

BAB III

BAHAN DAN METODE

3.1. Tempat dan Waktu

Untuk menguji hipotesis, digunakan data percobaan yang dirancang dilakukan di dua tempat. Percobaan pertama, dilaksanakan di Pangalengan, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat, dengan tanah ordo Andisols (dilakukan analisis tanah sebelum percobaan) pada ketinggian 1300 m di atas permukaan laut berupa percobaan lapangan yang berlangsung dari bulan Mei 2002 sampai bulan Oktober 2002. Percobaan kedua dilakukan di Cisarua, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat, dengan tanah ordo Andisols yang berlangsung dari bulan Juni 2003 sampai bulan November 2003 (dilakukan analisis tanah awal dan deskripsi profil) pada ketinggian 1250 m di atas permukaan laut.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada percobaan adalah bibit tanaman kentang kultivar Atlantic (deskripsi tertera pada Lampiran 1) dengan ukuran atau berat/bobot umbi 30 sampai 60 g, pupuk kandang kotoran ayam beserta gula, dedak, dan M-Bio untuk pembuatan porasi, isolat *Azospirillum* sp. hasil seleksi dan koleksi laboratorium mikrobiologi Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor (Az 14, Az 16, dan Az 94), pupuk Urea (46 % N), pupuk ZA (20 % N), pupuk SP-36 (36 % P₂O₅; 15,48 % P), pupuk KCl (50 % K₂O; 41,50 % K), pestisida

(Success, Rampage, Acorbat, dan Dithane M-45), dan bahan untuk analisis tanah dan tanaman.

Alat yang digunakan adalah alat-alat laboratorium untuk menganalisis tanah dan tanaman serta timbangan halus dan kasar, alat pengukur luas daun (*leaf area meter*), oven untuk mengeringkan tanaman, alat-alat lain yang diperlukan untuk budidaya tanaman di lapangan seperti cangkul, sekop, parang, sabit, alat penyemprotan pestisida, dan alat penyiraman di samping kelengkapan lain berupa tali rafia, ember, selang, meteran, alat untuk mengukur suhu tanah (termometer tanah) dan suhu udara, dan kelembaban udara (hygrotermometer), serta suhu udara minimum dan maksimum (termometer minimum dan maksimum).

3.3. Metode

Percobaan dilakukan di lapangan di dua tempat, yaitu di Pangalengan dan Cisarua yang hanya merupakan pengulangan (replikasi). Di kedua tempat tersebut dilakukan percobaan mengenai efek pemberian porasi kotoran ayam, pemberian *Azospirillum* sp., dan pemberian pupuk Urea bersama ZA terhadap tanaman kentang. Sebelum percobaan dilaksanakan, dilakukan analisis tanah secara komposit dan analisis porasi kotoran ayam yang digunakan.

3.3.1. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan di kedua tempat, yaitu di pangalengan dan cisarua adalah Rancangan Acak Kelompok untuk mengkaji efek tiga faktor perlakuan yang disusun secara faktorial, yaitu, faktor pertama, pemberian porasi kotoran ayam dengan empat taraf takaran, faktor kedua,

pemberian inokulan *Azospirillum* sp. dengan dua taraf, dan faktor ketiga, pupuk N (Urea bersama ZA) dengan empat taraf takaran. Kombinasi perlakuan diulang tiga kali sehingga terdapat 96 satuan percobaan ($4 \times 2 \times 4 \times 3 = 96$). Tata letak percobaan disajikan pada Lampiran 2.

Ketiga faktor dengan masing-masing tarafnya adalah :

(1) pemberian porasi kotoran ayam dengan empat taraf takaran (P):

- (a) $p_0 = 0 \text{ t ha}^{-1}$ porasi kotoran ayam,
- (b) $p_1 = 7,5 \text{ t ha}^{-1}$ porasi kotoran ayam,
- (c) $p_2 = 15,0 \text{ t ha}^{-1}$ porasi kotoran ayam,
- (d) $p_3 = 22,5 \text{ t ha}^{-1}$ porasi kotoran ayam;

(2) pemberian *Azospirillum* sp. dengan dua taraf inokulan (A):

- (a) $a_0 =$ tanpa inokulan *Azospirillum* sp.,
- (b) $a_1 =$ dengan inokulan *Azospirillum* sp.;

(3) pemberian pupuk N (Urea bersama ZA) dengan empat taraf takaran (N):

- (a) $n_0 = 0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ ($0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ Urea} + 0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ZA}$),
- (b) $n_1 = 86 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ ($100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ Urea} + 200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ZA}$),
- (c) $n_2 = 172 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ ($200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ Urea} + 400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ZA}$),
- (d) $n_3 = 258 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ ($300 \text{ kg ha}^{-1} \text{ Urea} + 600 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ZA}$).

