

BULETIN *AgroBio*



ISSN 0853-9022

Vol. 1, No. 2, 1997

JURNAL TINJAUAN ILMIAH RISET BIOLOGI DAN BIOTEKNOLOGI PERTANIAN

Peranan Penelitian Biosistemika untuk Program Pengendalian Hama dan Pengembangan Penelitian Biomolekuler Sri Suharni Siwi, Agus Iqbal, Diani Damayanti, & Trisnaningsih	1
Penyakit Hawar Pelepah Daun Padi (<i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn): Permasalahan dan Prospek Pengendaliannya di Indonesia Haeni Purwanti, M. Kosim Kardin, Anggiani Nasution, & Sutoyo	9
Pemuliaan Kedelai untuk Toleran Naungan dan Tumpangsari Asadi, Darman M. Arsyad, Hafni Zahara, & Darmijati	15
Perbaikan Teknik Budi Daya Tanaman Kedelai Novianti Sunarlim	21
Metode Kuantifikasi Peubah Biometrik Tanaman Pangan Sutoro	33
Perbaikan Varietas Kacang Tanah Sri Astuti Rais	40



Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan
Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian

Penerbit

Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan,
(Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian,
Departemen Pertanian)

Alamat Penerbit

Jalan Tentara Pelajar 3A, Bogor 16111, Indonesia

E-mail: borif@indo.net.id & rifcb@indo.net.id

Telepon: (0251) 33-8820, 33-7975

Faksimile: (0251) 33-8820

Kala Terbit

Dua nomor per volume

Penanggung Jawab

Djoko S. Damardjati
Kepala Balai Penelitian
Bioteknologi Tanaman Pangan

Redaktur Teknis

Suwarno
M. Herman
Ida H. Somantri
Lukman Gunarto
Ika Mariska
Agus Iqbal

Redaktur Pelaksana

Husni Kasim
Ida N. Orbani

Buletin AgroBio (dahulu bernama **Buletin Penelitian**) memuat artikel tinjauan ilmiah hasil riset dalam bidang biologi dan bioteknologi tanaman. Naskah (boleh ditulis dalam bahasa Indonesia atau Inggris) yang diajukan untuk diterbitkan hendaknya belum pernah dipublikasikan pada media cetak manapun dan ditulis sesuai dengan "Pedoman Bagi Penulis" (lihat sampul belakang bagian dalam). Dewan Redaksi berhak menyunting naskah tanpa mengubah isi dan makna tulisan atau menolak menerbitkan suatu naskah.

Naskah dapat bersifat tinjauan ilmiah (kritis) atau tinjauan informatif (anotasi) terhadap subjek tertentu, atau gabungan antara keduanya. Tinjauan ilmiah merupakan hasil evaluasi, sintesis, dan analisis kritis tentang riset bagi kepentingan ilmu pengetahuan dan teknologi, sedangkan tinjauan informatif merupakan hasil evaluasi bagi kepentingan pengguna.

Isi naskah dapat membahas salah satu dari butir-butir berikut, yaitu: (a) status riset pada subjek tertentu, baik yang telah, sedang, maupun yang akan dikerjakan, (b) pengungkapan masalah dan pemecahannya, (c) pengembangan suatu metode atau konsepsi, dan (d) gagasan dan pendekatan yang dapat dijadikan landasan bagi suatu usulan riset. Sumber bacaan seyogyanya meliputi bahan pustaka terbitan dalam dan luar negeri yang terkini dan relevan.



Metode Kuantifikasi Peubah Biometrik Tanaman Pangan

Sutoro

Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan, Bogor

ABSTRACT

Quantification Methods of Biometrical Plants Characters. *Sutoro.* Observation on characters consume much time and cost, especially in the research involving many unit of experiments. Therefore, quantification of plant characters method reducing time and cost necessary to be studied. Leaf area of corn at the flowering stage under optimum condition could be estimated by $Y = 4.1844 (PxL)_5$ for plant with 8 leaves, $Y = 5.0390 (PxL)_5$ for plant with 9 leaves, $Y = 5.4416 (PxL)_6$ for plant with 10 leaves, $Y = 6.3911 (PxL)_7$ for plant with 11 leaves, $Y = 6.7134 (PxL)_7$ for plant with 12 leaves, $Y = 6.7892 (PxL)_8$ for plant with 13 leaves, $Y = 7.1198 (PxL)_9$ for plant with 14 leaves, $Y = 7.7282 (PxL)_9$ for plant with 15 leaves, $(PxL)_i$ = leaf length x width at i -position (flag leaf = first position). Leaf area estimation on cassava by using $Y = 0.8077 (PxLxn)^{0.8946}$ where $PxLxn$ = product of maximum leaf length, width and number of lobe. Estimation of leaf area on sweet potato $Y = 0.8 (PxL)$ for heart type's leaf, P = leaf length and L = maximum width, while star type's leaf by using $Y = 0.47(PxL)^{1.1}$ P = leaf length and L = leaf width at the middle part. Leaf area estimation of soybean is $Y = 2.1368 (PxL)^{0.9737}$ PxL = leaf length x maximum width of terminal leaf of trifoliolate. Leaf area of mungbean is $Y = 2.0235 (PxL)^{0.9865}$, PxL = leaf length x width of terminal leaf. Leaf area of peanut could be estimated by using leaf length (P) and maximum width (L) of left or right side on lower part of tetrafoliate by using formula $Y = 4.1553 (PxL)^{0.94}$. Missing hills on soybean up to 15% under optimum condition doesn't effect to the grain yield. Corn plant which existing more than 5% of missing hills will effect to the grain yield. Image analysis could be used to quantified of morphological plant characters accurately.

