 1297-1312.

Pollet, M., 1992. Impact Of Environmental Variables On The Occurrence Of Dolichopodid Flies In Marshland Habitats In Belgium (Diptera: Dolichopodidae). *Journal Of Natural History* 26: 621-636.

Pollet, M. & Grootaert, P. 1994. Optimizing The Water Trap Technique To Collect Empidoidea (Diptera). *Studia Dipterologica* 1: 33-48.

Pollet, M. & Grootaert, P. 1996. An Estimation Of The Natural Value Of Dune Habitats Using Empidoidea (Diptera). *Biodiversity And Conservation* 5: 859-880.

Pollet, M. 2001. Dolichopodid Diversity And Site Quality Assessment Of Reed Marshes And Grasslands In Belgium (Diptera: Dolichopodidae). *Journal Of Insect Conservation* 5: 99-116.

Pollet, M. 2002. Biodiversity Patterns In Neotropical Dolichopodid Faunas (Diptera: Dolichopodidae). *Abstracts of the 5th International Congress of Dipterology. Brisbane, Australia, 29 September - 4 October 2002*: 194.

Price JC (1992) Estimating vegetation amount from visible and near infrared reflectances. *Remote Sensing of the Environment* 41: 29–34.

- Radtke PJ, Bolstad PV (2001) Laser point-quadrat sampling for estimating foliage-height profiles in broad-leaved forests. *Canadian Journal of Forestry Research* 31: 410–418.
- Robinson AP, Hamann JD (2008) Correcting for spatial autocorrelation in sequential sampling. *Journal of Applied Ecology* 45: 1221–1227.
- Roels JM, Jonker PJ (1983) Probability sampling techniques for estimating soil erosion. *Soil Science Society of America Journal* 47: 1224–1228.
- Särndal CE (1978) Design-based and model-based inference in survey sampling (with discussion). *Scandinavian Journal of Statistics* 5: 27–52.
- Seber GAF (2002) *The Estimation of Animal Abundance and Related Parameters*, 2nd ed. Caldwell, NJ, USA: The Blackburn Press.
- Sciortino M, Wulfsohn D, Andreassen A, Gianquinto G, Aaslyng JM (2008) Validation of canopy photosynthesis models for climate control in greenhouses. *Acta Horticulturae* 801: 1309–1315.
- Smith, M.A., Woodley, N.E., Janzen, D.H., Hallwachs, W., & Hebert, P.D.N. 2006. Dna Barcodes Reveal Cryptic Host-Specificity Within The Presumed Polyphagous Members of a genus of parasitoid flies (Diptera: Tachinidae). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103: 3657-3662.
- Stireman, J.O. Iii, Greeney, H.F. & Dyer, L.A. 2009. Species Richness And Host Associations Of Lepidoptera-Attacking Tachinidae In The Northeast Ecuadorian Andes. *Journal Of Insect Science*, 39: 1-19.
- Stubbs, A. & Chandler, P. 1978. A Dipterist's Handbook. *The Amateur Entomologist* 15: 255 Pp.
- Sterio DC (1984) The unbiased estimation of number and sizes of arbitrary particles using the disector. *Journal of Microscopy* 134: 127–136
- Stafford JV, Le Bars JM, Ambler B (1996) A hand-held datalogger with integral GPS for producing weed maps by field walking. *Computers and Electronics in Agriculture* 14: 235–247.
- Stafford JV, Miller PCH (1993) Spatially selective application of herbicide. *Computers and Electronics in Agriculture* 11: 23–36.