Di kedua tempat percobaan di lapangan, setiap petak percobaan terdiri atas 60 tanaman dengan jarak tanam 80 cm x 30 cm seluas 3,2 m x 5,10 m ($16,32 \text{ m}^2$). Petak percobaan terdiri atas petak satuan percobaan untuk penetapan hasil berukuran 1,5 m x 0,8 m = $1,2 \text{ m}^2$ dan petak satuan percobaan untuk tanaman destruktif sampai stadium pertumbuhan maksimum (7 MST) sebanyak lima buah,

berukuran masing-masing $0,3 \text{ m} \times 0,8 \text{ m} = 0,24 \text{ m}^2$, yang dipisahkan dengan satu baris tanaman. Jumlah tanaman per petak hasil adalah 10, sedangkan per petak contoh tanaman destruktif adalah dua (Lampiran 3).

3.3.2. Rancangan Respons

Guna mendukung data variabel respons yang ditetapkan pada percobaan, dikumpulkan berbagai data yang tidak dianalisis secara statistik (data pendukung), yaitu:

- (1) curah hujan selama 10 tahun untuk menentukan tipe dan sifat curah hujan,
- (2) curah hujan, kelembaban udara, suhu udara, dan suhu tanah selama percobaan di lapangan berlangsung,
- (3) hasil analisis tanah lengkap secara komposit lokasi percobaan sebelum percobaan,
- (4) hama dan penyakit yang menyerang tanaman selama percobaan di lapangan berlangsung,
- (5) hasil analisis kotoran ayam yang belum difermentasi dengan M-Bio,
- (6) hasil analisis porasi kotoran ayam yang sudah difermentasi dengan M-Bio,
- (7) deskripsi profil tanah tempat percobaan.

Variabel respons terhadap perlakuan ditetapkan 12 buah yang dikelompokkan dalam empat kelompok, yaitu (1) karakteristik tumbuh, (2) konsentrasi N, P, dan K dalam jaringan tanaman, (3) komponen hasil (jumlah umbi berukuran $< 60 \text{ g}$, 60 sampai 80 g , dan $> 80 \text{ g}$, jumlah umbi total per petak, dan (4) hasil umbi tanaman.

Data yang digunakan untuk menganalisis pertumbuhan tanaman kentang melalui perhitungan berbagai karakteristik tumbuh tanaman kentang adalah data periodik bobot kering total tanaman, luas daun, dan bobot kering umbi, di samping satuan luas yang dipakai (Djajasukanta, 1987). Data tersebut diperoleh dari dua tanaman contoh yang ditimbang atau diukur pada umur 28, 35, 42, 49 dan 56 HST. Tanaman contoh yang dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C ditimbang untuk memperoleh bobot kering total tanaman. Pengeringan dilakukan selama 72 jam sampai bobot kering tanaman tetap. Luas daun diukur dengan menggunakan alat *leaf area meter*. Karakteristika tumbuh tanaman kentang dihitung dengan menggunakan berbagai formula (Gardner *dkk.*, 1991), yaitu:

- (a) Indeks Luas Daun Rata-rata (\overline{ILD}) tujuh-harian, yaitu nisbah antara luas daun dengan luas lahan yang ditumbuhi oleh tanaman tersebut rata-rata dalam periode tujuh-harian yang menggambarkan kemampuan tanaman menyerap radiasi matahari untuk proses fotosintesis, dihitung dengan rumus:

$$\overline{ILD} = \frac{L_2 + L_1}{2A} \text{ cm}^2 \text{ m}^{-2};$$

- (b) Laju Asimilasi Bersih Rata-rata (\overline{LAB}) tujuh-harian, yaitu laju penambahan bobot kering tanaman per satuan luas daun per satuan waktu rata-rata tujuh-harian yang menggambarkan laju fotosintesis bersih (kapasitas tanaman mengakumulasi bahan kering) per cm^2 daun per hari rata-rata dalam periode tujuh-harian, dihitung dengan rumus:

$$\overline{LAB} = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1} \times \frac{\ln L_2 - \ln L_1}{L_2 - L_1} \text{ g cm}^{-2} \text{ hari}^{-1};$$