Key words: Leaf area estimation, missing hill, image analysis, food crops.

Usaha untuk mendapatkan teknologi produksi tanaman diperoleh melalui serangkaian penelitian. Penelitian yang dilaksanakan di lapang, rumah kaca atau dalam laboratorium selalu mengamati peubah respon dari obyek penelitian terhadap perlakuan yang dicobakan dalam percobaan. Pengamatan terhadap peubah respon dilakukan melalui pengamatan langsung oleh peneliti. Pengamatan yang dilakukan adakalanya memerlukan alat sebagai indikator untuk mengkuantifikasi hasil pengamatan atau tanpa bantuan peralatan sekiranya peneliti dapat langsung mengumpulkan datanya (terutama data kualitatif).

Pengamatan peubah respon memerlukan waktu, tenaga, dan biaya yang tidak sedikit terutama pada penelitian-penelitian yang melibatkan banyak unit percobaan. Sehingga metode kuantifikasi pe-

ubah respon tanaman yang relatif mudah dan praktis serta tidak mengurangi ketelitian hasil pengamatan diperlukan agar pelaksanaan penelitian dapat berlangsung secara efisien. Hasil pengamatan/pengkuantifikasian peubah respon tanaman sebagai manifestasi dari karakter tanaman dapat dianalisis secara statistik sehingga dapat memberikan informasi yang dapat dipertanggungjawabkan.

Makalah ini bertujuan untuk mengungkapkan beberapa metode kuantifikasi terhadap karakteristik (morfologi) tanaman pangan yang telah diteliti. Metode kuantifikasi yang akan diungkapkan meliputi metode pendugaan luas daun tanaman pangan, metode konversi hasil biji pada petak *missing hill*, dan metode kuantifikasi morfologi melalui analisis *image*.

METODE PENDUGAAN LUAS DAUN TANAMAN

Pengukuran luas daun sering dilakukan untuk menghitung besarnya indeks luas daun. Indeks luas daun ini merupakan tolok ukur yang berkaitan dengan produktivitas tanaman. Metode pengukuran luas daun tanaman dengan peubah panjang dan lebar daun sangat bermanfaat karena tidak merusak tanaman atau harus menggunakan alat pengukur luas daun otomatis yang biasanya hanya tersedia di lembaga tertentu saja, sehingga penelitian yang jauh dari fasilitas alat tersebut akan mengalami kesulitan. Metode pendugaan luas daun yang praktis tetapi tidak mengurangi ketelitian hasil pengukuran sangat diperlukan.

Jagung (*Zea mays* L.)

Penduga total luas daun tiap tanaman jagung (Y) pada fase pembungaan dapat ditentukan menurut persamaan (Sutoro, 1985):

$Y = 4,1844 (PxL)_5$ bagi tanaman berdaun 8 helai ($R^2 = 0,9873$)
 $Y = 5,0390 (PxL)_5$ bagi tanaman berdaun 9 helai ($R^2 = 0,9895$)
 $Y = 5,4416 (PxL)_6$ bagi tanaman berdaun 10 helai ($R^2 = 0,9930$)
 $Y = 6,3911 (PxL)_7$ bagi tanaman berdaun 11 helai ($R^2 = 0,9928$)
 $Y = 6,7134 (PxL)_7$ bagi tanaman berdaun 12 helai ($R^2 = 0,9840$)
 $Y = 6,7892 (PxL)_8$ bagi tanaman berdaun 13 helai ($R^2 = 0,9847$)
 $Y = 7,1198 (PxL)_9$ bagi tanaman berdaun 14 helai ($R^2 = 0,9925$)
 $Y = 7,7282 (PxL)_9$ bagi tanaman berdaun 15 helai ($R^2 = 0,9856$)

$(PxL)_i$ merupakan panjang kali lebar daun pada posisi ke- i (daun paling atas merupakan posisi pertama).

Metode pendugaan luas daun tiap tanaman jagung di atas dapat digunakan pada kondisi optimum, namun apabila pertanaman jagung

ditanam pada kondisi populasi sangat padat (130.000 tanaman/ha) maka hasil pendugaan perlu dikoreksi dengan faktor pengali 0,94, tetapi faktor pengalinya 1,05 bila pertanaman jagung tumbuh pada pemberian pupuk nitrogen yang sangat tinggi (225 kg N/ha) (Sutoro, 1992). Dengan demikian, pendugaan luas daun pada populasi tanaman yang padat bila tidak dikoreksi akan terjadi pendugaan yang terlalu besar sekitar 6% dan pada kondisi pertanaman jagung mendapat pupuk nitrogen tinggi akan terlalu rendah sekitar 5%.