- Stajanko D, Lakota M, Hočevar M (2004) Estimation of number and diameter of apple fruits in an orchard during the growing season by thermal imaging. *Computers and Electronics in Agriculture* 42: 31–42.
- Stuart A (1984) *The Ideas of Sampling*, 3rd ed. New York, NY: MacMillan Publishing Company.
- Statrekcom. (2016, tanpa tanggal). Metode Pengambilan Sampel Survei. [Weblog]. Diakses tanggal 5 Maret 2016, dari: <http://stattrek.com/survey-research/sampling-methods.aspx?Tutorial=AP>
- Teknik Pengambilan Sampel. Diakses tanggal 5 Maret 2016, dari: <http://cs.fit.edu/~jpmcgee/classes/CSE5800/SamplingTechniques.pdf>.
- Tabb A, Peterson DL, Park J (2006) Segmentation of apple fruit from video via background modeling. ASABE Paper No. 063060. St. Joseph, Michigan, 49085.
- Taylor JA (2004) Digital terroirs and precision viticulture: Investigations into the application of information technology in Australian vineyards. PhD thesis, The University of Sydney, New South Wales, Australia.
- Tauber, C.A. & Tauber, M.J. 1981. Insect Seasonal Cycles: Genetics And Evolution. *Annual Review Of Ecology And Systematics* 12: 281-308.
- Thompson SK (1992) *Sampling*. New York: Wiley.
- Thompson SK, Seber GAF (1996) *Adaptive Sampling*. New York: Wiley.
- Tucker CJ (1979) Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sensing of Environment* 8: 127–150.
- Turechek WW, Madden LV (1999) Spatial pattern analysis and sequential sampling for the incidence of leaf spot on strawberry in Ohio. *Plant Disease* 83: 992–1000.
- Van asch, M. & Visser, M.E. 2007. Phenology of Forest Caterpillars and Their Host Trees: The Importance of Synchrony. *Annual Review of Entomology* 52: 37- 55.
- Williams, C.R., Long, S.A., Webb, C.E., Bitzhenner, M., Geier, M., Russel, R.C. & Ritchie, S.A. 2007. *Aedes Aegypti* Population Sampling Using Bg-Sentinel Traps In North

- Queensland, Australia: statistical considerations for trap deployment and sampling strategy. *Journal of Medical Entomology* 44: 345-350.
- Wackernagel H (2003) *Multivariate Geostatistics*, 3rd ed. Berlin: Springer-Verlag.
- Warren Wilson J, Reeve JE (1959) Analysis of the spatial distribution of foliage by two dimensional point quadrats. *New Phytologist* 58: 92–101.
- Warren Wilson J (1960) Inclined point quadrats. *New Phytologist* 59: 1–8.
- Webster R, Burgess TM (1984) Sampling and bulking strategies for estimating soil properties in small regions. *European Journal of Soil Science* 35: 127–140.
- Webster R, Oliver MA (1992) Sample adequately to estimate variograms of soil properties. *Journal of Soil Science* 43: 177–192.
- Webster R, Oliver MA (2007) *Geostatistics for Environmental Scientists*, 2nd ed. New York: Wiley
- Weibel ER (1980) *Stereological Methods*. Vol. 2: Theoretical foundations. Academic Press, London.
- Wollenhaupt NC, Mulla DJ, Gotway Crawford CA (1997) Soil sampling and interpolation techniques for mapping spatial variability of soil properties. In: Pierce FJ, Sadler EJ (eds). *The State of Site- Specific Management for Agriculture*. Madison, WI: ASA/CSSA/SSSA, pp. 19–53.
- Wollenhaupt NC, Wolkowski RP, Clayton MK (1994) Mapping soil test phosphorus and potassium for variable rate fertilizer application. *Journal of Production Agriculture* 7: 441-448.
- Wolter K (1985) *Introduction to Variance Estimation*. New York: Springer-Verlag.
- Wulfsohn D, Nyengaard JR, Gundersen HJG, Jensen EBV (2004) Stereology for Biosystems Engineering. In: *Proceedings of AgEng2004* (CD). Leuven, Belgium, September 12-16, 2004.
- Wulfsohn D, Maletti GM, Toldam-Andersen TB (2006a) Unbiased estimator of the number of flowers on a tree. *Acta Horticulturae* 707: 245–252.
- Wulfsohn D, Nørremark M, Nielsen J, Maletti GM, Blackmore BS, Toldam-Andersen T (2006b) Stereological estimators of the number of blossoms and fruit on trees using

image analysis. Paper No. 063063, presented at the 2006 Annual Meeting of the American Society of Agricultural and Biological Engineers, Portland, OR, July 9-12, 2006. St. Joseph, Mich.: ASABE.

Wulfsohn D, Nyengaard JR (1999) Simple stereological procedure to estimate the number and dimensions of root hairs. *Plant & Soil* 209: 129–136.

Wulfsohn D, Nyengaard JR, Gundersen HJG, Cutler AJ, Squires TM (1999) Non-destructive, stereological estimation of plant root length, branching pattern and diameter distribution. *Plant & Soil* 214: 15–26.

Wulfsohn D, Sciortino M, Aaslyng JM, García-Fiñana M (2010) Non-destructive, stereological estimation of canopy surface area. *Biometrics* 66: 159–168.

