

G/STK
2001
0240

**ANALISIS BILOT DAN PROCRUSTES UNTUK MENGAJI PENGARUH
PEMANGKASAN (RATOON) PADA BERBAGAI TANAMAN SORGUM
(*SORGHUM BICOLOR L.*)**

SYAMSUL BAHRI



**JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2001**

Salah satu cara menyasati belenggu "ketidakmungkinan" adalah dengan merasa yakin, memiliki tujuan yang gigih, berani, serta istiqamah dalam menggapai sesuatu yang dikaruniakan Allah S.W.T.

*"Dan bersabarlah dalam menunggu ketetapan Rabbmu (berupa pertolongan Allah).
Sesungguhnya kamu berada dalam pengawasan (perlindungan) kami."
(QS. Ath Thuur : 48).*

*Sebuah karya kecil yang kupersembahkan
Untuk Mama, Ayah, Kakek dan Nenek
Serta seluruh keluargaku.
Dan orang-orang yang mencintaiku.*

ABSTRACT

SYAMSUL BAHRI. *Biplot And Procrustes Analysis To Study The Cutting Off Effect (Ratoon) In Different Kind Of Sorghum Plants (Sorghum Bicolor L.)*. Under the supervision of I MADE SUMERTAJAYA and SUTORO.

In the means of food stuff diversity, the sorghum can be used for the alternative of carbohydrate resource. As a food resource, this sorghum has many advantages, for example high productivity, dry resistance in accordance with another second crops. It's capability to grow in an appropriate land, the available seed to use for many purpose. And its resistant for long time preserve. Another advantages is sorghum can be cutted off (ratooned) for 2-3 time in equal productivity with it's main plant. To get visual appearance of sorghum characteristic principally in dry seed weight variable which indicate the level of productivity on the main plant and ratoon biplot analysis were use. Meanwhile to compare the characteristic of similarity level we use procrustes analysis. Before analysis, eliminate the six variety that perish after the cutting off (ratoon), so only 94 of 100 variety that being used.

The result is, the two biplots shown the change of characteristic of almost all variety, especially on the dry seed weight variable after cutting down. Because the position of variety in accordance with the variable in biplot of the ratooned plant and the main plant is not exactly same. This case supported by procrustes analysis that produce the value of R^2 equal with 21.16%. that mean, only 21.16% of the characteristic of ratooned plant and main plant is considerably the same. Meanwhile the rest 78.84% is extremely different. From the result of biplot we get the information of sorghum variety which have a good characteristic for dry seed weight variable, is Entry (x) 15 SDAC and ICSV 92024 variety in the motherplant and also Entry 64.OTN and ICSV 93026 Variety for the ratooned.

Key words : *Sorghum, Ratoon, Biplot and Procrustes.*

RINGKASAN

SYAMSUL BAHRI. *Analisis Biplot Dan Procrustes Untuk Mengkaji Pengaruh Pemangkasan (Ratoon) Pada Berbagai Tanaman Sorgum (Sorghum Bicolor L.)*. Dibimbing Oleh I MADE SUMERTAJAYA dan SUTORO.

Dalam upaya penganekaragaman bahan pangan, sorgum dapat digunakan sebagai alternatif sumber karbohidrat. Sebagai tanaman pangan, tanaman ini mempunyai beberapa kelebihan antara lain daya hasil cukup tinggi, tahan kering dibanding palawija lainnya dan mampu tumbuh dilahan bermasalah, bijinya dapat digunakan untuk berbagai keperluan dan dapat tahan disimpan lama. Kelebihan yang lain adalah sorgum dapat dipangkas (diratoon) sebanyak 2-3 kali yang hasilnya dapat menyamai bahkan bisa melebihi tanaman induk. Untuk melihat secara visual karakteristik sorgum terutama peubah berat biji kering yang merupakan indikator tingkat produksi pada tanaman induk dan ratoon, digunakan analisis biplot. Sedangkan untuk membandingkan tingkat kemiripan karakteristiknya digunakan analisis procrustes. Sebelum dilakukan kedua analisis, terlebih dahulu disisihkan enam varietas yang secara rata-rata mati setelah dipangkas, sehingga hanya digunakan 94 varietas dari 100 varietas yang ada.

Hasil yang diperoleh, pada kedua hasil biplot menunjukkan perubahan karakteristik yang terjadi hampir pada semua varietas, khususnya terhadap peubah berat biji kering setelah sorgum dipangkas. Karena posisi varietas terhadap peubah pada biplot tanaman ratoon tidak sama seperti tanaman induk. Hal ini juga didukung oleh analisis procrustes yang menghasilkan nilai R^2 sebesar 21.16%. Yang artinya, hanya 21.16% saja karakteristik sorgum tanaman ratoon dengan tanaman induk dapat dianggap sama. Sedangkan 78.84% karakteristik sorgum tanaman ratoon dengan tanaman induk sangat berbeda. Dari hasil biplot diperoleh informasi varietas sorgum yang memiliki karakteristik sangat baik untuk peubah berat biji kering yaitu varietas Entry (x) 15 SDAC dan ICSV 92024 pada tanaman induk dan varietas Entry 64.OTN dan ICSV 93026 pada tanaman ratoon.

Key words: *Sorgum, Ratoon, Biplot, Procrustes.*

**ANALISIS BILOT DAN PROCRUSTES UNTUK MENKAKI PENGARUH
PEMANGKASAN (RATOON) PADA BERBAGAI TANAMAN SORGUM (*SORGHUM
BICOLOR L.*)**


**SYAMSUL BAHRI
G03497064**


Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains
pada
Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Pertanian Bogor

**JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2001**

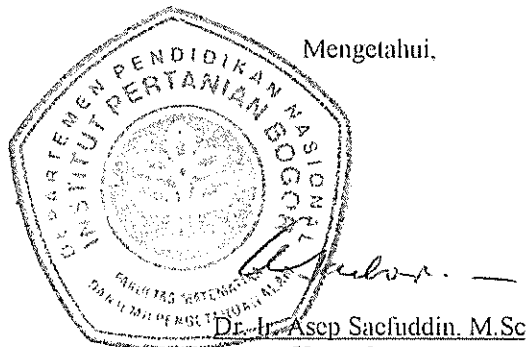
Judul : Analisis Biplot Dan Procrustes Untuk Mengkaji Pengaruh Pemangkasan (Ratoon) Pada
Berbagai Tanaman Sorgum (*Sorghum Bicolor L.*)
Nama : Syamsul Bahri
NRP : G03497064

Menyetujui,


Ir. I Made Sumertajava, MS
Pembimbing I


Ir. Sutoro, MS
Pembimbing II

Mengetahui,


Dr. Ir. Asep Saefuddin, M.Sc
Ketua Jurusan

Tanggal Lulus : 21 NOV 2001

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 2 Juni 1979 sebagai anak kelima dari enam bersaudara dari pasangan TB. Ending Samsudin dan Siti Haer.

Pada tahun 1991 penulis lulus dari SDN 16 Petang di Jakarta, tahun 1994 lulus dari SMPN 67 di Jakarta, kemudian melanjutkan ke SMUN 79 Jakarta dan lulus tahun 1997. Pada tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswa program studi statistika di Institut Pertanian Bogor melalui jalur USMI.

Semasa mengikuti perkuliahan, penulis aktif di Himpunan Profesi Mahasiswa Statistika Gamma Sigma Beta sebagai koordinator kajian strategis periode kepengurusan tahun 2000. Pada periode sebelumnya, penulis menjadi asisten instruktur pada pelatihan komputer Gamma Sigma Beta. Dan pada periode yang sama, penulis menjadi instruktur pelatihan komputer Gamma Sigma Beta.

PRAKATA

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah S.W.T atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya yang tiada pernah terputus sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Dan semoga salawat serta salam senantiasa dicurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad S.A.W beserta keluarga dan para sahabat.