Ubi Kayu

(*Manihot esculenta* Crantz)

Luas daun ubi kayu tiap tangkai dapat diukur dengan persamaan $Y = 5,81 (PxL)^{0,86}$ (Sutoro dan Wargiono, 1986) tetapi pendugaan dengan cara ini baru dapat menerangkan total keragaman luas daun ubi kayu sekitar 81%, sehingga perlu diperbaiki. Hasil penelitian perbaikan metode pendugaan luas daun ubi kayu yang menggunakan data berbagai tipe jumlah helaian daun tiap tangkai (3-9 helai) dengan model $Y = a(PxLxL)^b$ dapat menerangkan total keragaman luas daun sekitar 99%. Model pendugaan luas daunnya, yaitu $Y = 0,8077 (PxLxL)^{0,8946}$ sedangkan $PxLxL =$ hasil kali panjang dan lebar maksimum dan jumlah helai daun (Sutoro, 1992).

Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.)

Untuk mendapatkan metode pendugaan luas daun ubi jalar telah diteliti dua varietas yang berbeda bentuk daunnya. Metode pendugaan luas daun tanaman ubi jalar varietas Daya yang berbentuk seperti *jantung* dan varietas Topato yang berbentuk daun *berjari* dapat ditentukan dengan persamaan $Y = 0,8 (PxL) (R^2 = 0,9950)$, $P =$ panjang dan $L =$ lebar maksimum bagi

daun bertipe *jantung*. Sedangkan tipe daun *berjari*, yaitu $Y = 0,47(PxL)^{1,1} (R^2 = 0,9588)$, $P =$ panjang daun, $L =$ lebar daun lekuk kanan-kiri (Sutoro, 1992). Untuk menduga indeks luas daun pertanaman dapat diambil ubinan seluas 1 m^2 dengan koefisien keragaman sekitar 15%.

Kedelai (*Glycine max* L.)

Pendugaan luas daun tanaman kedelai telah dihasilkan pula (Wiersma dan Bailey, 1975), namun pada pertanaman yang masih muda dengan daun trifoliolate enam helai. Telah diketahui bahwa bentuk daun kedelai yang masih muda sering berbeda dengan bentuk daun tanaman yang tua, sehingga pendugaan luas daun yang telah dihasilkan belum tentu berlaku untuk pertanaman kedelai yang telah tua, di samping bentuk daun yang berbeda pada berbagai varietas.

Penduga luas daun sebaiknya berlaku untuk umum, sehingga tidak setiap varietas mempunyai penduga sendiri-sendiri. Oleh karena itu, perlu dipilih model yang layak sebagai penduga luas daun. Berdasarkan nilai penduga parameter model yang telah dihasilkan dari penelitian dan pertimbangan secara numerik (kesamaan nilai penduga parameter antarvarietas) dan kemudahan dalam penanganan maka terpilih model $Y = a(PxL)^b$ yang menggunakan peubah panjang (P) dan lebar (L) helaian daun bagian tengah (Sutoro, 1992). Penduga luas daun trifoliolate tanaman kedelai, yaitu $Y = 2,1368 (PxL)^{0,9737} (R^2 = 0,9604)$.

Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.)

Berdasarkan nilai koefisien determinasi yang diperoleh, pendugaan luas daun dengan menggunakan peubah panjang dan lebar

maksimum helaian daun sebelah kiri, kanan atau tengah dari empat varietas yang diteliti hampir sama baik.

Untuk mendapatkan penduga luas daun yang berlaku umum, selanjutnya dilakukan pengujian kesamaan (homogeneity) parameter model penduga luas daun antarvarietas. Hasil uji kesamaan parameter model antarvarietas yang menggunakan peubah panjang dan lebar maksimum dari helaian daun bagian tengah menunjukkan bahwa parameter dalam model penduga bersifat homogen. Dengan demikian, dapat diperoleh penduga tunggal menggunakan peubah panjang dan lebar maksimum helaian daun bagian tengah. Penduga luas daunnya (Sutoro *et al.*, 1993b) adalah $Y = 2,0235 (PxL)^{0,9865} (R^2 = 0,9855)$.

Kacang Tanah

(*Arachis hypogaea* L.)

Berdasarkan pengamatan secara visual terhadap bentuk dan ukuran helaian daun yang terletak di sebelah kiri hampir sama dengan yang di sebelah kanan. Hasil pengujian parameter bentuk daun kiri dan kanan ternyata bersifat homogen. Hal ini berarti daun-daun bagian bawah kelima varietas kacang tanah yang diuji bersifat simetris. Selanjutnya, uji kesamaan parameter model penduga yang menggunakan peubah daun bagian bawah pada semua varietas juga menyatakan bahwa parameternya homogen. Oleh karena itu, untuk mendapatkan penduga luas daun kacang tanah dapat menggunakan peubah daun bagian bawah sebelah kiri atau kanan. Penduga luas daun dengan menggunakan peubah panjang dan lebar daun kacang tanah bawah sebelah kiri atau kanan adalah (Sutoro *et al.*, 1993b) $Y = 4,1553 (PxL)^{0,94} (R^2 = 0,9426)$.