Yfantis EA, Flatman GT, Behar JV (1987) Efficiency of kriging estimation for square, triangular, and hexagonal grids. *Mathematical Geology* 19: 183–205.

Zaman QU, Schuman AW (2006) Nutrient management zones for citrus based on variation in soil properties and tree performance. *Precision Agriculture* 7: 45–63.

Zaman QU, Schumann AW, Miller MW, Buchanon S, Hostler K, Perkins G (2004) Variable rate nitrogen application in florida citrus based on ultrasonically-sensed tree size. In: Mulla DJ (Ed), *Proceedings of the 7th International Conference on Precision Agriculture (CD)*. St. Paul, Minn.: The Precision Agriculture Center, University of Minnesota

GLOSARIUM

Elemen – satu kesatuan tak terpisahkan dari suatu populasi.

Daftar lengkap – daftar yang berisi setiap elemen dengan cara yang tidak tunggal elemen yang tersisa.

Generalizability- **sejauh** mana kesimpulan yang diambil dari sampel adalah benar untuk populasi.

Populasi **heterogen** - populasi yang elemen-elemennya tidak mirip satu sama lain lainnya.

Populasi **homogen** adalah populasi yang setiap elemennya sama dalam hal variabel yang dibutuhkan untuk penelitian.

Investigator = peneliti – orang yang melakukan penelitian.

Metode lotere – metode pemilihan elemen dengan mengambil slip dari mangkuk, kotak dll.

Kategori yang saling eksklusif – kategori teknik pengambilan sampel yang sama sekali berbeda dan bukan merupakan sub atau super kategori dari jenis lainnya.

Partisipan – orang yang ikut serta dalam penelitian.

Bias pengambilan sampel – situasi di mana sampel yang dipilih tidak benar-benar mencerminkan karakteristik populasi.

Sub **kelompok** – kelompok dalam suatu populasi yang berbeda satu sama lain pada beberapa variabel.

Kesalahan **sistematis** – kesalahan yang disebabkan oleh representasi yang berlebihan atau kurang dari beberapa karakteristik populasi dalam sampel.

LAMPIRAN I PERBANDINGAN DARI PENGAMBILAN PROBABILITAS DAN SAMPLING NON PROBABILITAS

| domain dari perbandingan | Teknik pengambilan sampel probabilitas | Pengambilan sampel non-probabilitas Teknik |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| persyaratan dari sumber daya | Memerlukan lebih banyak sumber daya dalam hal waktu, biaya dan tenaga. acak; | sumber daya yang lebih sedikit diperlukan |
| pilihan dari Sampel Kualitas dari | tidak ada penilaian subjektif dari peneliti terlibat generalisasi ke populasi | tidak acak penilaian subjektif peneliti adalah terlibat tidak dapat digeneralisasikan untuk populasi |
| kesimpulan digambar paling cocok untuk | yang tujuannya adalah untuk memahami | tujuannya adalah untuk memahami atau |
| penelitian | populasi unsur-unsurnya berhingga jumlahnya | mengembangkan konsep atau ide yang elemennya berhingga |
| Berlaku untuk jenisnya populasi kemungkinan | yang didefinisikan secara tepat dan kategori tertentu kesalahan pengambilan sampel dan bias sistematis | unsur-unsurnya tidak terbatas yang merupakan kategori yang terlalu umum, bukan didefinisikan dengan sangat tepat yang didefinisikan secara tepat cenderung bertemu dengan sistematis kesalahan dan bias |
| kesalahan dan bias | lebih kecil kemungkinannya terjadi • Pengambilan sampel acak sederhana | pengambilan sampel • Pengambilan sampel sukarela |
| Jenis | <ul style="list-style-type: none"> • Pengambilan sampel acak sistematis • Pengambilan sampel acak bertingkat • Pengambilan sampel kluster • Pengambilan sampel bertingkat | <ul style="list-style-type: none"> • Pengambilan sampel yang nyaman • Pengambilan sampel secara purposive • Pengambilan sampel kuota (proporsional) dan tidak proporsional) • Pengambilan sampel bola salju • Pengambilan Sampel yang Cocok • Pengambilan Sampel Berbasis Genealogi |