Terima kasih sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada berbagai pihak yang telah membantu penyelesaian karya ilmiah ini, antara lain :

1. Bapak Ir. I Made Sumertajaya, MS dan Bapak Ir. Sutoro, MS selaku pembimbing yang dengan sabar membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan karya ilmiah ini.
2. Mama, Ayah, Kakek dan Nenekku yang senantiasa mencurahkan perhatian dengan segenap cinta dan kasih sayang beserta doa-doanya. Kak Opik, Kak Alik, Kak Endah, Mba Tuti atas perhatian dan pengertiannya selama ini dan khususnya Kakakku Ening (Alm) yang telah menyadarkan penulis akan arti sebuah cinta dan kasih sayang, juga Adikku Ikbal atas perhatian dan pengertiannya, dan keponakanku Adi yang lucu.
3. Keluarga Mba Era yang telah banyak membantu penulis secara moril maupun materi. Dan keluarga Alm. Om Sujoko atas segala kebaikan dan nasihatnya beserta seluruh saudara-saudaraku yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
4. Teman sekaligus sahabatku Desy yang senantiasa memberikan perhatian, motivasi dan doa selama penulis kuliah. *Thanks for everything you have done to me.*
5. Seluruh staf Balitbio Bogor yang telah membantu penulis.
6. Teman-teman di kost CD 41B, Farit dan Soni (makasih atas diskusinya), Ikbal (makasih telah menjadi pembahas), Da Emil, Novri, Budi dan Puji atas kebersamaannya.
7. Keluarga besar STK'34, Venny (makasih banyak yach..), Sofyan, Yunita (makasih untuk motivasi dan nasehatnya), Hajar, Ary (makasih buku sorgumnya), Irla, Hweli, Widhi dan Alam, Opik dan Uwee, Gio (thanks udah nganterin seminar). Poppy, Inne, Yadi, Thias, Adit, Irlan, Novi, Deulis, Dewi Sri dan Dewi K., Eda, Ade. Fitri. Anik, Baby, Ima, Viza, Rahma, Yuyu, Mawan, Diro, Whisnu, Aa, serta teman STK'34 lainnya yang telah memberikan warna dalam kehidupan penulis.
8. Bu Dede, Bu Markonah, Bu Sulis, Pak Iyan. Bang Sudin, beserta seluruh staf jurusan Statistika. Dan seluruh pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu
Semoga karya ilmiah ini dapat bermamfaat.

Bogor, Januari 2002

Syamsul Bahri

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	ii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ii
PENDAHULUAN	
Latar Belakang.....	1
Tujuan.....	1
TINJAUAN PUSTAKA	
Tanaman Sorgum (<i>Sorghum Bicolor L.</i>).....	1
Sorgum Pangkasan (Ratoon).....	1
Analisis Biplot.....	2
Analisis Procrustes.....	2
BAHAN DAN METODE	
Bahan.....	3
Metode.....	3
HASIL DAN PEMBAHASAN	
Deskripsi Data Pada Tanaman Induk dan Ratoon.....	4
Analisis Biplot Pada Tanaman Induk.....	4
Analisis Biplot Pada Tanaman Ratoon.....	6
Hasil Analisis Procrustes.....	7
KESIMPULAN.....	8
SARAN.....	8
DAFTAR PUSTAKA.....	9
LAMPIRAN.....	10

DAFTAR TABEL

No.	Halaman
1. Peubah karakteristik varietas sorgum.....	3
2. Output analisis procrustes dengan matriks X sebagai matriks target dan matriks Y sebagai matriks yang ditransformasi.....	8

Lampiran

No.	Halaman
1. Daftar nomor dan nama-nama varietas sorgum	11
2. Deskripsi data sorgum pada tanaman induk dan ratoon	12
3. Korelasi peubah karakteristik sorgum pada tanaman induk dan ratoon.....	13
4. Akar ciri dan persentase keragaman analisis biplot sorgum tanaman induk.....	14
5. Akar ciri dan persentase keragaman analisis biplot sorgum tanaman ratoon.....	14
6. Kontribusi dari tiap varietas terhadap jumlah kuadrat jarak, jarak antara sorgum tanaman induk dan tanaman ratoon, serta klasifikasinya.....	16
7. Rata-rata persentase perubahan setiap peubah pada tiap klasifikasi.....	18
8. Peubah karakteristik yang relatif dominan terhadap setiap varietas pada biplot tanaman induk.....	19
9. Peubah karakteristik yang relatif dominan terhadap setiap varietas pada biplot tanaman ratoon.....	19

DAFTAR GAMBAR

No.	Halaman
1. Biplot sorgum tanaman induk.....	5
2. Biplot sorgum tanaman ratoon.....	7

Lampiran

No.	Halaman
1. Rata-rata persentase perubahan setiap peubah pada setiap klasifikasi.....	18

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Halaman
1. Matriks rotasi.....	15

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sorgum (*Sorghum bicolor L.*) merupakan salah satu jenis tanaman serelia yang mempunyai potensi tinggi penghasil biji sebagai sumber karbohidrat. Tanaman sorgum mempunyai kisaran lingkungan tumbuh yang luas untuk dapat memberikan jaminan kepastian produksi. Di kawasan Asia kebutuhan sorgum sebagai bahan pangan menduduki urutan ketiga setelah beras dan terigu, sementara di beberapa negara Afrika tanaman pangan non beras ini menjadi bahan makanan pokok penduduknya (Yusro, 2001).

Sebagai tanaman pangan, tanaman ini mempunyai beberapa kelebihan antara lain daya hasil cukup tinggi, tahan kering dibanding palawija lainnya dan mampu tumbuh dilahan bermasalah, bijinya dapat digunakan untuk berbagai keperluan dan dapat tahan disimpan lama (Djulin *et al.* 1993) dalam Roesmarkam *et al.* (1996). Kelebihan yang lain adalah sorgum dapat dipangkas (diratoon) sampai beberapa kali dan hasil ratoonnya dapat menyamai atau bahkan dapat lebih dari hasil tanaman induknya (Ismail & Kodir, 1977).

Pengembangan sorgum sebagai bahan makanan non beras dirasakan sangat perlu, terutama dalam usaha penganekaragaman bahan pangan. Dalam usaha pengembangan tersebut diperlukan benih atau varietas unggul yang dapat diperoleh melalui teknik persilangan untuk menggabungkan sifat-sifat baik yang diinginkan.

Dalam penelitian ini ditanam seratus varietas sorgum yang kemudian diamati sembilan karakteristiknya pada kondisi sorgum sebelum dipangkas (tanaman induk) dan setelah dipangkas (tanaman ratoon). Dari seratus varietas sorgum tersebut tentu memiliki karakteristik yang berbeda untuk masing-masing jenis varietas pada saat sebelum dan sesudah dipangkas. Salah satu cara untuk mengetahui secara visual peubah (karakteristik) yang menjadi penciri suatu objek pada dua kondisi diatas adalah dengan metode biplot yang menampilkan secara simultan posisi relatif n objek dan p peubah dalam dua dimensi. Dengan demikian informasi-informasi mengenai suatu varietas terhadap karakteristik yang diamati dapat diperoleh. Sedangkan untuk mengetahui tingkat kemiripan karakteristik pada tanaman ratoon terhadap tanaman induknya, digunakan analisis procrustes yang membandingkan dua konfigurasi titik yang mewakili n unit pengamatan yang sama.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik yang menjadi penciri suatu varietas sorgum pada tanaman induk dan tanaman ratoon, khususnya peubah karakteristik berat biji kering yang merupakan indikator tingkat produksi. Kemudian dilihat perubahan karakteristik sorgum akibat pengaruh pemangkasan yang dihasilkan analisis biplot. Selain itu juga akan dibandingkan bagaimana pengaruh pemangkasan terhadap karakteristiknya dengan analisis procrustes.

Informasi yang diperoleh dari kedua analisis akan dijadikan sebagai petunjuk dalam pemilihan varietas dalam persilangan untuk mendapatkan varietas unggul

TINJAUAN PUSTAKA

Tanaman Sorgum (*Sorghum bicolor L.*)

Tanaman sorgum berasal dari negara Afrika. tanaman ini sejenis rumput sehingga termasuk kedalam famili Gramineae atau rerumputan, seperti tanaman padi, jagung dan tebu.

Biji sorgum berkeping satu dan tidak membentuk akar tunggang, hanya membentuk akar lateral yang halus namun letaknya agak dalam dibawah tanah. Dengan adanya akar serabut yang banyak dan cukup panjang ini, tanaman sorgum mampu menyerap air cukup intensif. Dengan demikian tanaman ini relatif lebih tahan kekeringan. Daun sorgum dilapisi oleh sejenis lilin yang agak tebal dan berwarna putih yang berfungsi untuk menahan atau mengurangi penguapan air dari dalam tubuh tanaman, dengan kata lain mendukung resistensi terhadap kekeringan.

Bunga berbentuk malai bertangkai panjang tegak lurus, terlihat pada pucuk batang yang tumbuh sekitar 60-70 hari setelah masa tanam. Malai sorgum dapat dipanen rata-rata setelah tanaman berumur 90-120 hari setelah tanam (Mudjisihono & Suprpto, 1987).

Sorgum Pangkasan (Ratoon)

Dari batang sorgum yang dipotong setelah dipanen akan timbul tunas-tunas baru. Dengan pemeliharaan yang baik tunas-tunas ini akan tumbuh menjadi tanaman sorgum pangkasan yang baik. Tunas-tunas yang baik adalah yang tumbuh dari bagian batang didalam tanah. Karena itu pemotongan batang yang tua setelah dipanen dilakukan tepat diatas permukaan tanah. Jika dipotong tinggi diatas permukaan tanah, maka tunas-tunas yang tumbuh dari ruas pangkal batang

biasanya lemah dan mudah rebah bila ada angin besar. Pemangkasan sorgum dapat dilakukan 2-3 kali dan dengan pemeliharaan yang baik, hasilnya bisa menyamai atau bahkan lebih daripada hasil tanaman induknya (Ismail & Kodir, 1977).