METODE KONVERSI HASIL TANAMAN PADA PETAK RUMPUN HILANG (*MISSING HILL*).

Percobaan lapang dalam petak-petak percobaan seringkali dijumpai beberapa rumpun tanaman yang hilang. Rumpun hilang (*missing hill*), yaitu tanaman yang tidak tumbuh dalam petak percobaan, terjadi karena viabilitas benih yang kurang baik dan atau adanya serangan hama penyakit pada awal pertumbuhan. Dengan demikian, jumlah tanaman tiap petak percobaan akan berbeda-beda antara satu petak dengan petak lainnya. Munculnya faktor lain, seperti rumpun hilang yang terlibat dalam petak percobaan harus dipertimbangkan, karena mempengaruhi peubah respon tanaman. Pengaruh dari faktor yang dicobakan terhadap hasil tanaman akan terjadi baur/bias apabila jumlah tanaman tiap petak berbeda-beda. Sehingga respon dari tanaman tidak dapat dibedakan apakah karena faktor yang dicobakan atau karena jumlah tanaman yang berbeda.

Konversi hasil biji tiap petak berdasarkan jumlah tanaman pada tingkat tertentu ke jumlah tanaman yang lengkap dalam petak percobaan akan menghasilkan pendugaan yang berbias, karena kompetisi individu di sekitar rumpun hilang berbeda antara tanaman satu dengan lainnya, terutama bila terdapat banyak rumpun yang hilang. Umumnya pendugaan hasil menjadi terlalu besar bila populasinya rendah dari yang seharusnya.

Bagi tanaman padi, jika jumlah rumpun tanaman padi yang hilang tidak lebih dari 20% maka hasil gabah padi dapat diduga dengan mengkonversikan ke dalam jumlah tanaman penuh dalam petak (Gomez, 1972).

Metode konversi hasil biji tanaman kedelai dan jagung disusun

dengan mempertimbangkan banyaknya rumpun dan atau tanaman dalam petak percobaan serta jumlah tanaman tiap lubang. Metode konversi hasil biji kedelai tiap petak yang digunakan yaitu (Sutoro dan Sunarlim, 1996):

Metode 1. Hasil biji yang ada pada tiap petak percobaan.

Metode 2. Hasil biji = jumlah rumpun lengkap tiap petak dibagi dengan jumlah rumpun yang ada dikalikan berat biji yang ada dalam petak percobaan.

Metode 3. Hasil biji = jumlah tanaman lengkap dibagi jumlah tanaman yang ada dikalikan berat biji tiap petak.

Metode 4. Hasil biji = jumlah rumpun lengkap dibagi jumlah rumpun kompetitif dengan 2 tanaman tiap lubang dikalikan berat biji tiap petak.

Metode 5. Hasil biji = Jumlah rumpun lengkap dibagi jumlah rumpun kompetitif (1, 2, dan 3 tanaman/lubang) dikalikan berat biji tiap petak.

Metode 6. Hasil biji = (berat biji tiap petak dari 1 tanaman/rumpun $\times 0,8$ + berat biji tiap petak dari 2 tanaman/rumpun + berat biji tiap petak dari 3 tanaman/rumpun $\times 1,2$) $\times$ jumlah rumpun lengkap dibagi jumlah rumpun yang ada dalam petak.

Sedangkan metode konversi hasil biji jagung tiap petak yang digunakan, yaitu:

Metode 1. Hasil biji yang ada pada petak percobaan.

Metode 2. Hasil biji = jumlah tanaman lengkap tiap petak dibagi jumlah tanaman yang ada dikali-

kan berat biji pada petak percobaan.

Metode 3. Hasil biji = jumlah tanaman lengkap dibagi jumlah tanaman yang kompetitif dikalikan berat biji tiap petak.

Metode 4. Hasil biji = $(0,9 \times \text{berat biji tanaman sekitar rumpun hilang} + \text{berat biji tanaman yang kompetitif}) \times \text{jumlah rumpun lengkap} / \text{jumlah rumpun yang ada dalam petak}$.

Metode konversi hasil biji di atas digunakan pada pertanaman jagung dan kedelai yang tumbuh pada kondisi kesuburan tanah optimum (pupuk dan air yang diberikan pada pertanaman dalam jumlah cukup).

Kedelai

Hasil analisis data berat kering biji kedelai tiap petak menunjukkan bahwa pengaruh intensitas rumpun hilang nyata mempengaruhi hasil tiap petak. Berdasarkan rata-rata berat biji tiap petak yang dihitung dengan metode 1, yaitu metode tanpa konversi hasil ternyata bila intensitas rumpun hilang kurang dari 20% tidak nyata mempengaruhi hasil pada keempat varietas (Tabel 1).

