

Analisis Komposisi Kimia Air Hujan dan Agroklimat terhadap Produksi Tanaman Buncis di Bandung Menggunakan Analisis Numerik

Toni Samiaji, Rosalina Naitutu, Nurlaini, Siti Asiati*)

*) Peneliti Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim

ABSTRACT

This research aimed to learn acid rain and agroclimate influence to bean plant crop result.

Research location was Sukajadi district in Bandung. Data which obtained from Meteorological and Geophysical Agency contained from chemical composition and acidity of rain water, and bean plant crop result from 1994 until 1995 was obtained from Bandung City Agriculture Service.

From numerical analysis result at local species bean plant crop result which soil species was aluvial of Sukajadi prefecture, it could be gained that there were hare unsure in rain water which needed as nutrient for beans plant growing and as toxic neutralizer. So some of those with its configuration with agroclimate could be ascend bean plant crop result. In beans production depending to parameters, there were some which could be correlated perfectly depend to its parameter. There were some of hare unsure which dominant for growing. The necessities of hare unsure concentration respectively were varies, this was proved by fertilizer weight supply ratio which different.

ABSTRAK

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mempelajari pengaruh hujan asam dan agroklimat terhadap hasil panen tanaman buncis

Lokasi penelitian adalah Kecamatan Sukajadi di Kotamadya Bandung. Data yang dipergunakan terdiri dari komposisi dan keasaman air hujan dari tahun 1994 sampai dengan tahun 1995 yang diperoleh dari BMG, dan hasil panen tanaman buncis dari tahun 1994 sampai dengan tahun 1995 diperoleh dari Dinas Pertanian Kotamadya Bandung.

Dari hasil analisis numerik pada hasil panen tanaman buncis jenis varietas lokal pada jenis tanah aluvial di Kecamatan Sukajadi, di dalam air hujan terdapat unsur-unsur hara yang diperlukan tanaman buncis sebagai makanan untuk tumbuh dan juga sebagai penetralisir zat racun. Sehingga beberapa unsur hara tersebut dan agroklimatnya dalam konfigurasi tertentu dapat menaikkan hasil panen tanaman buncis. Ada beberapa ketergantungan produksi buncis yang dapat dikorelasikan secara sempurna terhadap parameter yang mempengaruhinya tergantung dari parameternya. Ada beberapa unsur hara yang dominan untuk pertumbuhan. Kebutuhan akan kadar masing-masing unsur hara berbeda-beda, ini dibuktikan dengan perbandingan pemberian berat pupuk yang berbeda.

1. PENDAHULUAN

Banyak isu-isu yang mengatakan bahwa hujan asam berpengaruh buruk terhadap lingkungan, baik lingkungan biotik maupun lingkungan abiotik. Contohnya terhadap lingkungan abiotik, dapat merusak bangunan yaitu pelapukan batu-batuan secara kimiawi, perkaratan pada besi-baja (termasuk kendaraan, rel kereta api, jembatan, pagar dan lain-lain). Terhadap lingkungan biotik misalnya dapat mengganggu ekosistem perairan, dapat merusak komposisi tanah menjadi tanah yang bersifat asam sehingga mengganggu proses tumbuhnya tanaman tertentu.

Dalam rangka meneliti pengaruh hujan asam terhadap tanaman di kota Bandung, sedangkan pengukuran keasaman dan komposisi kimia air hujan yang dilakukan Badan Meteorologi dan Geofisika adalah di jalan Cemara yakni Kecamatan Sukajadi. Dari data produksi tanaman pangan di Sukajadi yang memadai dan sinkron dengan pengukuran hujan asam ternyata hanya produksi tanaman buncis, maka dipilih tanaman buncis sebagai objek penelitian. Selain itu, sampai saat ini dari berbagai referensi yang ada, penulis belum menemukan pengaruh hujan asam terhadap tanaman buncis, kecuali berupa ketinggian tanah harus dalam interval 1000 - 1500 meter untuk buncis tipe rambat, 500 - 600 meter untuk tipe rambat tegak, 200 - 300 meter untuk tipe tegak [Titi S dan Khaerodin, 1991].

Jenis tanah yang cocok adalah andosol, latosol dan regosol. pH tanah yang cocok adalah pH 5,5 - 6,0, pada pH tanah < 5,5, tanaman buncis akan terganggu pertumbuhannya, sebab pada pH tanah yang rendah terjadi gangguan penyerapan unsur hara. Di sini tidak semua unsur hara diperlukan untuk tumbuhnya tanaman buncis. Misalnya unsur hara yang menjadi racun adalah

Al, Mn yang akan menyebabkan tumbuhan akan mati [Titi dan Khaerodin, 1991].

Curah hujan umumnya 1500 - 2500 mm/tahun. Penanaman yang cocok pada musim peralihan. Jika curah hujan terlalu tinggi dikhawatirkan terjadi serangan bercak [Rukmana R., 1994].

Suhu udara yang baik untuk tanaman buncis adalah 20 - 25 °C. Jika suhu kurang dari 20 °C, tanaman tidak dapat melakukan proses fotosintesa dengan baik, jumlah polong pun lebih sedikit. Jika suhu lebih dari 25 °C, banyak polong-polong yang hampa, sebab proses pernapasan lebih besar daripada proses fotosintesa, sehingga energi yang dihasilkan lebih banyak untuk pernapasan daripada untuk pengisian polong [Rukmana R., 1994].

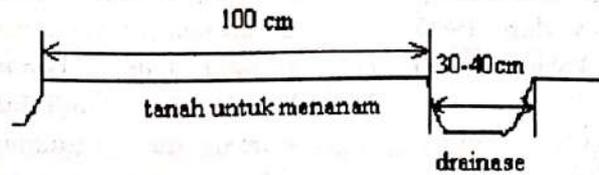
Cahaya matahari yang diperlukan ada dalam range 400 - 800 footcandle [Rukmana R., 1994].

Kelembaban udara yang diperlukan ada dalam range 50 - 60 %. Pada kelembaban udara 70 - 80 %, kutu dapat berbiak dengan cepat [Titi dan Khaerodin, 1991].

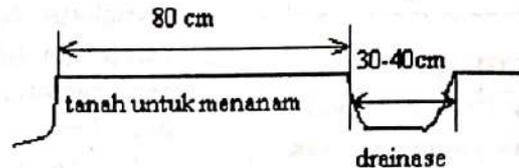
Penyiapan lahan dilakukan dengan :

- a. membuang rumput-rumput liar.
- b. mencangkul/membajak dengan traktor dengan kedalaman \pm 30 cm.
- c. setelah itu membiarkan selama 10 - 15 hari [Rukmana R., 1994].

Tanah sebelum ditanami, diolah dahulu dengan diberikan pupuk kandang saat membuat bedengan sebanyak 10 - 15 ton/ha atau pupuk organik super tw plus 4 ton/ha, dicampur merata dengan tanah. Bedengan untuk buncis tipe rambat seperti tercantum pada Gambar 1-1, dan untuk tipe tegak sebagaimana tercantum pada Gambar 1-2.