Analisis Biplot

Biplot merupakan suatu alat analisis statistika deskriptif peubah ganda yang menyajikan posisi relatif dari n pengamatan terhadap p peubah secara simultan dalam dua dimensi. Dengan analisis ini dapat diperoleh informasi mengenai hubungan antara peubah dengan objek, selain itu dapat dianalisis hubungan antar peubah, kemiripan antar objek pengamatan dan posisi relatif antara objek pengamatan dengan peubah.

Analisis ini dikemukakan pertama kali oleh Gabriel (1971) yang didasari oleh penguraian nilai singular (*Singular Value Decomposition/SVD*).

Suatu matriks data X dengan n pengamatan dan p peubah yang telah dikoreksi terhadap nilai rataannya, berpangkat r , dapat dituliskan sebagai berikut :

$$X = ULA' \dots\dots\dots 1$$

dengan U dan A adalah matriks berukuran $n \times r$ dan $p \times r$ dimana $U'U = I_r$ dan $A'A = I_r$, sedangkan L adalah matriks diagonal berukuran $r \times r$ dengan unsur diagonalnya adalah akar kuadrat dari akar ciri-akar ciri matriks $X'X$ atau XX' , sehingga $\sqrt{\lambda_1} > \sqrt{\lambda_2} > \dots > \sqrt{\lambda_r}$. r adalah pangkat matriks X dan unsur-unsur diagonal ini disebut nilai singular matriks X . Lajur-lajur matriks A disebut vektor singular baris matriks X dalam ruang dimensi p dan lajur-lajur matriks U disebut vektor singular lajur matriks X dalam ruang dimensi n .

Jika didefinisikan $G = UL^\alpha$ dan $H' = L^{1-\alpha}A'$ dengan α adalah nilai faktorisasi yang besarnya $0 \leq \alpha \leq 1$, maka persamaan 1 menjadi

$$X = GH' \dots\dots\dots 2$$

Atau

$$X_{ij} = g_i \cdot h_j \dots\dots\dots 3$$

dengan g_i dan h_j masing-masing merupakan baris-baris matriks G dan H . jika X berpangkat 2 maka vektor pengaruh baris g_i dan vektor pengaruh lajur h_j dapat digambarkan dalam ruang dimensi dua. Jika X berpangkat lebih dari dua, biasanya didekati dengan matriks berpangkat dua dan persamaan dua menjadi

$${}_2X_{ij} = g_i^* \cdot h_j^* \dots\dots\dots 4$$

dengan ${}_2X_{ij}$ merupakan unsur matriks pendekatan matriks X pada dimensi dua, sedangkan g_i^* dan h_j^*

masing-masing unsurnya terdiri dari komponen pertama dan kedua matriks G dan H .

Menurut Jolliffe (1986) meskipun faktorisasi $X = GH'$ tidak khas, tapi pengambilan nilai $\alpha = 0$ berguna bagi interpretasi biplot. Jika $\alpha = 0$, maka $G = U$ dan $H' = LA'$ sehingga diperoleh :

$$X'X = (GH')(GH') = HH' \dots\dots\dots 5$$

karena $X'X = HH' = (n-1)S$, maka hasil kali $h_j' h_k$ akan sama dengan $n-1$ kali peragam S_{jk} dan $h_k' h_k$ menggambarkan keragaman peubah ke- k , sedangkan korelasi peubah ke- j dan ke- k sama dengan nilai kosinus sudut antara vektor h_j dan h_k . jika $\alpha = 1$, maka $G = UL$ dan $H = A$ sehingga diperoleh hubungan :

$$X'X = (GH')(GH') = GH'HG = GA'AG = G'G \dots\dots 6$$

karena $G = UL$ sehingga unsur ke- k dari g_i adalah $u_{ik} \sqrt{\lambda_k} = z_{ik}$ yang merupakan skor komponen utama ke- k dari pengamatan ke- i , dan dari $H = A$ diperoleh bahwa vektor pengaruh lajur h_j sama dengan a_j , yaitu vektor pembobot peubah ke- j pada komponen utama ke- k .

Analisis Procrustes

Analisis procrustes merupakan suatu analisis yang bertujuan untuk membandingkan dua konfigurasi titik yang mewakili n unit pengamatan yang sama. Pada prinsipnya untuk melihat kesamaan bentuk dan ukuran dari dua konfigurasi, salah satu konfigurasi dibuat tetap, sementara konfigurasi lain ditransformasi sehingga cocok dengan konfigurasi yang pertama (Digby, 1987).

Ada tiga tipe tranformasi yang dilakukan dalam analisis procrustes, yaitu translasi, rotasi sumbu koordinat dan penskalaan yang dilakukan jika kedua konfigurasi mempunyai skala yang tidak sama.

Translasi adalah perpindahan paralel dari setiap titik pengamatan kesuatu titik asal yang baru, untuk mendapatkan sumbu baru yang sejajar dengan sumbu aslinya. Secara aljabar dituliskan :

$$X^* = XH$$

Dengan H matriks translasi dan X matriks data dan X^* adalah matriks data setelah ditranslasi.

Rotasi adalah perputaran titik ataupun sumbu koordinat. Rotasi yang diperbolehkan adalah rotasi sumbu koordinat. Secara aljabar, rotasi dapat dituliskan :

$$X^* = Xl'$$

dengan l' adalah matriks rotasi, X matriks data dan X^* adalah matriks data setelah dilakukan rotasi.

Pada analisis procrustes, jenis perpindahan yang dipilih adalah perpindahan yang dapat meminimumkan jumlah kuadrat jarak antara titik-titik pada konfigurasi yang dipindahkan terhadap titik-titik yang sesuai pada konfigurasi yang dibuat tetap (Digby & Kempton, 1987).

Misalkan untuk membandingkan konfigurasi X (matriks X) dan konfigurasi Y (matriks Y), dengan matriks X dibuat tetap sementara matriks Y ditransformasi menjadi matriks baru Z, sehingga :

$$Z = \beta Y\Gamma + I_N \tau$$

Jumlah kuadrat jarak (m^2_{xy}) titik-titik yang dipindahkan terhadap titik-titik yang sepadan pada konfigurasi yang dibuat tetap secara aljabar dapat dituliskan :

$$m^2_{xy} = tr((X-Z)'(X-Z))$$

untuk meminimumkan nilai m^2_{xy} ini, akan lebih baik kalau matriks X dan matriks Y dipusatkan terlebih dahulu dititik asal. Matriks translasi dugaan dapat diperoleh dengan menyelesaikan persamaan :

$$(X - \bar{X}) - \beta(Y - \bar{Y})\Gamma = I_N \hat{\tau}$$

dengan \bar{X} dan \bar{Y} adalah matriks data terpusat.

Nilai β dan matriks rotasi Γ diperoleh dengan meminimumkan :

$$tr((\bar{X} - \beta\bar{Y}\Gamma)'(\bar{X} - \beta\bar{Y}\Gamma)) = tr(\bar{X}'\bar{X}) + \beta^2 tr(\Gamma'\bar{Y}'\bar{Y}\Gamma) - 2\beta tr(\bar{X}'\bar{Y}\Gamma)$$

Misalkan penguraian nilai singular (Singular Value Decomposition) dari $\bar{X}'\bar{Y}$ didefinisikan :

$$\bar{X}'\bar{Y} = U\Lambda V'$$

Maka untuk setiap nilai β , matriks Γ yang dapat meminimumkan : $tr((\bar{X} - \beta\bar{Y}\Gamma)'(\bar{X} - \beta\bar{Y}\Gamma))$ adalah :

$$\hat{\Gamma} = UV'$$

karena A dan U adalah matriks ortogonal, maka matriks $\hat{\Gamma}$ juga merupakan matriks ortogonal. Sehingga matriks $\hat{\Gamma}$ ini dapat digunakan sebagai matriks rotasi.

Sedangkan penduga parameter skala adalah :

$$\hat{\beta} = \frac{tr(\bar{X}'\bar{Y}\hat{\Gamma})}{tr(\bar{Y}'\bar{Y})}$$

R^2 adalah salah satu ukuran yang digunakan untuk menggambarkan kesamaan bentuk kedua konfigurasi yang dibandingkan. Nilai ini

menunjukkan berapa persen pengamatan pada kedua konfigurasi dapat dianggap sama. Jika nilai ini sama dengan 1 (100%), berarti kedua konfigurasi tersebut memiliki bentuk yang sama.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hasil penelitian dari Balai Penelitian Bioteknologi Tanaman Pangan (Balitbio), Bogor. Rancangan lingkungan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok lengkap dengan dua ulangan. Jumlah varietas yang digunakan sebanyak seratus varietas (Tabel Lampiran 1.) dengan sembilan peubah karakteristik yang diamati seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Peubah karakteristik varietas sorgum.