Analisis selanjutnya terhadap hasil biji setelah dikonversi dengan metode 2-5 menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata di antara hasil konversi pada berbagai intensitas rumpun hilang yang diperoleh dalam percobaan (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa rumpun hilang hingga 40% dapat dikonversi dengan metode-metode konversi tersebut. Namun dengan pertimbangan kemudahan dalam pelaksanaan pengamatan maka metode yang melibatkan jumlah rumpun tiap petak (metode 2) lebih praktis.

Jagung

Berat biji tiap tanaman sekitar rumpun hilang lebih tinggi (sekitar 10%) daripada berat biji tiap tanaman pada tanaman yang kompetitif. Dengan demikian, faktor koreksi hasil bagi tanaman sekitar rumpun hilang dikalikan dengan 0,9 untuk menghasilkan berat biji tiap tanaman yang kira-kira sama dengan tanaman kompetitif, seperti yang digunakan pada konversi hasil dengan metode 4.

Hasil analisis berat biji jagung tiap petak dengan 4 metode menunjukkan bahwa hasil biji jagung pada petak dengan rumpun hilang lebih dari 5% nyata menurunkan berat biji tiap petak (Tabel 3). Selanjutnya bila terdapat rumpun hilang lebih dari 5% dapat dikonversikan ke jumlah tanaman lengkap dengan metode 2 atau metode 3 asalkan jumlah rumpun hilang tidak lebih dari 30% (Tabel 4). Metode konversi hasil yang mempertimbangkan faktor koreksi (pengali) bagi tanaman sekitar rumpun hilang kiranya dapat digunakan pada petak yang terdapat rumpun hilang 40%.

METODE KUANTIFIKASI PEUBAH TANAMAN MELALUI ANALISIS IMAGE

Analisis *image* merupakan teknik pengumpulan data dengan cara mengekstraksi data yang diambil dari suatu gambar (*image*). Analisis *image* mula-mula dipergunakan pada pengendalian jarak jauh (*remote sensing*) dan mulai berkembang pada bidang-bidang lain setelah komputer bukan merupakan instrumen yang relatif mahal. Pada bidang pertanian telah banyak menggunakan analisis *image* terutama dalam mendeskripsikan bentuk dan atau mengukur objek dalam skala mikro. Deskripsi bentuk dan atau pengukuran ini

Tabel 1. Berat biji kedelai (g/14,72 m²) pada empat varietas dan intensitas rumpun hilang di Bogor, musim kering (MK) 1994.

Intensitas rumpun hilang (%)	Varietas				Rata-rata (Metode 1)
	Malabar	Tidar	Willis	LB2	
6	2,198	2,885	2,422	1,459	2,410 ^a
10	1,969	3,020	2,426	1,423	2,210 ^a
15	2,139	2,969	2,462	1,515	2,271 ^a
20	2,292	2,637	2,319	1,165	2,103 ^{ab}
30	1,613	2,666	1,890	1,384	1,889 ^b
40	916	1,899	1,708	1,282	1,451 ^c

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada taraf 5% menurut uji DMR.

Tabel 2. Berat biji kedelai (g/plot 14 m²) pada berbagai metode di Bogor, MK 1994.

Intensitas rumpun hilang (%)	Metode				
	2	3	4	5	6
6	2,499 ^a	2,510 ^a	2,331 ^a	2,439 ^a	2,696 ^a
10	2,628 ^a	2,515 ^a	2,554 ^a	2,507 ^a	2,707 ^a
15	2,727 ^a	2,684 ^a	2,749 ^a	2,632 ^a	2,759 ^a
20	2,678 ^a	2,546 ^a	2,742 ^a	2,579 ^a	2,536 ^a
30	2,725 ^a	2,572 ^a	2,662 ^a	2,661 ^a	2,834 ^a
40	2,804 ^a	2,714 ^a	2,861 ^a	2,688 ^a	2,793 ^a
Koefisien keragaman (%)	17,4	18,7	26,5	19,3	18,8

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada taraf 5% menurut uji DMR.

Tabel 3. Berat biji jagung (g/13,8 m²) lima varietas pada berbagai intensitas rumpun hilang di Bogor, MK 1994.

Intensitas rumpun hilang (%)	Varietas				Rata-rata (Metode 1)
	Abimanyu	Arjuna	Bayu	Kalingga	
0	6,505	9,190	9,283	10,352	8832 ^a
5	6,509	9,149	9,150	8,905	8428 ^{ab}
10	6,244	8,684	8,020	8,853	7950 ^b
20	5,851	8,426	7,919	8,908	7776 ^c
30	5,815	8,079	4,628	7,877	6599 ^c
40	3,964	6,351	5,085	6,486	5471 ^c

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata pada taraf 5% menurut uji DMR.

Tabel 4. Hasil biji kering jagung pada beberapa intensitas rumpun hilang serta metode konversi (g/15 m²).