GAMBAR 1-1 : Bedeng untuk Buncis tipe rambat



GAMBAR 1-2 : Bedeng untuk Buncis tipe tegak

Pada fase awal pertumbuhan, tanaman buncis perlu pengairan rutin, tetapi berikutnya hanya mengatur agar tanah tidak kekeringan. Cara pengairan adalah disiram dengan menggunakan alat bantu gembor (embrat), atau paling baik dengan tehnik dileb (penyiraman yang diatur sesuai dengan kehendak kita, agar memenuhi kebutuhan tanaman dengan tidak merusak tanaman tersebut, dilakukan di dalam rumah kaca) [Rukmana R., 1994].

Jarak tanam pun mempengaruhi produksi tanaman. Jarak tanam yang terlalu lebar akan memudahkan gulma (rumput-rumputan) tumbuh subur sehingga zat makan untuk tanaman buncis dimakan rumput-rumputan. Jika jarak tanam terlalu sempit, tanaman buncis akan berebut unsur hara yang diperlukan untuk tumbuh. Jarak tanam yang cocok untuk buncis tipe rambat adalah $20 \times 50 \text{ cm}^2$, sedangkan untuk tipe tegak adalah $20 \times 40 \text{ cm}^2$ [Titi dan Khaerodin].

Kedalaman tugal (lubang untuk menanamkan benih 2-3 butir) untuk tanah remah dan gembor adalah 4-6 cm, sedangkan untuk tanah liat adalah lebih dangkal yakni 2-4 cm karena lebih

banyak mengandung air [Rukmana R., 1991].

Pemupukan biasanya pada umur 14 - 21 hari setelah tanam, sebanyak 200 kg/ha urea. Caranya ditugal 5 atau 10 cm dari tanaman. Pada waktu tanaman diberi pupuk dasar ZA : TSP : KCl = 2 : 3 : 1 sebanyak 10 gr/ tanaman. Pada lahan 1 ha diperlukan pupuk ZA = 200 kg, TSP = 300 kg, KCl = 100 kg. Pemupukan susulan dilakukan bersamaan dengan penyiangan (pencabutan rumput-rumput liar) setelah tiga minggu penanaman berupa pupuk Nitrogen misalnya ZA 100 kg/ha atau urea 50 kg/ha. Caranya ditugal 15 cm dari batang tanaman atau disebar merata [Hasil diskusi pribadi dengan Dinas Pertanian Kodya Bandung, 1996].

Dalam penelitian ini diungkap pengaruh hujan asam terhadap produksi tanaman buncis.

2. METODOLOGI

Lokasi pengamatan adalah Kecamatan Sukajadi Kotamadya Bandung dengan ketinggian tanah 791 meter dari permukaan laut. Jenis tanahnya Aluvial. Waktu penanaman dari tahun 1994

sampai dengan tahun 1995. Hasil panen buncis tipe rambat di Kecamatan Sukajadi pada tahun 1994 dan 1995 seperti ditunjukkan pada Tabel 2-1 di bawah ini.

TABEL 2-1 HASIL PANEN BUNCIS TIPE RAMBAT DI KECAMATAN SUKAJADI

No.	Panen dalam bulan	Hasil Panen [kwintal/ha]
1.	Agustus 1994	25
2.	Maret 1995	25
3.	Juni 1995	30
4.	Agustus 1995	30
5.	Desember 1995	20

Banyak bibit adalah 150 kg/ha. Jenis benih pada tahun 1994 dan pada tahun 1995 adalah sama yakni varietas lokal. Jarak tanam adalah 30 x 30 cm. Pemupukan diberikan untuk memenuhi unsur hara untuk tumbuhnya tanaman. Umumnya tanaman memerlukan unsur hara dalam bentuk organik dan anorganik. Tanaman menyerap nutrisi tersebut bisa berasal dari udara (misalnya CO₂, O₂), dari tanah (misalnya nitrogen, air). Nitrogen yang diperlukan dalam 2 bentuk, dalam bentuk organik misalnya urea, dalam bentuk anorganik misalnya nitrat atau ammonium [Anwar A. dan Juhana U., 1988]. Pemupukan dasar urea : TSP = 2 : 1 = 200 kg : 100 kg/ha. Pemupukan lanjutan TSP : KCl : Urea = 2 : 2 : 1. Total pemupukan dasar ditambah susulan adalah TSP = 100 kg, KCl = 100 kg, Urea = 200 kg. Dalam hal ini pemupukan tidak sesuai dengan yang disarankan, kemungkinan dikarenakan jenis tanahnya berbeda dengan jenis tanah yang disarankan. Luas lahan tahun 1994 adalah 1 ha, tahun 1995 adalah 2 ha. Hama yang mengganggu adalah tungau, kutu-kutu daun dan karat daun. Pemberantasan hama dengan Basudin 1 lt/ha, Duisban 1 lt/ha dan Vithane m-45 1kg/ha. Pengurangan produksi buncis akibat hama masih di bawah 1 %. Untuk pengairan, jika tidak hujan, disiram

dengan air parit 2 x sehari, dan air parit ini berasal dari sumur yang ada di lahan penanaman buncis ini [Hasil komunikasi pribadi dengan Dinas Pertanian Kodya Bandung]. Jadi dalam lima kali penanaman ini, tanaman buncis tersebut diberi pupuk, obat anti hama, air parit yang sama. Yang berbeda adalah komposisi kimia air hujan dan parameter agroklimatnya. Dalam hal ini karena adanya keterbatasan, komposisi kimia air parit (sumur) tidak diukur, andaikata ada perubahan pH maupun komposisi kimia air parit (sumur) selama penyiraman, diasumsikan fluktuasinya tidak besar,

Data komposisi kimia air hujan tahun 1994-1995 di Kecamatan Sukajadi Kotamadya Bandung diperoleh dari BMG Jakarta. Data produksi tanaman buncis di Kecamatan Sukajadi dari tahun 1994 sampai dengan tahun 1995 diperoleh dari Dinas Pertanian Kotamadya Bandung. Ternyata dari data parameter (data teknis dan agroklimat) yang mempengaruhi produksi buncis, ada beberapa data yang menyimpang dari yang disarankan (kondisi standar) seperti yang tercantum pada Tabel 2-2. Namun meskipun demikian, hasil produksi buncis tipe rambat varietas lokal Bandung ini (20 - 30 kwintal/ha) tidak begitu jauh berbeda dari hasil produksi buncis tipe tegak dari berbagai varietas lokal seperti Garut (38,18 kwintal/ha), Batu (28,12 kwintal/ha) dan Purwokerto (28,85 kwintal/ha) [Rukmana R., 1994]. Disamping itu agar produksi buncis tinggi menurut hasil uji Balai Penelitian Hortikultura Lembang, dari buncis tipe rambat, varietas lokal Bandung ini bukan yang termasuk varietas buncis yang disarankan melainkan varietas Surakarta, Bogor dan Hawaian Wonder [Rukmana R., 1994].