No	Peubah	Uraian	Satuan
1	X1	Jumlah Tanaman	-
2	X2	Umur Masak	Hari
3	X3	Tinggi Tanaman	Cm
4	X4	Jumlah Malai Panen	Gram
5	X5	Berat Malai Basah	Gram
6	X6	Berat Malai Kering	Gram
7	X7	Berat Biji Kering	Gram
8	X8	Berat 100 Biji	Gram
9	X9	Berat Biji/tanaman	Gram

Metode

Pada tahap awal, nilai-nilai peubah karakteristik yang diamati pada ulangan 1 dan ulangan 2 dijumlahkan kemudian dirata-ratakan untuk setiap varietas pada tanaman induk dan tanaman ratoon. Jika terdapat varietas yang secara rata-rata mati, maka varietas tersebut disisihkan. Deskripsi data dilakukan terhadap semua peubah pada tanaman induk dan ratoon setelah varietas yang mati disisihkan. Dan dilakukan pembakuan data jika satuan antar peubah tidak sama.

Biplot

Analisis biplot dilakukan untuk melihat posisi relatif varietas terhadap peubah dan kemiripan sifat antar objek/varietas. Varietas yang menjadi perhatian pada analisis biplot adalah varietas yang dicirikan oleh peubah X7 yang merupakan indikator tingkat produksi. Pada analisis ini akan dipilih nilai α yang memberikan hasil yang baik dan memuaskan, yaitu antara 0 dan 1.

Selang kepercayaan sebaran normal ganda 95% ($\alpha=0.05$) digunakan untuk mengetahui varietas yang berada pada kondisi rata-rata umum. Karena hanya digunakan dua peubah maka daerah ini berbentuk elips. Untuk memperoleh jari-jari pendek (R_s) dan jari-jari panjang (R_l) digunakan persamaan :

$$R_s = \sqrt{\lambda_1} \sqrt{\frac{p(n-1)}{n(n-1)} F_{p, n-1(\alpha)}}$$

$$R_l = \sqrt{\lambda_2} \sqrt{\frac{p(n-1)}{n(n-1)} F_{p, n-1(\alpha)}}$$

dengan : p = banyaknya peubah yang digunakan
 n = banyaknya pengamatan
 λ_1 = akar ciri pertama
 λ_2 = akar ciri kedua dari matriks ragam peragam S

Procrustes

Gugus data (score biplot) pada tanaman induk dimisalkan sebagai matriks X yang dibuat tetap sebagai matriks target sementara gugus data (score biplot) pada tanaman ratoon dimisalkan sebagai matriks Y yang ditransformasi menjadi matriks baru Z.

Matriks kesalahan adalah simpangan matriks dugaan terbaik Z terhadap matriks target, yaitu matriks X. matriks kesalahan secara aljabar dituliskan sebagai berikut :

$$E=(X-Z)$$

Jumlah kuadrat total merupakan jumlah kuadrat unsur-unsur pada matriks X (matriks target), sedangkan jumlah kuadrat galat adalah jumlah kuadrat jarak antara titik-titik pada gugus data hasil transformasi dengan titik-titik yang bersesuaian pada gugus data yang dibuat tetap. Dengan demikian, jumlah kuadrat jarak ini adalah jumlah kuadrat unsur-unsur pada matriks simpangan. Jumlah kuadrat total (JKT) dan jumlah kuadrat galat (JKG) secara aljabar dapat dituliskan :

$$JKT = \text{tr}(X'X) \quad \text{dan} \quad JKG = \text{tr}((X-Z)'(X-Z))$$

Sedangkan R^2 yang menjadi ukuran kesamaan kedua konfigurasi dapat dihitung dengan rumus :

$$R^2 = 1 - JKG/JKT \\ = 1 - \text{tr}((X-Z)'(X-Z))/\text{tr}(X'X)$$

Pembandingan kedua gugus data dilakukan dengan melihat besarnya nilai R^2 . Jika nilai R^2 mendekati 1 (100%), berarti kedua gugus data yang dibandingkan memiliki kemiripan karakteristik.

Kemudian dilakukan pengklasifikasian berdasarkan jarak yang dihasilkan analisis procrustes. Pengklasifikasian dibagi menjadi empat, dengan klasifikasi :

Toleran : $x < \mu - \sigma$
 Moderat : $\mu - \sigma \leq x < \mu$
 Peka : $\mu \leq x < \mu + \sigma$
 Sangat Peka : $x \geq \mu + \sigma$

Dimana μ adalah rata-rata jarak varietas, σ adalah simpangan baku jarak dan x adalah jarak varietas hasil analisis procrustes.

Setelah itu akan dihitung rata-rata persentase perubahan relatif setiap peubah pada setiap klasifikasi.

Software yang digunakan pada analisis biplot adalah XLSTAT44, sedangkan analisis procrustes menggunakan macro dengan bantuan software SAS versi 6.12.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Data Pada Tanaman Induk dan Ratoon.

Dari deskripsi data masing-masing peubah (Tabel Lampiran 2.) yang diperoleh setelah enam varietas yang mati disisihkan diketahui bahwa nilai rata-rata setiap peubah pada tanaman ratoon hampir semua lebih kecil dari tanaman induk kecuali peubah X9. Sedangkan keragaman relatif setiap peubah pada tanaman induk lebih kecil dari tanaman ratoon. Keragaman terbesar pada tanaman induk dimiliki oleh peubah X7, X6, X5 dan X9. Dengan nilai rata-rata masing-masing peubah sebesar 429.4 gram, 653.7 gram, 1025.5 gram dan 33.4 gram. Sedangkan keragaman terkecil pada tanaman induk dimiliki oleh peubah X2, dengan nilai rata-rata sebesar 93.3 hari.

Pada deskripsi tanaman ratoon, keragaman terbesar dimiliki oleh peubah X5, X7, X6, X4 dan X1. Dengan nilai rata-rata masing-masing peubah sebesar 486.3 gram, 216.1 gram, 310.7 gram dan 5.0 gram. Sedangkan keragaman terkecil masih dimiliki oleh peubah X2, dengan nilai rata-rata sebesar 90.2 gram.

Analisis Biplot Pada Tanaman Induk

Pada analisis biplot ini digunakan nilai $\alpha=1$ karena penggunaan nilai $\alpha=0$ tidak memberikan

hasil yang memuaskan, dimana posisi semua objek terlihat terlalu mengumpul dititik pusatnya.

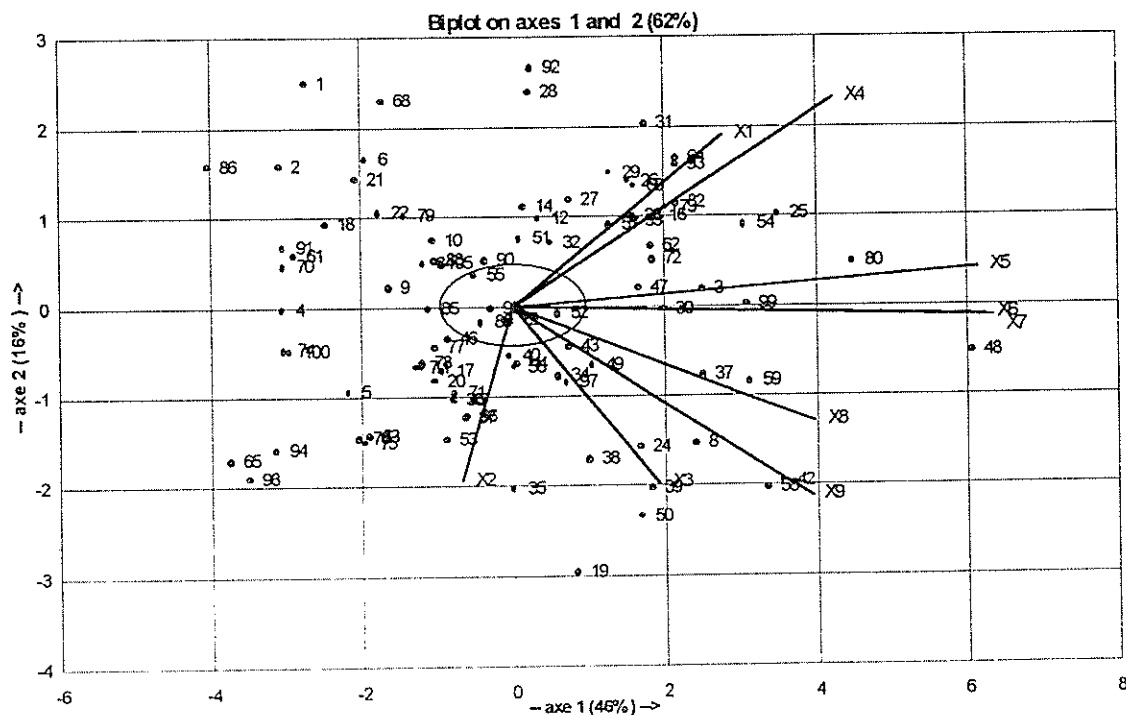
Analisis biplot pada tanaman induk yang dihasilkan (Gambar 1.) dapat menerangkan keragaman data asal sebesar 62%. Tetapi vektor-vektor peubah yang terbentuk belum dapat menggambarkan keragaman data setiap peubah sebenarnya. Hal ini disebabkan data asal dilakukan standarisasi terlebih dahulu karena terdapat beberapa peubah yang satuannya tidak sama. Sehingga untuk mengetahui keragaman data setiap peubah yang sebenarnya dapat dilihat pada deskripsi data tanaman induk.