Intensitas rumpun hilang (%)	Metode 2	Metode 3	Metode 4
0	8,832 ^b	8,945 ^a	8,784 ^{ab}
5	8,872 ^b	8,810 ^a	8,713 ^b
10	8,834 ^b	8,764 ^a	8,650 ^b
20	9,720 ^b	9,678 ^a	9,270 ^{ab}
30	9,428 ^c	8,922 ^a	8,919 ^{ab}
40	10,943 ^a	6,278 ^c	9,933 ^a

hampir tidak mungkin dapat dilakukan secara manual.

Peubah tanaman sering diamati, namun sering mengalami kesulitan dalam pengukurannya baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Data parameter yang bersifat kualitatif perlu dikuantifikasikan agar dapat dianalisis lebih lanjut. Misalnya data bentuk tanaman kedelai sebagai salah satu peubah yang sering diamati dari jumlah cabang, tinggi batang, jumlah buku, dan lain-lainnya. Namun peubah-peubah itu belum dapat secara jelas menerangkan tentang bentuk tanaman, karena masih ada tolok ukur lain yang secara manual sulit diukur, misalnya tingkat kerimbunan atau titik berat dari tanaman, dan lain-lainnya.

Data panjang akar tanaman yang biasa diukur mulai dari pangkal hingga ujung dan berat kering akar sering diamati untuk mendapatkan informasi tentang sistem perakaran tanaman. Intensitas perakaran dapat pula diukur melalui total panjang dari perakaran. Pengukuran-pengukuran ini memerlukan waktu yang cukup lama apalagi bila ukuran akar itu sangat kecil.

Bentuk biji merupakan peubah morfologi yang sering diamati. Bentuk biji tanaman adakalanya mudah dibedakan antara varietas satu dengan lainnya. Tetapi apabila bentuknya hampir serupa mungkin akan mengalami kesulitan untuk membuat deskripsinya. Untuk mengatasi kesulitan dalam pengukuran-pengukuran peubah-peubah tersebut dapat diatasi melalui analisis *image*.

Pengukuran Panjang Akar

Lebowitz (1988) dan Murakami dan Yoneyama (1988) mengukur panjang akar dengan analisis *image*. *Image* akar tanaman dilakukan

thresh hold, yaitu proses untuk memperoleh gambar yang kontras antara gambar akar dengan latar belakang sehingga menghasilkan gambar akar yang jelas. Untuk menghitung panjang akar lalu *image* tadi diproses dengan prosedur *thinning*, yaitu prosedur untuk memperoleh gambar akar yang hanya merupakan hubungan antara titik-titik dalam layar monitor yang sering disebut pixel. Panjang akar dihitung berdasarkan jarak pixel satu dengan lainnya. Untuk menghitung jarak antara pixel satu dengan lainnya, yaitu jarak antara pixel yang berdekatan secara horizontal atau vertikal sama dengan 1 dan secara diagonal sama dengan $\sqrt{2}$ kali jarak sesungguhnya antara dua pixel yang diperoleh dari skalanya. Hasil pengukuran panjang akar dari *image* memperoleh ketelitian yang tinggi dengan koefisien keragaman sekitar 1%.

Pengamatan Bentuk Biji

Bentuk dan ukuran dari suatu obyek dapat didekati dengan *Freeman chain code*. *Chain code* dari suatu obyek yang bersifat rangkaian tertutup dapat dituliskan dalam 8 arah yang dilambangkan dalam bentuk angka 0 hingga 7.

Bentuk dan ukuran dari obyek yang telah dituliskan dengan *chain-code* dapat didekati dengan *Fourier series*.

Sapirstein *et al.* (1987) menggunakan *chain code* untuk mendeskripsikan bentuk biji gandum, barley, rye, dan oats. Setelah proses

edging (gambar batas pinggir telah dihasilkan) lalu diekstraksi data *image* sebanyak 11 peubah seperti keliling, luas, panjang, lebar dan beberapa nisbah dari peubah-peubah terdahulu. Dari 11 variabel tadi ternyata peubah kanonik (*canonical variable*) yang merupakan kombinasi dari kesebelas peubah tadi dapat/mampu membedakan jenis biji. Hasil klasifikasi biji dari data *image* tercantum pada Tabel 5.

Berdasarkan hasil analisis data *image* dari beberapa varietas gandum ternyata dapat mengklasifikasikan varietas dengan benar antara 88-100% (Symons dan Fulcher, 1988).

Evaluasi Bentuk Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.)

Gambar tanaman kedelai yang diambil melalui kamera video dapat diekstraksi 18 peubah yang dihasilkan dari *imagenya* (Ninomiya dan Shigemori, 1991). Peubah-peubah itu di antaranya: tinggi, lebar, rasio luas (jumlah pixel) dengan panjang x lebar. Di samping itu, distribusi jumlah pixel baik secara vertikal (Y) maupun horizontal (X) juga ditentukan. Dari distribusi frekuensi pixel lalu dibangkitkan data di antaranya centroid (y rata-rata dan x rata-rata), standar deviasi, skewness dan kurtosis, jarak antara batang utama dengan rata-rata x (peubah ini sebagai indikator kelengkungan tanaman yang mungkin dapat memberikan keterangan mengenai ketahanan terhadap kere-

Tabel 5. Hasil klasifikasi biji dengan data yang dihasilkan dari analisis *image*.