(c) Laju Tumbuh Tanaman Rata-rata (\overline{LTT}) tujuh-harian, yaitu laju penambahan bobot kering total tanaman per satuan luas lahan per satuan waktu rata-rata tujuh-harian yang menggambarkan peningkatan bobot bahan kering total tanaman per m² lahan per hari rata-rata dalam periode tujuh-harian, dihitung dengan rumus:

$$\overline{LTT} = \frac{W_2 - W_1}{A (t_2 - t_1)} \text{ g m}^{-2} \text{ hari}^{-1}.$$

(d) Laju Tumbuh Umbi Rata-rata (\overline{LTU}) tujuh harian, yaitu laju penambahan bobot kering umbi per tanaman per satuan waktu rata-rata tujuh harian yang menggambarkan peningkatan rata-rata bobot kering umbi per tanaman per hari rata-rata dalam periode tujuh harian, dihitung dengan rumus:

$$\overline{LTU} = \frac{W_2 \text{ umbi} - W_1 \text{ umbi}}{t_2 - t_1} \times \frac{1}{S} \text{ g hari}^{-1};$$

Arti lambang huruf dalam keempat rumus di atas adalah: W_2 = bobot kering total tanaman pada waktu t_2 , W_1 = bobot kering total tanaman pada waktu t_1 , L_2 = luas daun tanaman pada waktu t_2 , L_1 = luas daun tanaman pada waktu t_1 , t_2 = waktu pengamatan sesudah t_1 , t_1 = waktu pengamatan tertentu, dan A = luas lahan tempat tumbuh, W_2 umbi = bobot kering umbi pada waktu t_2 , W_1 umbi = bobot kering umbi pada waktu t_1 , S = jumlah sampel tanaman.

Konsentrasi N, P, dan K dalam jaringan tanaman dilakukan pada saat pertumbuhan maksimum (7 MST). Konsentrasi N, P, dan K ditentukan dengan cara yang deskripsinya tercantum dalam Lampiran 4, 5, dan 6. Komponen hasil ditentukan pada saat panen dan mencakup: (a) jumlah umbi berukuran < 60 g, (b)

60 sampai 80 g, dan (c) > 80 g, serta (d) jumlah umbi total per petak. Hasil kentang per petak ditimbang saat panen dari petak satuan percobaan yang berukuran $1,5\text{ m} \times 0,8\text{ m} = 1,2\text{ m}^2$.

3.3.3. Rancangan Analisis

Untuk kedua percobaan lapangan, perkembangan karakteristik tumbuh tanaman rata-rata periode tujuh-harian selama masa pertumbuhan tanaman diungkapkan sebagai regresi terhadap waktu (periode tujuh-harian). Berbagai kurva yang diperoleh untuk tanaman kentang yang diberi porasi kotoran ayam berbagai dosis untuk setiap dosis pemberian pupuk N (Urea dan ZA) tanpa atau dengan pemberian inokulan *Azospirillum* sp. diuji dengan uji kesejajaran dan keberhimpitan (Draper dan Smith, 1992).

Data variabel respon dianalisis dengan berbagai metode statistika yang sesuai. Data yang tidak menyebar normal ditransformasi dahulu sebelum diolah. Untuk melihat pengaruh lokasi terhadap konsentrasi N, P, dan K dalam tanaman serta jumlah umbi berukuran < 60 g, 60 sampai 80 g, dan > 80 g, serta jumlah umbi total per petak sebagai komponen hasil yang ditanam di Pangalengan dan Cisarua, data kedua lokasi dianalisis tergabung setelah dilakukan uji Bartlett mengenai varians galat sidik ragam data setiap lokasi. Pengujian itu bertujuan untuk menentukan apakah lokasi menjadi faktor perlakuan keempat atau hanya faktor porasi, *Azospirillum* sp., dan pupuk N saja sebagai perlakuan kesatu, kedua, dan ketiga yang menentukan respons terhadap perlakuan. Pengujian data terpisah untuk setiap lokasi dilakukan jika keseragaman kuadrat tengah galat individu masing-masing lokasi berbeda (heterogen) dan pengujian data gabungan (analisis

tergabung) dari kedua lokasi dilakukan jika kaseragaman kuadrat tengah galat individu masing-masing lokasi tidak berbeda (homogen). Apabila kuadrat tengah galat heterogen, untuk menetapkan lokasi yang aman lebih baik diantara dua lokasi itu tidak bisa diambil suatu keputusan, karena dengan analisis terpisah (sendiri-sendiri) tidak bisa dilakukan perbandingan di antara kedua lokasi (Steel dan Torrie, 1980; Gomes dan Gomes, 1984; Petersen, 1994).

Penentuan takaran optimum porasi kotoran ayam dan pupuk N (Urea dan ZA) untuk yang tidak diberi dan diberi inokulan *Azospirillum* sp. untuk mencapai hasil maksimum bobot umbi tanaman kentang dilakukan dengan teknik permukaan respons (Myers, 1971; dan Gaspersz, 1992) dengan menggunakan data hasil umbi kentang per petak.