Selang kepercayaan yang diperoleh menghasilkan elips dengan jari-jari pendek (sumbu x) 0.88 dan jari-jari panjang (sumbu y) 0.53. Maka objek-objek atau varietas yang berada dalam selang kepercayaan atau berada dalam kondisi rata-rata umum adalah varietas 15, 52, 55, 89 dan 96.

Pada Gambar 1. terlihat bahwa varietas-varietas cukup menyebar diempat kuadran. Hal ini menunjukkan beragamnya karakteristik yang dimiliki setiap varietas sorgum pada tanaman

induk. Sedangkan vektor-vektor peubah yang terlihat saling berdekatan menunjukkan keeratn hubungan antar peubah tersebut, seperti peubah X1 dan X4 atau X5, X6 dan X7. Hal ini dapat diartikan jika X1 meningkat maka X4 juga meningkat. Begitu juga dengan peubah X5, X6 dan X7. Jika X5 meningkat, maka X6 dan X7 juga akan meningkat.

Peubah X1, X4 dan X5 secara umum mencirikan varietas yang ada dikuadran 1, dengan posisi relatif varietas yang paling dekat atau berhimpit untuk peubah X1 yaitu varietas 57, 26, 60, 23, 64 dan 93, untuk peubah X4 yaitu varietas 33, 16, 73 dan 82. Sedangkan varietas 47, 3 dan 80 posisinya relatif dekat dengan peubah X5. Tiga vektor peubah yang lain yaitu X3, X8 dan X9 secara umum juga baik mencirikan varietas yang ada dikuadran 4, dengan posisi relatif varietas yang dekat atau berhimpit untuk peubah X3 yaitu 34, 97, 24, 38, 39 dan 50, untuk peubah X8 yaitu varietas 37 dan 59. Sedangkan varietas 49, 8, 58 dan 42 relatif dekat dengan peubah X9. Vektor peubah X2 yang berada dikuadran 3 menjadi penciri dari



Ket : X1 = Jumlah tanaman, X2 = Umur masak, X3 = Tinggi tanaman, X4 = Jumlah malai panen, X5 = Berat malai basah, X6 = Berat malai kering, X7 = Berat biji kering, X8 = Berat 100 biji, X9 = Berat biji tanaman.

Gambar 1. Biplot Sorgum Tanaman Induk

varietas yang ada dikuadran tersebut dengan posisi relatif varietas yang dekat atau berhimpit dengan peubah X2 yaitu 40, 56, 44, 37, 66, 53 dan 35. Varietas-varietas yang posisinya relatif dekat atau berhimpit terhadap peubah yang disebutkan diatas menunjukkan besarnya nilai pengamatan varietas untuk peubah yang dekat atau berhimpit dengannya.

Sedangkan varietas-varietas yang ada dikuadran 2 tidak mempunyai peubah penciri yang dominan karena posisi relatifnya yang rata-rata jauh dari semua vektor peubah. Hal ini berarti bahwa rata-rata varietas-varietas yang ada dikuadran 2 selain yang dekat atau berada dalam rataan umum, memiliki nilai pengamatan yang rendah. Seperti varietas 1, 86, 2, 68, 6, 21, 18, 91, 61, 70, 22, dan 79.

Untuk peubah X6 dan X7 pada Gambar 1. terlihat saling berhimpit disamping kedua peubah juga terlihat hampir berhimpit dengan sumbu x. hal ini dapat diartikan bahwa kedua peubah X6 dan X7 memiliki hubungan yang sangat kuat dan juga dapat dijadikan penciri bagi varietas yang ada dikuadran 1 dan 4, dengan posisi relatif varietas yang dekat atau berhimpit dengan kedua peubah tersebut yaitu varietas 47, 30, 3, 99, 80 dan 48.

Beberapa varietas pada Gambar 1. yang terlihat saling dekat atau berhimpit menunjukkan kemiripan atau kesamaan karakteristik yang dimilikinya. Seperti varietas 71 dan 100, varietas 63, 76 dan 75, varietas 7, 11 dan 78, varietas 87 dan 66, varietas 71, 13 dan 45, varietas 44 dan 56, varietas 23 dan 33, varietas 26 dan 60 serta varietas 64 dan 93.

Secara visual dapat diketahui bahwa semua varietas yang ada dikuadran 2 dan 3 memiliki nilai pengamatan yang rendah terhadap peubah X7 karena posisinya yang relatif jauh dan berlawanan arah dengan vektor peubah X7. Seperti varietas 86, 1, 2, 65, 98, 94, 91, 61, 70, 4, 74 dan 100. Sedangkan varietas dikuadran 1 dan 4, rata-rata memiliki nilai pengamatan yang cukup baik untuk peubah X7, dengan nilai pengamatan terbesar dimiliki oleh varietas 48 dan 80, karena posisi relatifnya yang dekat dengan peubah X7 dan jauh dari titik pusat. Kedua varietas ini juga memiliki nilai pengamatan yang rendah terhadap peubah X2 dilihat dari posisinya yang berlawanan arah dengan vektor peubah X2. Varietas 80 lebih dicirikan oleh peubah yang ada dikuadran 1 karena posisinya yang relatif dekat dengan peubah dikuadran 1. Sedangkan varietas 48 lebih dicirikan oleh peubah yang ada dikuadran 4.

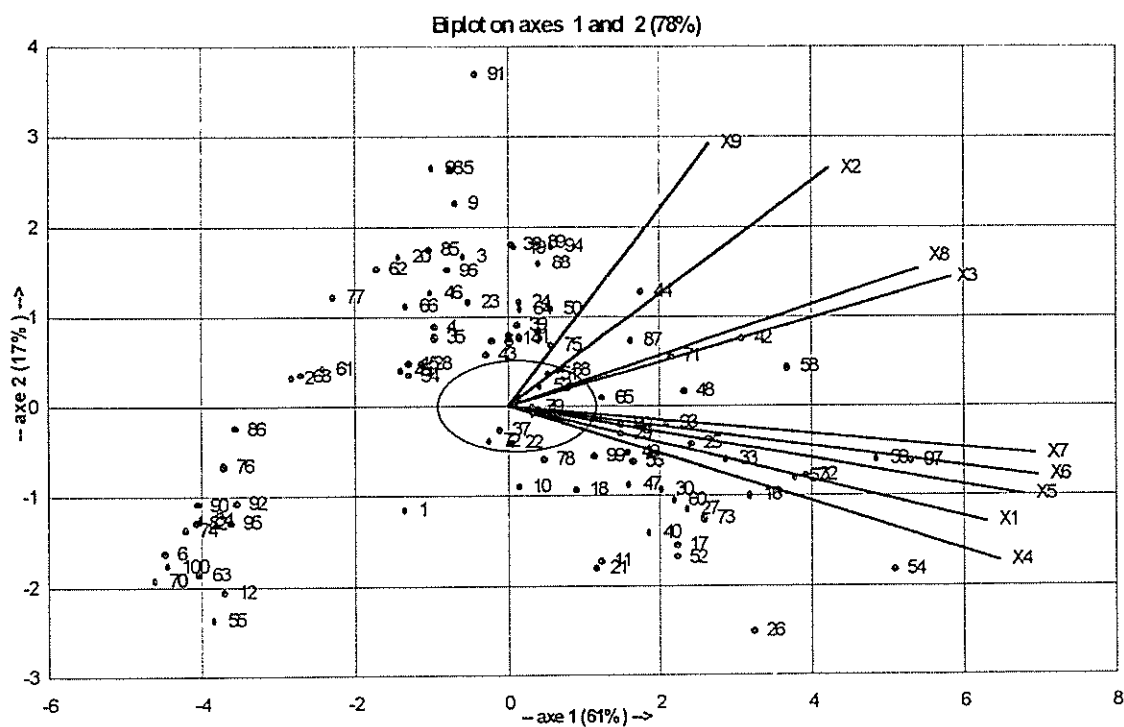
Analisis Biplot Pada Tanaman Ratoon

Analisis biplot yang dihasilkan pada tanaman ratoon (Gambar 2.) dapat menerangkan keragaman data asal sebesar 78%. Vektor peubah yang dihasilkan pun masih belum menggambarkan keragaman data dari setiap peubah yang sebenarnya. Hal ini juga disebabkan oleh standarisasi data awal. Sehingga untuk mengetahui keragaman data setiap peubah dapat dilihat pada deskripsi data tanaman ratoon.

Selang kepercayaan yang diperoleh menghasilkan elips dengan jari-jari pendek (sumbu x) 1.02 dan jari-jari panjang (sumbu y) 0.55. Varietas yang berada dalam selang kepercayaan atau kondisi rataan umum adalah varietas 7, 22, 37, 38, 51, 53, 72 dan 79.