TABEL 2-2: PENYIMPANGAN DATA DARI KONDISI YANG COCOK UNTUK TUMBUHNYA TANAMAN BUNCIS

Parameter	Interval nilai, jenis yang disarankan	Data	Penyimpangan
Ketinggian tanah	Tipe rambat : 1000 - 1500 m	791 m	21 %
Jenis tanah	Andosol, Latosol, Regosol	Aluvial	menyimpang
PH tanah	5,5 - 6,0		
Curah hujan	1500 - 2500 mm/tahun	180 - 3060 mm/th	kadang-kadang menyimpang 22 - 88 %
Suhu udara	20 - 25 °C	21,7 - 23,4 °C	cocok
Kelembaban udara	50 - 60 %	66 - 81 %	10 - 35 %
Jarak tanam	Tipe rambat : 20 x 50 cm ²	30 x 30 cm ²	40 - 50 %

Langkah selanjutnya, data di bawah ini dianalisis secara numerik.

TABEL 2-3 PRODUKSI BUNCIS DENGAN BERBAGAI PARAMETER

Produksi buncis [kw/ha]	20	25	30	25	30
Tekanan udara [mbar]	922,0	922,2	922,3	922,9	922,3
Suhu [°C]	23,4	21,7	22,7	23,1	23,4
Lama penyinaran matahari [%]	40	50	60	90	80
Kelembaban [%]	81	80	81	66	73
Curah hujan [mm / 2 bl]	510	30	50	390	315
PH air hujan [-]	5,50	5,58	4,86	5,3	4,92
Konsentrasi nitrat [ppm]	1,5	0,5	9,8	2,35	10,85
Konsentrasi sulfat [ppm]	1,3	0,35	0,68	1,1	2,36
Konsentrasi ammonium [ppm]	0,22	0,21	0,03	0,4	0,17
Konsentrasi klorida [ppm]	0,2	0,15	0,67	0,5	0,15
Konsentrasi magnesium [ppm]	0,03	0,02	0,1	0,05	0,16
Konsentrasi kalsium [ppm]	0,3	0,1	3,3	1	4,48

Produksi buncis dicoba diplot ke berbagai parameter dengan menggunakan piranti lunak Excel untuk melihat fungsi persamaan dan korelasinya. Kemudian dengan menggunakan piranti lunak Fortran 77 dicari produksi buncis maksimum dan hubungan produksi buncis dengan parameter-parameter. Untuk mencari nilai maksimum fungsi, masing-masing fungsi persamaan

$$Y=F(X) \dots\dots\dots(2-1)$$

didiferensialkan terhadap X, karena diferensial fungsi X merupakan gradien sedangkan gradien pada fungsi akan menjadi nol ketika fungsi mengalami maksimum atau minimum sehingga dengan

$$DY/DX=0 \dots\dots\dots(2-2)$$

dicari akar-akarnya dengan menggunakan program metoda Newton-Raphson (Lampiran 6), sedangkan untuk mencari titik awalnya digunakan kurva hasil Excel. Jika dengan program metoda Newton-Raphson tidak bisa ditentukan

akar-akarnya, digunakan program metoda Regula-Falsi (Lampiran 7) dalam menentukan nilai X-nya ketika fungsi mengalami maksimum. Sedangkan untuk menentukan titik awal dan titik akhir dalam metoda ini, dilihat dari kurva hasil excel. Jika determinan $DY/DX < 0$ atau dengan 2 metoda ini nilai maksimum tidak dapat ditentukan, maka dengan melihat kurva hasil Excel, digunakan program metoda Lagrange (Lampiran 8) untuk menentukan nilai maksimumnya. Tetapi jika koefisien korelasi $R \neq 1$, maka dengan ke-3 metoda ini X-nya tidak bisa ditentukan untuk Y maksimum.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagai hasil plot produksi buncis dengan berbagai parameter, didapat persamaannya sebagian besar berbentuk polinom ber-orde 3 sampai 4 seperti ditunjukkan pada Tabel 3-1 di bawah ini.

TABEL 3-1 : HUBUNGAN PRODUKSI BUNCIS DENGAN PARAMETER

Parameter	Persamaan	Koefisien korelasi $\Phi(r =)$
Suhu (X_1)	$Y=17.857X_1^3 - 1217.9X_1^2 + 27671X_1 - 209434$	0.53
Lama penyinaran matahari (X_2)	$Y=(8E-6)X_2^4 - 0.0023X_2^3 + 0.2242X_2^2 - 8.5167X_2 + 130$	1
Tekanan udara (X_3)	$Y=-185.19X_3^3 + 512398X_3^2 - (5E+8)X_3 + (1E+11)$	1
Kelembaban udara (X_4)	$Y=0.0128X_4^3 - 2.8954X_4^2 + 218.19X_4 - 5430.1$	0.53
Nitrat (X_5)	$Y=0.0733X_5^4 - 1.7373X_5^3 + 12.452X_5^2 - 24.624X_5 + 34.412$	1
Kalsium (X_6)	$Y=2.7226X_6^4 - 24.475X_6^3 + 65.813X_6^2 - 48.252X_6 + 29.191$	1
Klorida (X_7)	$Y=-863.6X_7^3 + 1210.3X_7^2 - 493.71X_7 + 77.24$	0.91
Amonium (X_8)	$Y=217580X_8^4 - 172894X_8^3 + 43865X_8^2 - 4035.8X_8 + 116.09$	1
PH air hujan (X_9)	$Y=680X_9^4 - 13979X_9^3 + 107652X_9^2 - 368046X_9 + 471401$	1
Curah hujan (X_{10})	$Y=-(2E-9)X_{10}^4 + (4E-6)X_{10}^3 - 0.0021X_{10}^2 + 0.3976X_{10} + 14.835$	1
Magnesium (X_{11})	$Y=(2E+6)X_{11}^4 - 837537X_{11}^3 + 91564X_{11}^2 - 3648.8X_{11} + 67.652$	1
Sulfat (X_{12})	$Y=6.5167X_{12}^4 - 6.6114X_{12}^3 - 42.624X_{12}^2 + 60.569X_{12} + 9.2081$	1

Keterangan : Y= produksi buncis dalam kwintal / hektar

Semua parameter dalam tabel 3-1 adalah berpengaruh terhadap produksi buncis, akan tetapi jika dilihat dari koefisien korelasinya, suhu udara dan kelembaban udara kurang begitu dominan pengaruhnya, sedangkan klorida cukup berpengaruh terhadap produksi buncis. Namun demikian bila melihat kurva hubungan produksi buncis dengan konsentrasi ammonium, meskipun koefisien korelasi 1, tetapi didapat produksi buncis yang negatif. Tumbuhan buncis adalah tumbuhan dikotil, untuk memenuhi kebutuhan

Nitrogen pada tumbuhan dikotil, di dalam resep larutan Knop dan Van der Crone tidak terdapat Amonium, tetapi yang terdapat adalah Nitrat [Gembong T., dkk : 1979]. Diduga ammonium tidak dibutuhkan oleh tanaman buncis, bahkan mungkin meracuni.