Untuk menguji hubungan komponen hasil (X_i) dengan hasil umbi kentang (Y), dilakukan analisis regresi berganda. Seleksi variabel komponen hasil (X_i) dengan hasil (Y) yang paling berperan dalam menentukan hasil (Y) dilakukan dengan analisis regresi bertatar (Draper dan Smith, 1981).

3.4 Pelaksanaan Percobaan

Di kedua tempat percobaan lapangan, masing-masing lahan yang digunakan adalah milik petani di Kampung Cisurili, Desa Marga Mulya, Kecamatan Pangalengan, dan tanah milik PT Biofarma di Cisarua. Tanah tempat percobaan diolah seperlunya saja dan dibersihkan dari sisa tanaman. Pengolahan tanah dilakukan dua kali, pertama membuat petak percobaan, seminggu kemudian dilakukan pengolahan tanah kedua untuk meratakan dan memperbaiki petak dengan ukuran 3,2 m x 5,1 m yang dibuat sebanyak 96 petak. Jarak antara petak

yang satu dengan yang lain 50 cm dan jarak antar ulangan 100 cm. Setelah itu, baru dibuat garitan-garitan (dalam satu petak terdapat 4 garitan) untuk meletakkan porasi kotoran ayam (cara pembuatan terlampir pada Lampiran 7) dan umbi bibit kentang yang akan ditanam dengan kedalaman 10 cm dari permukaan tanah yang sudah diolah dan diratakan. Jarak antar garitan disesuaikan dengan jarak tanam yang akan digunakan, yaitu 80 cm.

Porasi diberikan pada saat pengolahan tanah kedua (satu minggu sebelum tanam) dengan dosis sesuai dengan perlakuan yang ditetapkan. Porasi kotoran ayam (analisis sifat kimia pada Lampiran 8) diaduk rata dengan tanah di sekitar garitan. Penanaman dilakukan dengan membuat lubang tanam dahulu dengan jarak 80 cm x 30 cm, kemudian bibit kentang yang seragam dan sudah bertunas rata-rata 0,5 cm ditanamkan sedalam 5 cm, lalu diberi inokulan *Azospirillum* sp. dengan kepadatan populasi 10^8 CFU ml⁻¹ sebanyak 2 ml setiap umbi yang disesuaikan dengan perlakuan yang ditetapkan (cara inokulasi pada Lampiran 9). Selanjutnya umbi bibit ditutup dengan tanah. Pupuk dasar P ($115 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5 = 319,4 \text{ kg ha}^{-1} \text{ SP 36 (36 \% P}_2\text{O}_5)$; 459,94 g per petak; 7,7 g per tanaman) dan K ($150 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O} = 300 \text{ kg ha}^{-1} \text{ KCl (50 \% K}_2\text{O)}$; 432 g per petak; 7,2 g per tanaman) diberikan semuanya dan N (Urea dan ZA) sesuai dengan dosis yang ditetapkan sebagai perlakuan. Urea diberikan pada saat tanam pada lubang yang dibuat dengan cara ditugal dengan jarak 10 cm dari tanaman, sedangkan ZA pada saat pembumbunan (30 HST). Tanaman yang tidak tumbuh diganti dengan tanaman yang diambil dari tanaman yang telah dipersiapkan sebelumnya untuk penyulaman pada saat penanaman. Penyiangan dan pembumbunan dilakukan

pada umur 30 HST bersamaan dengan pemberian pupuk N (ZA) sesuai dengan dosis yang ditetapkan. Pembumbunan kedua dilakukan pada umur 60 HST sehingga tinggi guludan mencapai 30 cm. Pengendalian hama dilakukan dengan penyemprotan tanaman dengan Success dan Rampage konsentrasi 2 ml L⁻¹ larutan, sedangkan pengendalian penyakit yang disebabkan oleh jamur dengan Dithane M-45 dan Acorbat konsentrasi 2 g L⁻¹ larutan dan untuk penyakit layu bakteri dengan Agrept 25 WP konsentrasi 1 g L⁻¹ larutan. Panen umbi kentang dilakukan pada saat umbi telah benar-benar masak. Umur panen sekitar 100 HST dengan kriteria umbi telah siap dipanen, yaitu daun atau bagian tanaman di atas permukaan tanah terlihat menguning dan mengering serta kulit umbi tersebut telah melekat dengan daging umbi dan tidak terkelupas kulitnya jika ditekan.