Pada Gambar 2. terlihat bahwa vektor peubah mengelompok didua kuadran, yaitu kuadran 1 dan 4. Hal ini sangat membantu dalam menginterpretasikan posisi relatif varietas terhadap peubahnya. Vektor peubah yang berada dikuadran 1 adalah peubah X2, X3, X8 dan X9. Ke-empat peubah ini menjadi penciri dari varietas yang ada dikuadran 1, dengan posisi relatif varietas yang dekat atau berhimpit untuk peubah X2 yaitu varietas 44 dan 87, untuk peubah X3 yaitu varietas 65, 71, 42, 48 dan 58, untuk peubah X8 yaitu varietas 87, 71, 42 dan varietas 75, 14, 31, 39, 64, 24, 50, 19, 39, 89, 88 dan 94 relatif dekat atau berhimpit dengan peubah X9. Sedangkan vektor peubah lainnya yang ada dikuadran 4 sekaligus menjadi penciri varietas dikuadran ini adalah peubah X1, X4, X5, X6 dan X7. Posisi varietas yang relatif dekat atau berhimpit untuk peubah X1 adalah varietas 29, 25, 33, 32 dan 57, untuk peubah X4 adalah varietas 99, 49, 56, 47, 60, 30, 27, 73, 16 dan 54, untuk peubah X5 adalah varietas 80, untuk peubah X6 adalah varietas 80, 93, 59, dan 97, sedangkan untuk peubah X7 adalah varietas 93. Varietas-varietas yang posisinya relatif dekat atau berhimpit terhadap peubah yang disebutkan diatas menunjukkan besarnya nilai pengamatan varietas untuk peubah tersebut.

Varietas-varietas yang ditampilkan pada Gambar 2. dapat pula dibuat menjadi dua kelompok besar dengan pembatas kelompok adalah sumbu y. Varietas dikelompok 1 (kuadran 2 dan 3) tidak mempunyai peubah penciri yang dominan karena posisinya yang relatif jauh dari semua peubah. Hal ini berarti rata-rata nilai pengamatan varietas dikelompok 1 selain yang dekat atau berada dalam kondisi rataan umum mempunyai nilai amatan yang rendah. Dari kelompok ini dapat pula diketahui beberapa varietas yang terlihat



Ket : X1 = Jumlah tanaman, X2 = Umur masak, X3 = Tinggi tanaman, X4 = Jumlah malai panen, X5 = Berat malai basah, X6 = Berat malai kering, X7 = Berat biji kering, X8 = Berat 100 biji, X9 = Berat biji/tanaman.

Gambar 2. Biplot Sorgum Tanaman Ratoon

mengumpul di kuadran 3 dan posisinya relatif jauh serta berlawanan arah terhadap semua peubah yaitu varietas 70, 6, 100, 55, 12, 63, 74, 82, 84, 90, 92, 95, 76, 1 dan 86. Hal ini menunjukkan rendahnya nilai pengamatan terhadap semua peubah yang dimiliki varietas tersebut. Sedangkan kelompok 2 adalah varietas yang ada di kuadran 1 dan 4 yang masing-masing varietas di setiap kuadran memiliki peubah penciri yang khas seperti disebutkan sebelumnya.

Beberapa varietas yang menunjukkan kesamaan atau kemiripan karakteristik yang dimiliki pada tanaman ratoon antara lain varietas 39 dan 19, varietas 21 dan 11, varietas 24 dan 64, varietas 79 dan 7 serta varietas 80 dan 29. Dan diketahui bahwa varietas 79 dan 7 memiliki kesamaan karakteristik dalam kondisi rata-rata umum.

Jika dilihat posisi relatif varietas terhadap peubah X7, maka semua varietas yang ada dikelompok 1 selain yang berada dalam rata-rata umum memiliki nilai yang rendah untuk peubah X7. Sedangkan dikelompok 2, hampir semua varietas memiliki nilai pengamatan yang cukup baik karena posisinya yang relatif dekat dan searah

dengan vektor peubah X7. Secara keseluruhan varietas yang memiliki pengamatan paling besar untuk peubah X7 jika dilihat dari Gambar 2, adalah varietas 59 dan 97, dimana posisinya yang cukup jauh dari rata-rata umum serta searah dan relatif dekat dengan peubah X7. Varietas ini lebih dicirikan oleh peubah X6 karena posisinya yang lebih dekat atau berhimpit dengan peubah X7

Hasil Analisis Procrustes

Dari hasil analisis procrustes untuk membandingkan karakteristik antara sorgum tanaman induk (matriks target) dengan tanaman ratoon, diperoleh nilai dugaan untuk matriks rotasi (Lampiran 6.), parameter skala, jumlah kuadrat galat (JKG), jumlah kuadrat total (JKT) dan nilai R^2 . Seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Output analisis procrustes dengan matriks X sebagai matriks target dan matriks Y sebagai matriks yang ditransformasi.

Faktor Kontraksi β_y	= 0.4599
Jumlah Kuadrat	
Fit	= 179.0073
Sisaan	= 666.9914
Total (dari matriks X)	= 845.9987
R^2	= 21.16%

Sumbu utama konfigurasi sorgum tanaman ratoon diputar dengan matriks putaran Γ_y dan dilanjutkan dengan perbesaran skala sebesar 0.4599 kali. Sehingga dapat diperoleh matriks transformasi Y (Z_y).

Jumlah kuadrat total dari matriks X (matriks target) sebesar 845.9987 dan jumlah kuadrat sisaan sebesar 666.9914 sehingga diperoleh R^2 sebesar 21.16%. Hal ini berarti bahwa 21.16% karakteristik/sifat varietas-varietas sorgum yang diamati pada tanaman ratoon dan tanaman induk dapat dianggap sama. Dapat dikatakan pula bahwa karakteristik pada tanaman induk dan tanaman ratoon sangat berbeda sebesar 78.84%.

Tabel Lampiran 7. memperlihatkan kontribusi yang disumbangkan dari setiap varietas terhadap jumlah kuadrat jarak (m^2_{xy}). Varietas yang memberikan kontribusi besar pada jumlah kuadrat jarak adalah varietas 48 diikuti oleh varietas 94, 98, 86, 65 dan 80. Hal ini berarti bahwa pemangkasan sangat mempengaruhi perubahan karakteristik dari kelima varietas, atau dapat dikatakan bahwa kelima varietas sangat peka terhadap pemangkasan. Sedangkan varietas yang memberikan kontribusi rendah pada jumlah kuadrat jarak adalah varietas 43. Hal ini menunjukkan bahwa varietas 43 cukup toleran terhadap pemangkasan atau karakteristik yang dimilikinya pada tanaman induk dan ratoon relatif sama.

Dilihat dari rata-rata persentase perubahan setiap peubah, maka peubah yang secara rata-rata berubah relatif sangat kecil pada setiap klasifikasi adalah peubah X2, X3 dan X8. Sedangkan peubah yang secara rata-rata berubah relatif sangat besar pada setiap klasifikasi adalah peubah X9, kecuali klasifikasi toleran (Tabel Lampiran 8.).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Deskripsi data menginformasikan bahwa secara rata-rata semua nilai rata-rata setiap peubah pada tanaman ratoon lebih kecil dari nilai rata-rata setiap peubah tanaman induknya. Sedangkan keragaman setiap peubah pada tanaman induk lebih kecil dibandingkan keragaman pada tanaman ratoon.

Perubahan posisi setiap varietas sorgum terhadap peubah pencirinya pada kedua biplot menunjukkan adanya perubahan karakteristik setiap varietas sorgum setelah diratoon. Beberapa varietas sorgum yang sebelumnya memiliki nilai amatan besar pada tanaman induk khususnya terhadap peubah X7 (berat biji kering), setelah diratoon tidak muncul kembali sebagai varietas dengan nilai amatan besar pada hasil biplot tanaman ratoon. Selain itu, terdapat juga varietas yang sebelumnya tidak muncul dengan nilai amatan besar khususnya terhadap peubah X7 (berat biji kering) pada tanaman induknya, setelah diratoon varietas tersebut muncul sebagai varietas dengan nilai amatan paling besar.

Varietas-varietas yang memiliki kesamaan karakteristik pada tanaman induk, tidak lagi mirip karakteristiknya pada tanaman ratoon. Sama halnya dengan varietas yang memiliki kesamaan karakteristik pada tanaman ratoon, sebelumnya pada tanaman induk varietas tersebut berbeda karakteristiknya.

Analisis procrustes menghasilkan nilai R^2 sebesar 21.16%. hal ini berarti karakteristik sorgum pada tanaman ratoon dengan tanaman induk sangat berbeda. Varietas yang toleran terhadap pemangkasan adalah varietas 43 (ICSV 93025). Sedangkan varietas yang sangat peka terhadap pemangkasan adalah varietas 48 (Entry (x) 15 SDAC), 94 (ICSV 92015), 98 (ICSV 93036), 86 (ICSR 8805), 65 (ICSR 70) dan 80 (ICSV 92024).