Saat Y maksimum, nilai X dan metoda yang digunakan untuk mencari nilai X disajikan pada Tabel 3-2. Tabel ini menunjukkan produksi buncis maksimum yang didapat jika tergantung dari 1 variabel (variabel lain dianggap tetap).

TABEL 3-2 : PERHITUNGAN PRODUKSI BUNCIS MAKSIMUM

Produksi buncis (Y) -	$Y_{\max} = [kw/ha]$	$X_{1-12} =$	Metoda
Curah hujan	39,764	160,032 [mm]	Regula - Falsi
Kalsium	44,795	2,257 [ppm]	Newton - Raphson
Tekanan udara	41,775	922,630 [mbar]	Lagrange
Lama penyinaran matahari	32,000	69,980 -70,040 [%]	Lagrange
Magnesium	34,989	0,081 [ppm]	Lagrange
Sulfat	30,020	0,702 [ppm]	Regula - Falsi
Nitrat	54,701	6,084 [ppm]	Regula -Falsi
PH	31,074	5,060	Lagrange
Suhu	-	-	-
Kelembaban	-	-	-
Klorida	-	-	-
Amonium	30,962	0,180 [ppm]	Lagrange

Dari tabel ini kita bisa melihat bahwa variabel Nitrat bisa menghasilkan produksi buncis terbesar. Setiap tanaman memerlukan sekali unsur Nitrogen untuk pertumbuhannya [Martin, 1976]. Umumnya setiap tanah kekurangan unsur Nitrogen, Phospor dan Kalium, sehingga pemupukan umumnya diberikan Urea untuk memberikan unsur Nitrogen organik, TSP untuk memberi-

kan Phospor dan KCl untuk memberikan Kalium. Menurut Anik Anwar, 1988, tanaman sukar menghisap N sebagai NH_4^+ kecuali pada beberapa tanaman tertentu yang kita jumpai pada tanah asam, sehingga unsur Nitrogen yang anorganik yang diserap tanaman buncis kemungkinan berasal dari Nitrat bukan dari Ammonium.

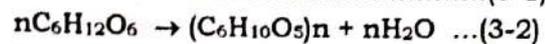
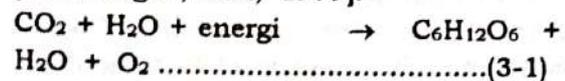
Kalsium jika dilihat dari Tabel 3-2 menyumbangkan produksi buncis maksimum kedua setelah Nitrat. Kalsium dan Magnesium diperlukan tanaman sebagai penetralisir keracunan ion hydrogen [Henrich dan George, 1979]. Hal ini disebabkan bila pH tanah rendah (<5,5), sejumlah aluminium, besi, dan mangan menjadi larut sedemikian sehingga merupakan racun bagi tanaman tertentu [Ika A.R.S., 1983]. Dengan kata lain pemberian kapur pada tanah akan mengurangi keracunan Al, Mn, dan Fe [Agusta, 1982]. Selain itu Kalsium berfungsi menguatkan dinding sel, mengaktifkan pembelahan sel pada jaringan meristem, mengaktifkan berbagai enzim dalam metabolisme sel dan membantu pengambilan unsur nitrat [Anik A. dan Uan J., 1988].

Setelah Nitrat dan Kalsium, tekanan udara berperan besar juga dalam produksi buncis. Baik menurut hasil perhitungan maupun hasil data, tekanan udara ada yang optimum. Diduga tekanan udara mempengaruhi daya kapiler pembuluh-pembuluh pengangkut air/nutrisi di dalam batang tanaman.

Berdasarkan Tabel 3-2, tanaman tidak hanya cukup disiram air irigasi saja, tetapi juga memerlukan air hujan. Ini terbukti dengan curah hujan 160 mm/2 bulan (960 mm/tahun), produksi buncis mengalami maksimum. Sedangkan dari data, dengan curah hujan dalam range 50 - 318 mm, produksi buncis mengalami maksimum. Diduga air siraman irigasi tidak mencukupi kebutuhan air untuk proses anabolisme, sehingga diperlukan air yang optimum. Dilihat dari tabel ini, air hujan memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap produksi buncis. Meskipun air hujan dalam percobaan ini bersifat asam (karena pH air hujan <5,60), tetapi air hujan tersebut memberikan nutrisi seperti Nitrat, Kalsium dan sebagainya.

Lama penyinaran matahari hubungannya dengan fotosintesis. Karena tumbuhan buncis adalah tumbuhan

yang berklorofil, maka tumbuhan ini mengalami fotosintesis, yakni mengubah gas karbondioksida dan air menjadi gula sampai zat tepung seperti yang ditunjukkan persamaan di bawah ini [Gembong T., dkk, 1979].



Menurut Gembong dkk. (1979), untuk pembentukan 1 grol gula diperlukan energi 675 k kal, sedangkan setiap 1 m² luas daun dalam setiap jam dapat menyerap kurang lebih 200 k kal sehingga di dalam daun tersebut dapat terbentuk gula sebanyak 1-2 gr. Jadi diduga dengan energi yang berlebih (lama penyinaran matahari (LPM) > 70,04 %), akan terjadi penguapan air yang terlalu banyak sehingga akan mengurangi jumlah gula/zat tepung yang terbentuk. Dalam hal ini sebagai acuan energi yang dipakai dari referensi adalah lama penyinaran matahari (LPM) bukan intensitas matahari (Watt/m²). Jika energi yang kurang (lama penyinaran matahari (LPM) < 69,98 %), kemungkinan gula/zat tepung yang terbentukpun berkurang.

Dari Tabel 3-2 ternyata hanya persamaan buncis - sulfat yang menghasilkan produksi buncis maksimum yang sama dengan hasil data, jadi diperkirakan kadar sulfat 0,68 dan 2,36 [ppm] sudah optimum untuk produksi buncis yang maksimum. Sulfat adalah unsur hara yang mengandung unsur makro S (Sulfur) yang diperlukan tanaman untuk membentuk asam amino, vitamin dan protein. Bila kekurangan S, daun akan berwarna pucat. Namun bila kelebihan S, daun pucuk menjadi hangus [Elizar, 1981].

Berdasarkan Tabel 2-2, pH air hujan 4,86 dan 4,92 menghasilkan produksi buncis maksimum. Sedangkan pH 4,86 dan 4,92 adalah sudah termasuk hujan asam. Dalam hal ini konfigurasi unsur hara dan *agrocimate* sangat menentukan keseimbangan unsur hara dan penetralisir racun.

Sedangkan dari Tabel 3-2 parameter suhu, kelembaban dan klorida tidak bisa ditentukan produksi buncis maksimumnya, karena koefisien regresinya tidak sama dengan satu.