LAMPIRAN II BERBAGAI SEKILAS JENIS TEKNIK SAMPLING PROBABILITAS

| Nama dari Jenis | Karakteristik | metode | Manfaat | Menarik kembali / Penting Masalah |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Sederhana</p> <p>Acak</p> <p>Contoh</p> | <p>Setiap elemen memiliki kesempatan yang sama untuk terpilih</p> <p>Daftar lengkap elemen sangat penting</p> <p>Elemen dipilih secara acak</p> | <p>Daftar lengkap elemen diproduksi</p> <p>Setiap elemen dialokasikan sebuah angka</p> <p>Angka acak dipilih melalui lotere</p> <p>metode atau menggunakan dihasilkan komputer meja acak</p> | <p>Hilangkan kesempatan sistematis</p> <p>kesalahan dan bias pengambilan sampel</p> <p>Perwakilan sampel adalah diproduksi</p> | <p>Sulit untuk yang sangat besar populasi</p> |
| <p>sistematis</p> <p>Acak</p> <p>Contoh</p> | <p>elemen dipilih secara berkala (mungkin waktu, pesan atau ruang)</p> <p>Daftar lengkap mungkin atau mungkin tidak diperlukan</p> <p>digunakan ketika homogen</p> <p>populasi dikelompokkan dalam dirinya sendiri</p> | <p>dalam kasus di mana daftar tersedia, daftar dikompilasi ke membentuk satu daftar</p> <p>setiap elemen diberikan nomor</p> <p>untuk memilih interval yang sesuai, N^* dibagi dengan n^{**}; nomor yang diperoleh dengan pembagian ini (katakanlah k) adalah ukuran interval</p> <p>pertama sebuah elemen adalah dipilih secara acak dan</p> <p>maka setiap elemen ke- k dari seleksi pertama termasuk dalam</p> <p>Sampel</p> | <p>memastikan perpanjangan dari sampel ke seluruh populasi</p> <p>memungkinkan untuk dapatkan kemungkinan sampel di mana daftar elemen tidak bisa dihasilkan</p> | <p>Jika pengelompokan yang ada bias dalam beberapa hal sampel mungkin tidak perwakilan</p> <p>sulit untuk sangat besar populasi</p> |
| <p>bertingkat</p> <p>Acak</p> <p>Contoh</p> | <p>digunakan ketika populasi adalah heterogen</p> | <p>pertama populasinya adalah dibagi menjadi subgrup homogen disebut strata</p> <p>maka elemennya adalah</p> | <p>memastikan perwakilan sampel untuk heterogen populasi</p> | <p>itu membutuhkan lebih banyak sumber daya dalam hal waktu dan usaha</p> <p>jika variabel yang digunakan untuk membuat strata tidak</p> |

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | dipilih secara acak dari setiap strata | | sesuai tergantung pada penelitian tersebut, seluruh pekerjaan dapat pergi sia-sia |
| gugus contoh | digunakan ketika populasi sasaran adalah homogen tetapi adalah tersebar luas wilayah geografis bukannya elemen cluster secara acak terpilih sebuah cluster didefinisikan sebagai sekelompok elemen tinggal bersama di satu geografis wilayah | pertama populasinya adalah dibagi menjadi cluster setiap cluster dialokasikan nomor maka nomor yang ditentukan dari cluster yang dipilih secara acak | membuat kemungkinan pengambilan sampel mungkin untuk yang besar populasi | ada kemungkinan kesalahan sistematis jika cluster yang dipilih gagal menangkap keragaman karakteristik dari target populasi, sampel tidak bisa diklaim perwakilan dari populasi |
| bertingkat contoh | itu dapat didefinisikan sebagai pengambilan sampel di dalam Sampel dua atau lebih pengambilan sampel probabilitas teknik adalah gabungan pertama sampel diekstraksi secara acak dan kemudian dari sampel yang dipilih sampel lainnya adalah diekstraksi dengan demikian untuk mencapai a sampel akhir ada setidaknya dua tahap | pertama populasi target dibagi ke dalam cluster cluster secara acak terpilih dari yang dipilih cluster, mungkin ada pembentukan cluster atau strata (dalam hal heterogenitas populasi) sekarang pilihan acak cluster dilakukan/ atau terjadi seleksi elemen dari masing-masing lapisan | sampel yang representatif diproduksi untuk populasi yaitu tersebar luas geografis wilayah dan juga heterogen | jika karakteristik kriteria yang digunakan untuk pembentukan strata tahap apa pun tidak sesuai, sampel tidak bisa perwakilan dari populasi jika juga terjadi a kesalahan sistematis dalam pemilihan cluster, hasilnya tidak akan dapat menggeneralisasi |

| | | | | |
|--|--|-------------------------------------------------|--|--|
| | | unit terakhir yang dipilih sedang diselidiki | | |
|--|--|-------------------------------------------------|--|--|