Dengan demikian, adanya pemangkasan pada varietas sorgum di tanaman induk setelah dipanen, menyebabkan perubahan-perubahan dari nilai setiap peubah karakteristiknya. Perbedaan tersebut dapat pula disebabkan dari cara pemangkasan, cara pemeliharaan ataupun terjadinya serangan hama dan penyakit.

Saran

Informasi yang dihasilkan berupa varietas-varietas yang memiliki peubah-peubah yang baik dapat dijadikan sebagai petunjuk dalam persilangan untuk menghasilkan varietas unggul.

Sehingga perlu dikembangkan varietas-varietas yang memiliki peubah yang baik tersebut, khususnya yang memiliki berat biji kering yang tinggi dengan umur masak yang rendah dan tinggi tanaman yang pendek. Pada penelitian selanjutnya dapat pula ditambahkan peubah-peubah karakteristik yang lainnya seperti panjang malai, jumlah biji tiap malai, lingkaran batang, dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Digby, P. G. N. & R. A. Kempton. 1987. *Multivariate Analysis of Ecological Communities*. Chapman & Hall, New York.
- Gabriel, K. R. 1971. The Biplot Graphic Display of Matrices with Application to Principal Component Analysis. *Biometrika* 58 : 453-467.
- Ismail, I. G. & Abdul Kodir M. 1977. Cara Bercocok Tanam Sorgum. Buletin Teknik LP3 No.2, Bogor.
- Jolliffe, I. T. 1986. *Principal Component Analysis*. Springer Verlag, New York.
- Mudjisihono, Robb. & Suprpto Hs. 1987. *Budidaya Dan Pengolahan Sorgum*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Roesmarkam, S., S. G. Budiarti, R. Kusuma. 1996. Rejuvenisasi dan Karakterisasi Plasma Nutfah Sorgum. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Plasma Nutfah Pertanian. BaliX3, Bogor.
- Sumertajaya, I Made. 1998. Perbandingan Model AMMI dan Regresi Linear untuk Menerangkan Interaksi Percobaan Lokasi Ganda. Thesis. Jurusan Statistika FMIPA IPB, Bogor.
- Yusro. 2001. Pengelompokan Varietas/Galur Sorgum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) Berdasarkan Ciri-Ciri Morfologinya. Skripsi. Jurusan Statistika FMIPA IPB, Bogor.

LAMPIRAN

Tabel Lampiran 1. Daftar nomor dan nama-nama varietas sorgum

No	Varietas	No	Varietas	No	Varietas	No	Varietas
1	Keris	26	Sangkur	51	No.3568/199040	76	ICSR 101
2	K-950	27	UPCA S1	52	Sil.75	77	ICSR 102
3	M-2	28	ICSV 93004	53	ICSV 93055	78	ICSR 103
4	1416-B	29	CK 2	54	ICSV 93050	79	ICSR 60
5	ICSR 97	30	Cantel Abrit Wonogiri	55	Metro Kolonprogo L 70	80	ICSV 92024
6	CK-5	31	M 4	56	867.226	82	ICSV LM- 86513
7	N0.431	32	No. 8909/199026	57	No15/226	84	ICSR 9102B
8	ICSR 91006	33	TX 623 B	58	IS 23509	85	ICSR 84
9	ICSR88020	34	ICSV 88032	59	Entry 64.OTN	86	ICSR 8805
10	TU BJ	35	ICSV 93033	60	Mandau	87	ICSV 89037
11	Keris M3	36	ICSV 93024	61	ICSB 88055	88	ICSV III
12	ICSW-LM- 90502	37	ICSR 119	62	ISIAPDORADO	89	GJ-35-15-15
14	IRAT 204	38	ICSV 247	63	ICSV 705	90	ICSV 93009
15	867.161	39	ICSV 93003	64	ICSV93051	91	ICSV 92010
16	M 3	40	ICSV 427	65	ICSR 70	92	ICSV 93002
17	M 1	42	ICSV89102	66	ICSR 108	93	ICSV 112
18	Hegari Genjah	43	ICSV 745	68	867.032	94	ICSV 92015
19	ICSV-LM- 90501	44	ICSV 93006	70	88005 B	95	ICSV 89106
20	ICSV-LM- 89522	45	ICSV 93005	71	ICSR 91011	96	ICSV 93010
21	Badik	46	ICSV 93002	72	MR 836	97	ICSV 93026
22	867.086	47	LB 5	73	Kempul Putih 64 R6	98	ICSV 93036
23	ICSR 50	48	Entry (x) 15 SDAC	74	ICSB 31	99	ICSR 31
24	ICSR 20	49	867.171	75	ICSR 111	100	ICSR 83
25	ICSR 14	50	SPV 669				

Tabel Lampiran 2. Deskripsi data sorgum pada tanaman induk dan tanaman raaton

Tanaman Induk					
Peubah	Rata-rata	Simpangan Baku	Min	Max	Koefisien Keragaman (%)
X1	20.8	2.7	12.0	26.0	13.0
X2	93.3	8.6	72.0	11.0	9.2
X3	164.7	32.8	93.5	232.5	19.9
X4	13.4	4.0	4.5	21.5	29.9
X5	1025.5	434.6	130.0	2568.0	42.4
X6	653.7	292.7	128.0	1558.5	44.8
X7	429.4	197.2	55.0	981.0	45.9
X8	2.4	0.6	1.4	3.8	25.0
X9	33.4	13.5	6.8	80.3	40.4

Tanaman Ratoon					
Peubah	Rata-rata	Simpangan Baku	Min	Max	Koefisien Keragaman (%)
X1	9.9	6.9	0.5	31.5	69.7
X2	90.2	18.5	45.5	120.5	20.5
X3	152.8	45.2	59.0	246.0	29.6
X4	5.0	3.5	0.5	16.0	70.0
X5	486.3	350.4	27.5	1525.0	72.1
X6	310.7	216.2	15.0	945.0	69.6
X7	216.1	152.6	8.5	685.0	70.6
X8	2.2	0.6	0.7	3.5	27.3
X9	45.0	19.8	7.0	113.8	44.0

Tabel Lampiran 3. Korelasi peubah karakteristik sorgum tanaman induk dan ratoon.

Tanaman Induk									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
X1	1								
X2	-0.0891	1							
X3	0.0697	0.1808	1						
X4	0.4259	-0.1868	0.0447	1					
X5	0.3695	-0.1200	0.1524	0.6321	1				
X6	0.3221	-0.0058	0.2176	0.5830	0.9067	1			
X7	0.3336	-0.0634	0.2281	0.6074	0.8804	0.9457	1		
X8	0.0091	-0.0933	0.3071	0.2288	0.5047	0.4633	0.5114	1	
X9	0.0738	0.0269	0.2104	-0.1029	0.4824	0.5834	0.6366	0.3894	1

Tanaman Ratoon									
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
X1	1								
X2	0.3006	1							
X3	0.5940	0.7084	1						
X4	0.8700	0.2680	0.5207	1					
X5	0.6974	0.3073	0.5455	0.8303	1				
X6	0.7259	0.3448	0.5919	0.8108	0.9556	1			
X7	0.7314	0.3204	0.5688	0.7914	0.9003	0.9302	1		
X8	0.5389	0.6033	0.5934	0.4982	0.4636	0.4992	0.5513	1	
X9	-0.0162	0.4241	0.3676	-0.0720	0.2355	0.2890	0.3815	0.4028	1

Tabel Lampiran 4. Akar Ciri dan Persentase Keragaman Analisis Biplot sorgum tanaman induk

Akar Ciri	Persen	Kumulatif
4.1289	0.4588	0.4588
1.4824	0.1647	0.6235
1.0381	0.1153	0.7388
0.8665	0.0963	0.8351
0.7288	0.081	0.9161
0.4782	0.0531	0.9692
0.1631	0.0181	0.9873
0.0789	0.0088	0.9961
0.0351	0.0039	1

Tabel Lampiran 5. Akar Ciri dan Persentase Keragaman Analisis Biplot sorgum tanaman ratoon

Akar Ciri	Persen	Kumulatif
5.4653	0.6073	0.6073
1.5925	0.1769	0.7842
0.8583	0.0954	0.8796
0.4499	0.05	0.9296
0.2799	0.0311	0.9607
0.1692	0.0188	0.9795
0.082	0.0091	0.9886
0.0691	0.0077	0.9963
0.0336	0.0037	1

Lampiran 6. Matriks Rotasi

$$\begin{bmatrix} 0.9240 & -0.1860 & 0.0134 & 0.2230 & 0.1958 & 0.0136 & 0.0319 & -0.1400 & -0.0506 \\ -0.1375 & -0.9234 & -0.1077 & -0.0340 & -0.2984 & -0.0197 & 0.0148 & -0.1610 & 0.0013 \\ 0.0946 & -0.0023 & -0.0366 & -0.4998 & 0.1640 & -0.5038 & 0.2646 & -0.1507 & 0.6053 \\ 0.1796 & 0.2351 & -0.7145 & 0.0398 & -0.5600 & 0.1201 & -0.0945 & -0.0157 & 0.2515 \\ 0.1261 & -0.0418 & -0.1932 & -0.7438 & 0.1503 & 0.4876 & 0.1432 & 0.0908 & -0.3206 \\ -0.1103 & 0.1695 & -0.1327 & -0.0563 & 0.0610 & -0.1412 & -0.1125 & -0.8860 & -0.3421 \\ -0.2095 & -0.1418 & -0.3984 & 0.2290 & 0.6650 & 0.3346 & -0.1894 & -0.0780 & 0.3589 \\ -0.1055 & -0.0159 & -0.4349 & 0.2401 & 0.1835 & -0.3067 & 0.6701 & 0.1775 & -0.3654 \\ 0.0552 & -0.0809 & -0.2714 & -0.1767 & 0.1732 & -0.5172 & -0.6338 & 0.3174 & -0.2926 \end{bmatrix}$$

Tabel Lampiran 7. Kontribusi dari tiap varietas terhadap jumlah kuadrat jarak, jarak antara sorgum tanaman induk dan tanaman raaton serta klasifikasinya.