Kalau kita lihat Tabel 3-3 gradien ($\Delta Y/\Delta X$) Mg rata-rata adalah tertinggi, maka Mg dibutuhkan oleh tumbuhan buncis sangat sedikit, sedangkan gradient NO_3 rata-rata adalah terendah, maka NO_3 dibutuhkan oleh tumbuhan buncis dengan kadar yang banyak. Di sini meskipun NH_4 dibutuhkan dengan kadar sedikit, tetapi dari persamaan polinom Buncis-amonium yakni $Y=217580X_8^4 - 172894X_8^3 + 43865X_8^2 - 4035,8X_8 + 116,09$ dalam range data dihasilkan produksi buncis yang negatif, maka diduga NH_4 tidak dibutuhkan oleh tanaman buncis. Dan berdasarkan Tabel 3-3, karena gradien Ca rata-rata lebih rendah daripada gradien Mg rata-rata, maka kadar Ca yang diperlukan lebih banyak daripada kadar Mg bagi tanaman buncis. Sebab Ca selain untuk menetralkan keracunan ion hydrogen, juga untuk mengurangi keracunan Al, Mn dan Fe. Selain itu kalsium berfungsi menguatkan dinding sel, mengaktifkan pembelahan sel pada jaringan meristem, mengaktifkan berbagai enzim dalam metabolisme sel dan membantu pengambilan unsur nitrat [Anik A. dan Uan J., 1988].

TABEL 3-3 GRADIEN KONSENTRASI ION RATA-RATA TERHADAP PRODUKSI BUNCIS

Produksi buncis rata-rata [kw/ha]		26
Ion [ppm]	Konsentrasi rata-rata	Gradient [kw/ppm.ha]
Mg (Magnesium)	0.072	361
NH_4 (Amonium)	0.206	126
Cl (Klorida)	0.334	79
SO_4 (Sulfat)	1.158	22
Ca (Kalsium)	1.836	14
NO_3 (Nitrat)	5	5

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis secara numerik pada pengaruh beberapa parameter ion dan agroklimat terhadap produksi buncis disimpulkan sebagai berikut :

- Di dalam air hujan terdapat unsur-unsur hara yang diperlukan tanaman buncis sebagai makanan untuk tumbuh dan juga sebagai penetralisir zat racun. Sehingga beberapa unsur hara tersebut dan agroklimatnya dalam konfigurasi tertentu dapat menaikkan hasil panen tanaman buncis.
- Ketergantungan produksi buncis terhadap beberapa parameter ada beberapa yang dapat dikorelasikan secara sempurna tergantung dari parameternya.
- Ada beberapa unsur hara yang dominan untuk pertumbuhan.
- Kebutuhan akan kadar masing-masing unsur hara berbeda-beda, ini dibuktikan dengan perbandingan pemberian berat pupuk yang berbeda.

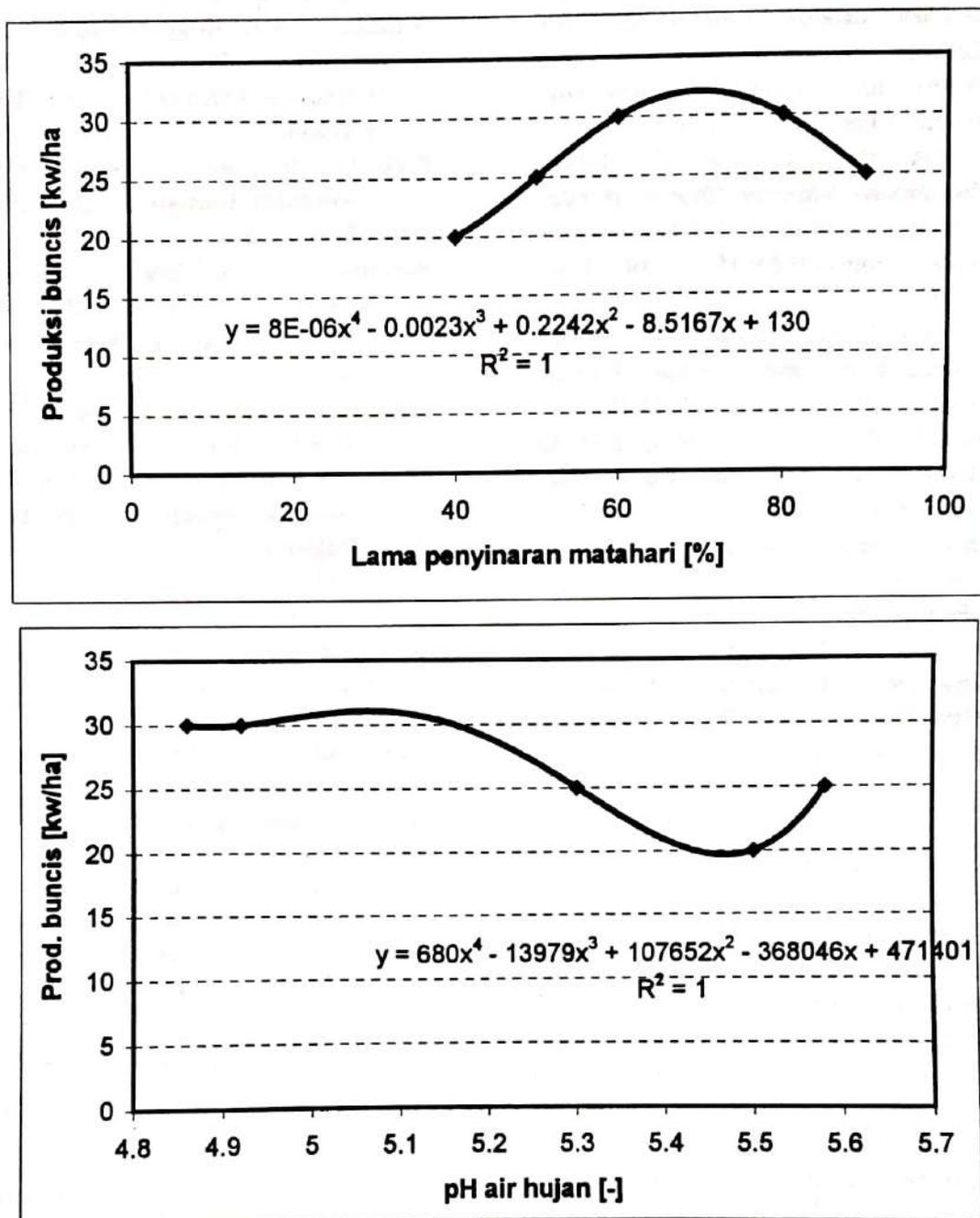
Ucapan Terima kasih

Kami ucapkan banyak terima kasih kepada Bapak Soemiratno dari BMG Pusat (Jakarta) yang telah menyediakan data komposisi kimia air hujan dan keasaman air hujan, juga kepada Ibu Siti Farida dari Dinas Pertanian Kotamadya Bandung yang telah menyediakan data produksi Buncis di Kecamatan Sukajadi dari tahun 1994 sampai dengan tahun 1995.