*N adalah jumlah total elemen dalam populasi **n adalah
jumlah peserta yang diperlukan untuk sampel

LAMPIRAN III.
BERBAGAI JENIS TEKNIK SAMPLING NON-PROBABILITAS SEKILAS

| Nama dari Jenis | Karakteristik | metode | Manfaat | Menarik kembali / Penting Masalah |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sukarelawan Contoh | Peserta memilih sendiri diri mereka sendiri untuk peneliti | Peneliti membuat sebuah pengumuman tentang dia riset. Orang yang tertarik mendekati peneliti | Ini membantu dalam mengumpulkan besar jumlah data dalam waktu yang sangat singkat dengan usaha kecil | sampel tidak perwakilan dari populasi sebagai orang yang datang ke peneliti adalah mereka yang sudah memiliki minat pada tema |
| Nyaman Contoh | elemen dari populasi yang mudah atau nyaman untuk pendekatan dipilih Ini digunakan ketika target populasi didefinisikan dalam istilah kategori yang sangat luas; Misalnya, pria, wanita, perguruan tinggi mahasiswa, pebisnis dll. Itu bukan saling | Setiap anggota dari populasi sasaran yang tersedia di momen adalah didekati dan diminta partisipasi dalam riset. | Ini mudah, murah, mengkonsumsi lebih sedikit upaya. | Hal ini dikenakan bias pengambilan sampel dan kesalahan sistematis. |
| Bertujuan Contoh | kategori eksklusif dari teknik pengambilan sampel daripada semua teknik lainnya daripada yang disebutkan di atas sifatnya bertujuan Pesertanya adalah dipilih dengan tujuan (a kriteria seleksi) di pikiran. Dengan kata lain, tidak ada orang yang tersedia bisa | | | |

| | | | | |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | termasuk tetapi hanya itu tersedia sudah termasuk yang memenuhi kriteria | | | |
| Kuota Contoh | Ini digunakan ketika populasi adalah heterogen | Heterogen penduduk terbagi menjadi sub homogen kelompok Kuota untuk setiap sub kelompok ditetapkan. | Ini menangkap ciri keragaman populasi Memastikan perwakilan dari minoritas kelompok | Bias sampel adalah mungkin terjadi |
| Bola salju Contoh | Ini digunakan ketika target populasi tidak mudah tersedia dan sulit untuk mendekati | Pertama didekati peserta diminta untuk merujuk ke yang lain. Selanjutnya diminta untuk merujuk ke yang lain dan seterusnya. | Itu memungkinkan untuk mendekati jarang tersedia populasi. | Kesalahan sistematis adalah kemungkinan terjadi karena dari jaringan rantai. |
| cocok Contoh | digunakan dalam percobaan penelitian Sepasang dua cocok elemen dipilih | Satu elemen adalah dinilai menjadi bagian dari penelitian. Kemudian, yang lain elemen dieksplorasi yang menyerupai yang pertama di berbagai variabel penting untuk penelitian | Ini menyediakan kelompok kontrol untuk percobaan | Kedua elemen tersebut harus dicocokkan pada setiap kemungkinan mempengaruhi faktor jadi mungkin mengklaim bahwa intervensi dan tidak sesuatu yang lain memiliki menghasilkan perubahan |
| Silsilah berdasarkan Contoh | Alih-alih memilih rumah tangga di suatu daerah, anggota keseluruhan keluarga dipilih, apakah atau tidak tinggal di rumah yang sama) | Satu elemen adalah dibujuk untuk riset Kemudian, peserta pertama diminta untuk merujuk ke kerabat dekatnya | Memberikan salib yang masuk akal bagian dari komunitas berdasarkan usia dan seks. Menghemat waktu dan upay | |

Penerbit :

Universitas Islam Kalimantan
Muhammad Arsyad Al -Banjary

Alamat :

Gedung A UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal
Universitas Islam Kalimantan
Muhammad Arsyad Al-Banjary

Jl. Adhyaksa No. 2 Kayutangi
Banjarmasin, Kalimantan Selatan
Telepon : 0511 - 3304352
FAX : 0511

ISBN 978-623-8189-05-2