Varietas	Kuadrat Jarak	Jarak	Klasifikasi	Varietas	Kuadrat Jarak	Jarak	Klasifikasi
1	15.34	3.92	Sangat Peka	50	10.14	3.19	Peka
2	9.11	3.02	Peka	51	4.10	2.02	Moderat
3	10.66	3.26	Peka	52	8.96	2.99	Peka
4	9.79	3.13	Peka	53	8.34	2.89	Peka
5	7.25	2.69	Moderat	54	9.34	3.06	Peka
6	6.15	2.48	Moderat	55	4.37	2.09	Moderat
7	2.86	1.69	Toleran	56	10.62	3.26	Peka
8	14.45	3.80	Sangat Peka	57	8.28	2.88	Peka
9	5.02	2.24	Moderat	58	13.39	3.66	Peka
10	8.74	2.96	Peka	59	5.81	2.41	Moderat
11	14.69	3.83	Sangat Peka	60	5.61	2.37	Moderat
12	5.21	2.28	Moderat	61	10.22	3.20	Peka
14	3.12	1.77	Toleran	62	7.32	2.70	Moderat
15	3.02	1.74	Toleran	63	7.73	2.78	Moderat
16	4.77	2.18	Moderat	64	9.13	3.02	Peka
17	6.33	2.52	Moderat	65	21.10	4.59	Sangat Peka
18	13.27	3.64	Peka	66	4.61	2.15	Moderat
19	20.45	4.52	Sangat Peka	68	8.60	2.93	Peka
20	6.63	2.57	Moderat	70	5.92	2.43	Moderat
21	10.79	3.29	Peka	71	5.99	2.45	Moderat
22	8.80	2.97	Peka	72	7.47	2.73	Moderat
23	7.96	2.82	Peka	73	5.67	2.38	Moderat
24	11.23	3.35	Peka	74	6.14	2.48	Moderat
25	12.08	3.48	Peka	75	7.95	2.82	Peka
26	5.36	2.32	Moderat	76	5.88	2.42	Moderat
27	3.32	1.82	Toleran	77	5.20	2.28	Moderat
28	6.76	2.60	Moderat	78	6.84	2.62	Moderat
29	4.78	2.19	Moderat	79	7.61	2.76	Moderat
30	6.93	2.63	Moderat	80	20.60	4.54	Sangat Peka
31	7.73	2.78	Moderat	82	11.68	3.42	Peka
32	5.35	2.31	Moderat	84	4.24	2.06	Moderat
33	3.46	1.86	Toleran	85	4.61	2.15	Moderat
34	4.43	2.10	Moderat	86	23.42	4.84	Sangat Peka
35	6.10	2.47	Moderat	87	6.48	2.55	Moderat
36	4.67	2.16	Moderat	88	6.23	2.50	Moderat
37	13.20	3.63	Peka	89	4.62	2.15	Moderat
38	6.29	2.51	Moderat	90	2.43	1.56	Toleran
39	14.90	3.86	Sangat Peka	91	12.03	3.47	Peka

40	5.28	2.30	Moderat	92	13.85	3.72	Sangat Peka
42	16.17	4.02	Sangat Peka	93	7.82	2.80	Peka
43	1.04	1.02	Toleran	94	26.17	5.12	Sangat Peka
44	2.58	1.61	Toleran	95	2.10	1.45	Toleran
45	2.62	1.62	Toleran	96	3.48	1.87	Toleran
46	2.62	1.62	Toleran	97	4.15	2.04	Moderat
47	8.04	2.83	Peka	98	24.33	4.93	Sangat Peka
48	33.21	5.76	Sangat Peka	99	10.64	3.26	Peka
49	5.01	2.24	Moderat	100	8.09	2.84	Peka

Keterangan :

μ (rata-rata jarak) = 2.8 , σ (simpangan baku jarak) = 0.87

Toleran : $x < \mu - \sigma$

Moderat : $\mu - \sigma \leq x < \mu$

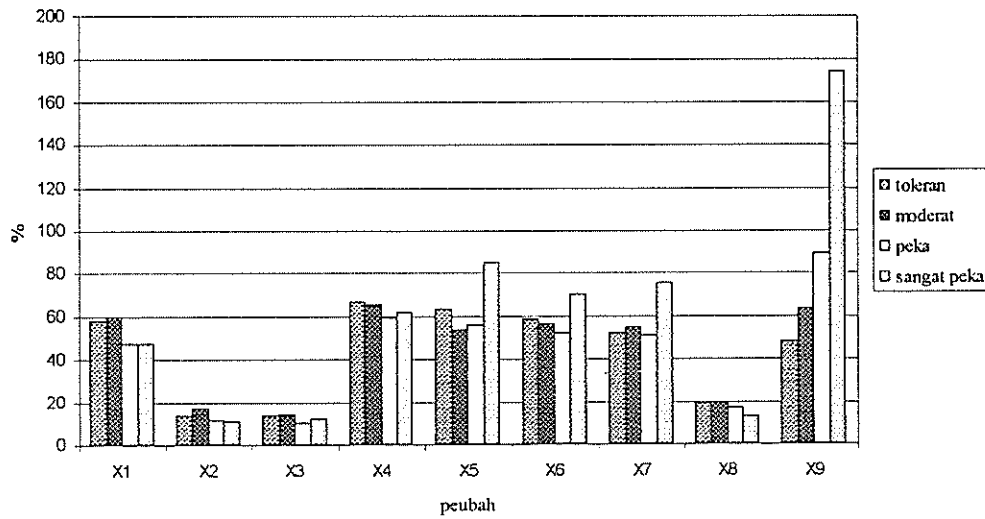
Peka : $\mu \leq x < \mu + \sigma$

Sangat Peka : $x \geq \mu + \sigma$

Tabel Lampiran 8. Rata-rata persentase perubahan setiap peubah pada tiap klasifikasi

	Peubah								
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
Toleran	58.05	13.69	13.79	67	62.95	58.75	52.05	18.89	48.36
Moderat	60.01	17.04	14.48	65.24	53.49	56.56	55.36	19.53	63.33
Peka	47.65	11.81	10.1	59.52	55.95	52.44	50.88	17.03	89.11
Sangat peka	47.89	10.75	12.13	62.13	85.04	69.94	75.34	13.13	174.29

Lampiran 9. Rata-rata persentase perubahan setiap peubah pada setiap klasifikasi



Tabel Lampiran 10. Peubah karakteristik yang relatif dominan terhadap setiap varietas pada biplot tanaman induk

Peubah	Varietas
X1	92, 28, 51, 14, 12, 32, 27, 29, 26, 60, 23, 31, 64, 93
X2	40, 44, 56, 71, 13, 45, 87, 66, 53, 17, 20, 46, 77, 7, 11, 78, 5, 63, 76, 75, 94, 98, 65, 71, 100
X3	34, 97, 38, 24, 39, 50, 19
X4	33, 16, 73, 82, 62, 72, 54, 25
X5	47, 3, 80
X6	30, 99, 48
X7	30, 99, 48
X8	37, 59
X9	43, 49, 8, 58, 42

Tabel Lampiran 11. Peubah karakteristik yang relatif dominan terhadap setiap varietas pada biplot tanaman ratoon

Peubah	Varietas
X1	29, 25, 33, 57, 32
X2	44, 87
X3	71, 42, 58, 65, 48
X4	10, 78, 99, 18, 40, 56, 47, 30, 60, 27, 73, 16, 54, 40, 17, 52, 21, 11, 26
X5	80, 25
X6	80, 93, 59, 97
X7	65, 48, 93
X8	71
X9	39, 19, 89, 94, 88, 24, 64, 39, 50, 75, 14, 31, 91, 98, 5, 9, 85, 3, 96, 23, 8, 43