	Gandum	Barley	Oats	Rye
Gandum	100%	0	0	0
Barley	0	99,3%	0,7%	0
Oats	0	0	100%	0
Rye	0	3,5%	0	96,5%

bahan). Hasil klasifikasi bentuk tanaman kedelai yang dinilai oleh pemulia tanaman dan data *image* tercantum pada Tabel 6. Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa dengan data *image* mampu membedakan/memilih bentuk tanaman yang baik sesuai dengan pemulia tanaman dengan benar sebanyak 90%.

Metode Kuantifikasi Bentuk Arsitektur Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)

Bentuk tanaman jagung yang telah dievaluasi produktivitasnya, yaitu tipe daun horizontal dan vertikal (Winter dan Ohlrogge, 1973; Whigham dan Woolley, 1974). Untuk membedakan kedua bentuk ini tidaklah sulit, karena dapat diamati secara langsung dari sudut daunnya. Namun bentuk tanaman antara varietas satu dengan lainnya umumnya tidak mudah dibedakan.

Bentuk tanaman dapat mempengaruhi tingkat produktivitasnya. Pengamatan peubah bentuk tanaman jagung yang mengukur arsitektur tanaman memerlukan waktu yang tidak sedikit bila dilakukan di lapang. Pengukuran bentuk tanaman melalui foto mungkin memberikan alternatif yang dapat diharapkan. Pengukuran melalui foto nantinya dapat dianalisis langsung melalui komputer dengan bantuan *scanner* sehingga dapat dilakukan lebih cepat.

Untuk mendapatkan skala ukuran dari tanaman jagung dalam

foto (Sutoro *et al.*, 1993a), maka penggaris dengan ukuran 50 cm diletakkan di samping tanaman. Data yang diambil dari foto yang berukuran kartu pos adalah: panjang penggaris (L), jumlah daun, tinggi tanaman, lebar tanaman, sudut, panjang, jarak ujung pangkal daun dari berbagai posisi daun pada tanaman serta panjang ruas.

Data panjang penggaris dalam foto diperlukan untuk mengetahui ukuran sebenarnya dari tanaman. Tinggi tanaman diukur dari ujung batang bawah hingga ujung bunga jantan. Lebar tanaman adalah lebar maksimum antara tepi kiri dan kanan dari foto tanaman jagung. Sudut daun diukur dengan penggaris busur (clinometer), yaitu sudut antara batang dengan garis yang diperoleh dengan menghubungkan titik pangkal daun dengan titik belok daun. Panjang daun tiap tanaman diperoleh dengan mengukur panjang daun yang menggunakan penggaris tipis dari plastik yang dapat menelusuri sesuai bentuk daun. Panjang ruas diukur dari pangkal daun satu dengan pangkal daun berikutnya.

Peubah-peubah yang dapat dihasilkan dari pengamatan tersebut dan digunakan dalam analisis meliputi jumlah daun, tinggi tanaman, lebar tanaman, nisbah tinggi/lebar tanaman, rata-rata sudut, panjang, kelengkungan daun, panjang ruas, serta titik berat, skewness dan kurtosis dari distribusi peubah sudut, panjang dan kelengkungan daun, serta koefisien keragaman.

Untuk mereduksi jumlah peubah dalam analisis dilakukan analisis komponen utama (*principal component analysis*). Hasil analisis menunjukkan bahwa 5 pertama dari komponen utama dapat menerangkan total keragaman sebesar 82%.

Analisis selanjutnya dengan menggunakan fungsi diskriminan untuk mengetahui peubah yang telah dibangkitkan dapat mengklasifikasikan keempat varietas. Berdasarkan hasil analisis diskriminan menunjukkan bahwa dari tiga fungsi diskriminan yang diperoleh ada perbedaan yang nyata di antara empat varietas. Hasil identifikasi bentuk empat varietas, yaitu Abimanyu, Arjuna, Harapan Baru, dan Wiyasa dapat menggunakan fungsi diskriminan 1 dan 2, meskipun masih ada sedikit yang saling tumpang tindih.

KESIMPULAN

1. Luas daun tiap tanaman jagung dalam kondisi optimum pada fase pembungaan dapat diduga dengan persamaan $Y = 4,1844 (PxL)_5$ bagi tanaman berdaun 8 helai, $Y = 5,0390 (PxL)_5$ bagi tanaman berdaun 9 helai, $Y = 5,4416 (PxL)_6$ bagi tanaman berdaun 10 helai, $Y = 6,3911 (PxL)_7$ bagi tanaman berdaun 11 helai, $Y = 6,7134 (PxL)_7$ bagi tanaman berdaun 12 helai, $Y = 6,7892 (PxL)_8$ bagi tanaman berdaun 13 helai, $Y = 7,1198 (PxL)_9$ bagi tanaman berdaun 14 helai, $Y = 7,7282 (PxL)_9$ bagi tanaman berdaun 15 helai, $(PxL)_i$ merupakan panjang kali lebar daun pada posisi ke-*i* (daun paling atas merupakan posisi pertama). Pada populasi sangat padat total luas daun perlu dikoreksi dengan mengalikan 0,94 dan bila pertanaman jagung tumbuh pada kesuburan (pupuk N) yang tinggi dengan mengalikan 1,05.