DAFTAR RUJUKAN

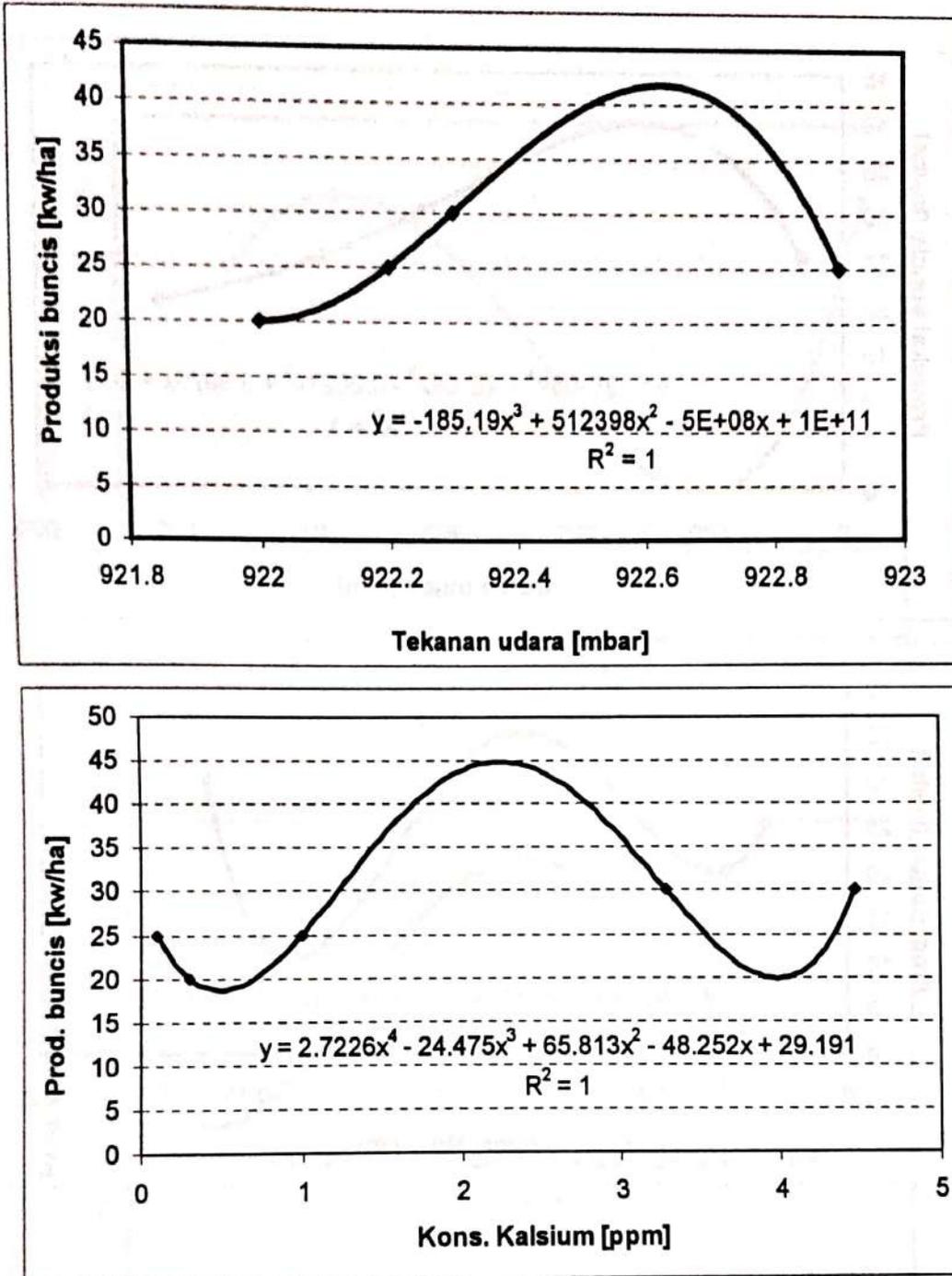
- Agusta H., 1982, *Pengaruh Pemberian Kapur dan Fosfor terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi Sawah Varietas IR-36 pada Tanah Latosol*, tesis Departemen Agronomi, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Anwar A. dan Juhana U., 1988, *Penuntun Pelajaran Biologi Berdasarkan Kurikulum 1984 Disesuaikan dengan GBPP 1987*, pp. 288-290.
- Elizar A., 1981, *Ringkasan Biologi Disusun dengan Ruang Lingkup dan Bahan Uji*, pp. 145 - 147.
- Gembong T. dkk, 1972, *Biologi 2 SMA*, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, p. 80.
- Ika A.R.S., 1983, *Pengaruh Pemupukan Nitrogen, Pupuk Kandang dan Pengapuran terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi Sawah*, Skripsi Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, p. 6.
- Martin, John H., Warren H. Leonard, and David L. Stamp., 1976, *Principles of Field Crop Production*, Mac. Millan Publishing Co., Inc., p. 1118, New York.
- Oujima, 1986, *Kogyo Kagaku Tameno Fortran 77*, Penerbit Nisshin Kogyo Simbunsha, pp. 161-189, Tokyo.
- Rukmana R., 1994, *Bertanam Buncis*, Penerbit Kanisius, pp. 23 - 29, Yogyakarta.
- Shiokawa J, Muki Kogyo Kagaku, 1980, *(Non organik Industrial Chemistry)*, Penerbit Kagaku Doujin, p. 204, Kyoto.
- Titi S. dan Khaerodin, 1991, *Pembudidayaan Buncis Tipe Tegak dan Merambat*, Penerbit PT Penebar Swadaya, pp. 10 - 27, Jakarta.