Tabel 6. Klasifikasi antara penilaian pemulia tanaman dengan data *image* menurut fungsi diskriminan.

Penilaian	Fungsi diskriminan		
	Buruk	Sedang	Baik
Buruk	64,6	27,1	8,2
Sedang	13,1	61,1	25,7
Baik	2,6	7,3	90,1

2. Penduga luas daun ubi kayu tiap tangkai, yaitu $Y = 0,8077 (PxLxn)^{0,8946}$ sedangkan $PxLxn$ = hasil kali panjang dan lebar maksimum dan jumlah helai daun. Penduga luas daun ubi jalar yang berbentuk seperti *jantung*, yaitu $Y = 0,8 (PxL)$, dan bentuk *berjari*, yaitu $Y = 0,47 (PxL)^{1,1}$, PxL = panjang kali lebar daun.
3. Penduga luas daun trifoliolate tanaman kedelai, yaitu $Y = 2,1368 (PxL)^{0,9737}$ sedangkan penduga luas daun kacang hijau adalah $Y = 2,0235 (PxL)^{0,9865}$, PxL = panjang kali lebar maksimum helai daun bagian tengah. Penduga luas tiap tangkai daun kacang tanah dengan menggunakan peubah panjang (P) dan lebar (L) maksimum daun helaian bagian bawah sebelah kiri atau kanan adalah $Y = 4,1553 (PxL)^{0,94}$.
4. Intensitas rumpun hilang pada petak pertanaman yang tidak mempengaruhi hasil biji, yaitu hingga 20% pada tanaman kedelai dan 5% pada tanaman jagung.
5. Analisis *image* merupakan salah satu cara untuk mendeskripsikan peubah morfologi tanaman atau bagian tanaman dengan baik.

KEPUSTAKAAN

- Gomez, K.A. 1972.** Techniques for field experiments with rice. The International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.
- Lebowitz, R.J. 1988.** Digital image analysis measurement of root length and diameter. *Environmental and experimental botany*. 28: 267-273.
- Murakami, T. and T. Yoneyama. 1988.** Comparison of root length of two rice (*Oriza sativa* L.) varieties by using an image analyzer. *Plant and soil*. 105: 287-289.
- Ninomiya, S. and I. Shigemori. 1991.** Quantitative evaluation of soybean (*Glycine max* L. Merrill) plant shape by image analysis. *Japan. J. Breed.* 41: 485-497.
- Sapirstein, H.D., M. Neuman, E.H. Wright, E. Shwedyk, and W. Bushuk. 1987.** An instrumental system for cereal grain classification using digital image analysis. *Journal of Cereal Science*. 6: 3-14.
- Sutoro. 1985.** Metode pendugaan luas daun pada tanaman jagung (*Zea mays* L.). Tesis. Fakultas Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Sutoro dan J. Wargiono. 1986.** Metode pendugaan luas daun pada tanaman ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz). Seminar Baliitan Bogor. Vol. 1: 6-12.
- Sutoro. 1991.** Metode pendugaan indeks luas daun pada tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.). *Penelitian Pertanian* 11(2): 114-117.
- Sutoro. 1992.** Metode pendugaan luas daun kedelai (*Glycine max* L.), jagung (*Zea mays* L.), dan ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz). *Penelitian Pertanian* 12(2): 89-91.
- Sutoro, Hadiatmi, dan M. Setyowati. 1993a.** Metode kuantifikasi bentuk arsitektur tanaman jagung (*Zea mays* L.). *Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan* No.1: 32-38.
- Sutoro, S. Hutami, dan M. Setyowati. 1993b.** Pendugaan luas daun tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* L.) dan kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Penelitian Pertanian* 13(3): 102-106.
- Sutoro dan N. Sunarlim. 1995.** Metode konversi hasil tanaman jagung dan kedelai pada petak rumpun hilang (*missing hill*). *Laporan Penelitian APBN 1994/95*. Baliitan Bogor.
- Symons, S.J. and R.G. Fulcher. 1988.** Determination of wheat kernel morphological variation by digital image analysis. *Journal of Cereal Science* 8: 219-229.
- Whigham, D.K. and D.G. Woolley. 1974.** Effect of leaf orientation, leaf area, and plant densities on corn production. *Agron. J.* 66: 482-486.
- Wiersma, J.V. and T.B. Bailey. 1975.** Estimation of leaflet, trifoliolate, and total leaf area of soybean. *Agron. J.* 67: 26-30.
- Winter, S.R. and A.J. Ohlrogge. 1973.** Leaf angle, leaf area, and corn (*Zea mays* L.) yield. *Agron. J.* 65: 395-397.