LAMPIRAN 1



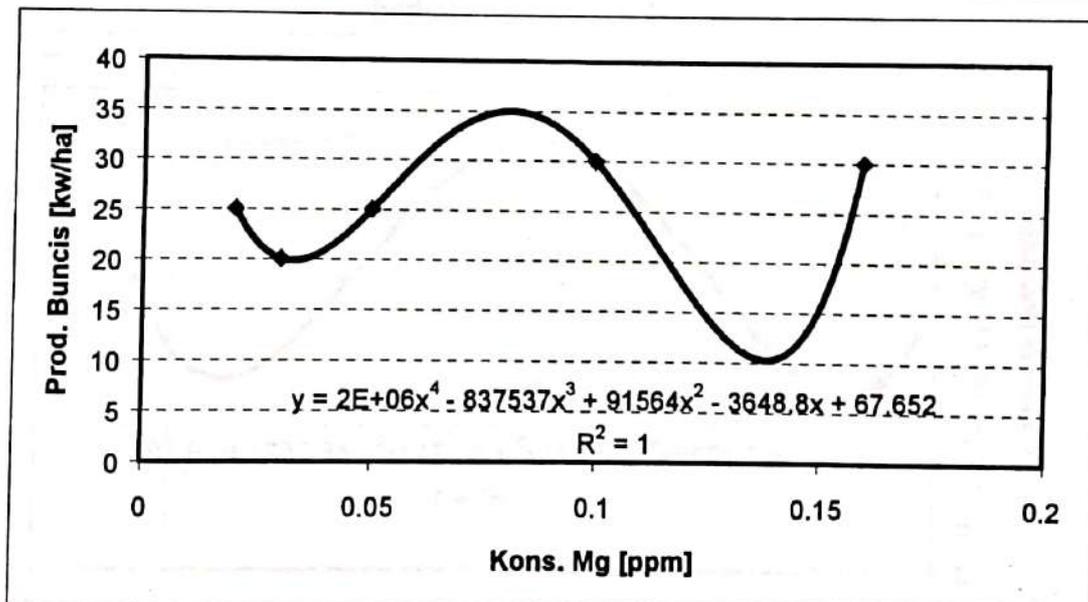
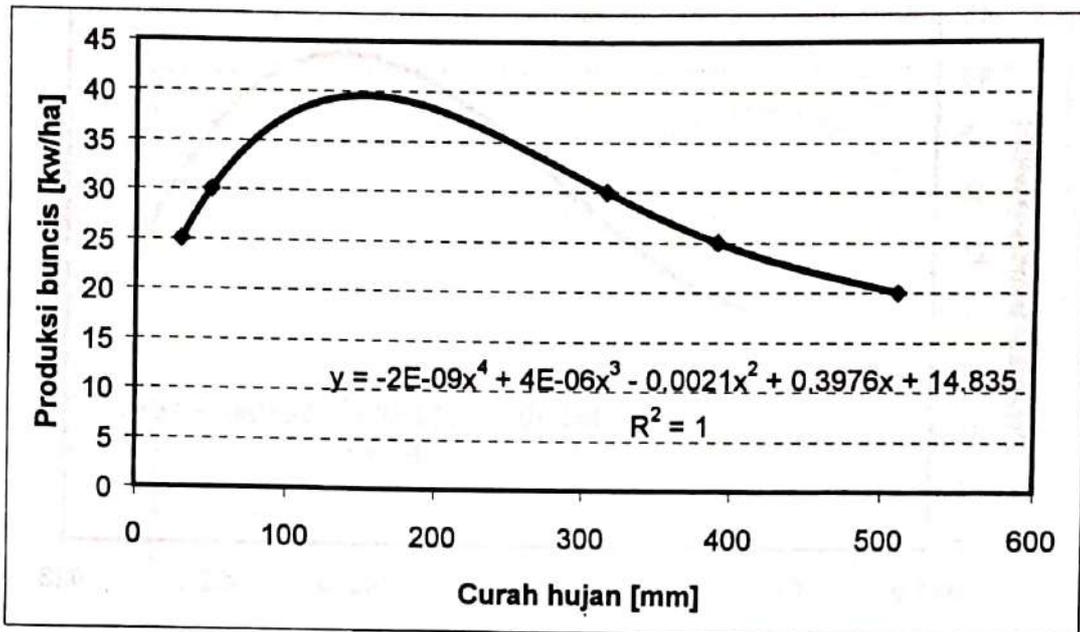
Gambar 1 : Korelasi lama penyinaran matahari dan ph air hujan terhadap produksi buncis

LAMPIRAN 2



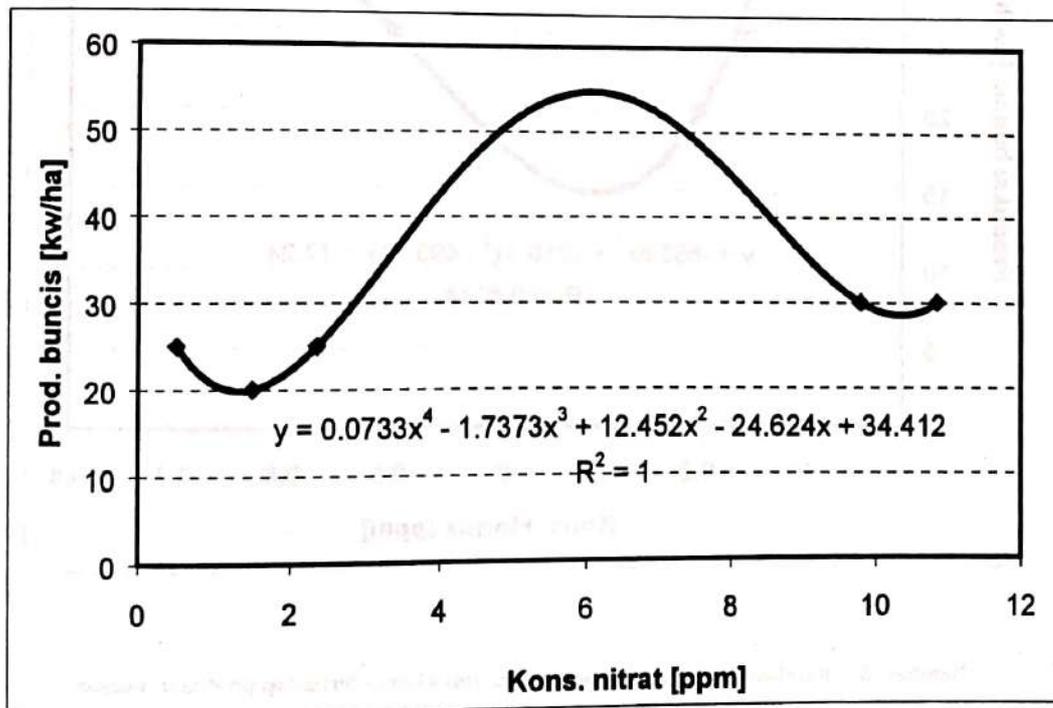
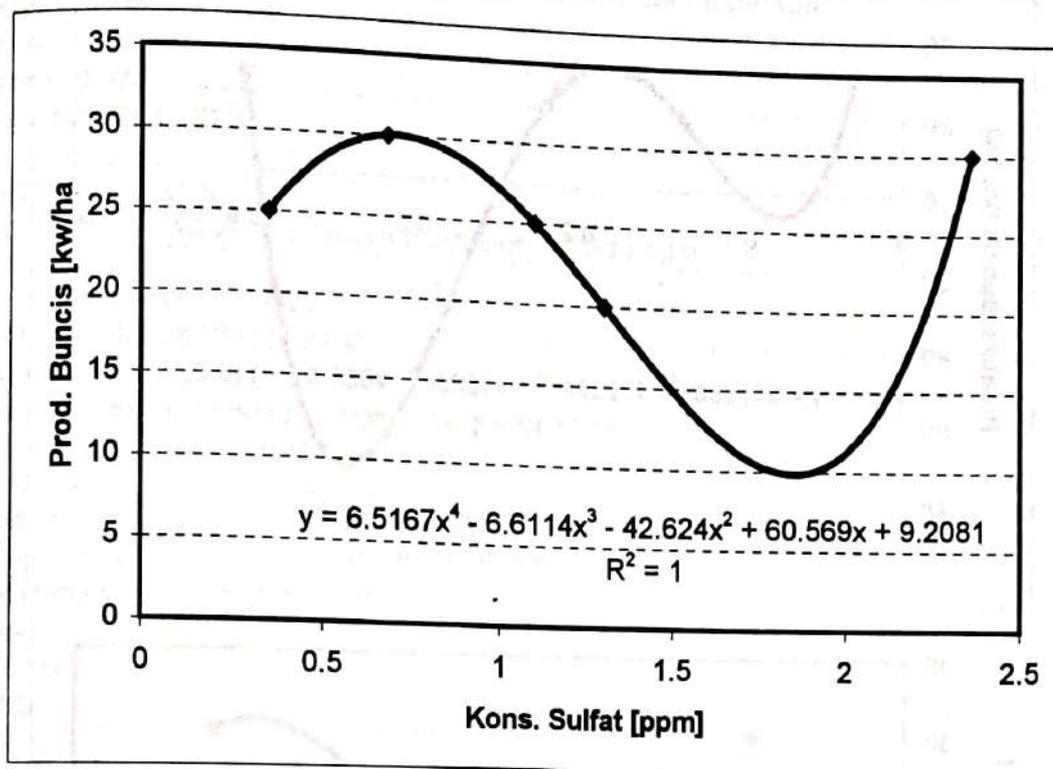
Gambar 2 : Korelasi tekanan udara dan konsentrasi kalsium terhadap produksi buncis

LAMPIRAN 3



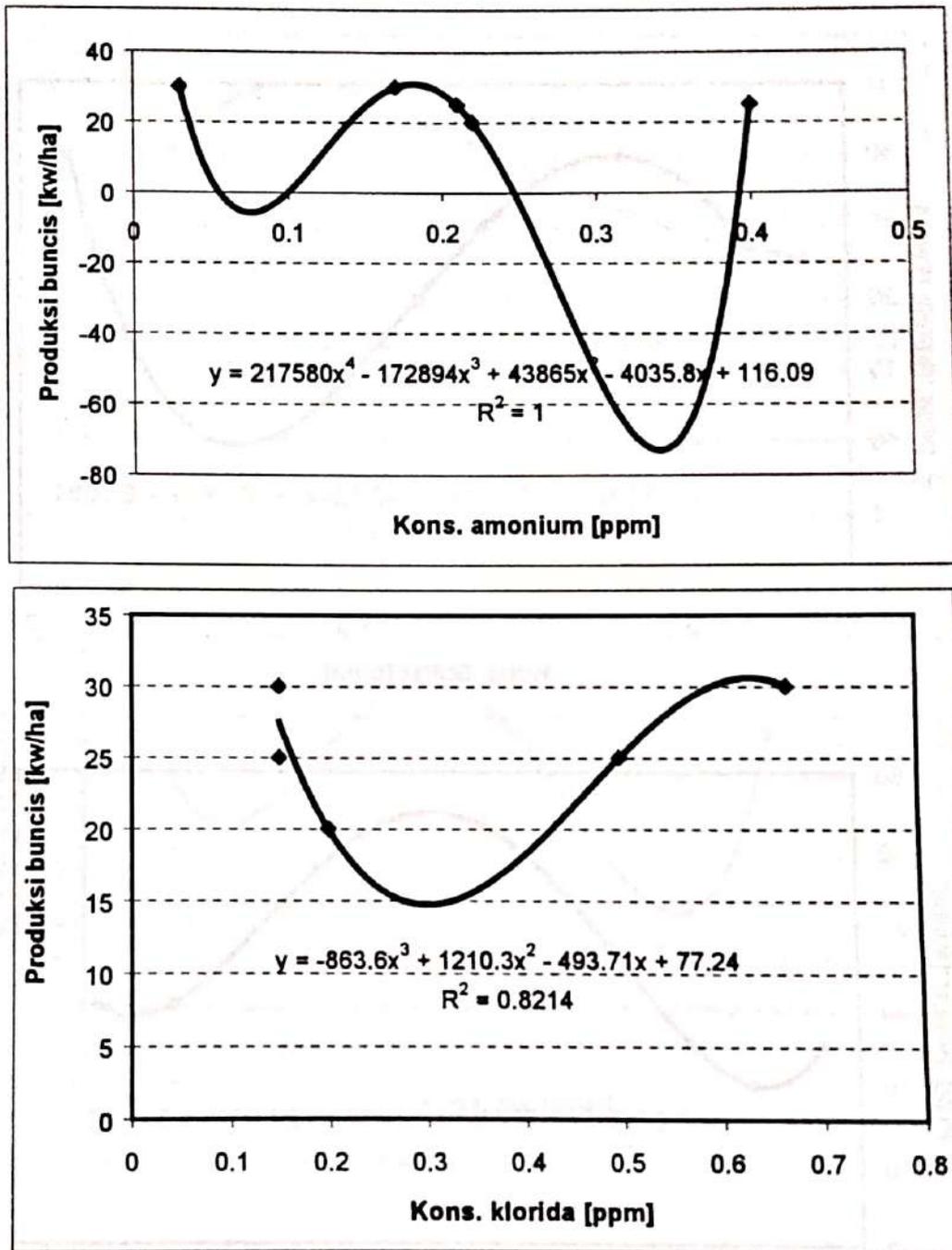
Gambar 3 : Korelasi curah hujan dan konsentrasi magnesium terhadap produksi buncis

LAMPIRAN 4



Gambar 4 : Korelasi konsentrasi sulfat dan nitrat terhadap produksi buncis

LAMPIRAN 5



Gambar 5 : Korelasi konsentrasi ammonium dan klorida terhadap produksi buncis

LAMPIRAN 6

C Penentuan akar dengan menggunakan metoda NEWTON - RAPHSON

COMMON EPS

X0=0.67

EPS=1.0E-10

CALL NEWTN(X0,X1,K)

C

WRITE(6,600) X1,K

600 FORMAT('1,' AKAR JUMLAH ULANGAN '/' ,F11.6,I7)

END

C Metoda NEWTON - RAPHSON

SUBROUTINE NEWTN(X0,X1,K)

COMMON EPS

FUNC(X)=-863.6*X**3+1210.3*X**2-493.71*X+77.24

FUNCD(X)=-2590.8*X**2+2420.6*X-493.71

K=0

10 K=K+1

X1=X0-FUNC(X0)/FUNCD(X0)

IF(ABS((X1-X0)/X1) .LT. EPS) RETURN

X0=X1

GO TO 10

END

LAMPIRAN 7

```

C   Penentuan akar dengan menggunakan metoda Regula - Falsi
COMMON EPS
PARAMETER(x0=0.55, x1=0.67)
EPS=1.0E-10
CALL REGFL(x0,x1,xm,k)

C
WRITE(6,600) xm,k
600 FORMAT('1,' AKAR   JUMLAH ULANGAN  ','F11.6,I7)
END

C   Metoda Regula - Falsi
SUBROUTINE REGFL(X0,X1,XM,K)
COMMON EPS
FUNC(X)=-863.6*X**3+1210.3*X**2-493.71*X+77.24
K=0
Y0=FUNC(X0)
Y1=FUNC(X1)
10 K=K+1
XM=(Y1*X0-Y0*X1)/(Y1-Y0)
YM=FUNC(XM)
IF(ABS((X0-XM)/XM) .LT. EPS .OR. ABS((X1-XM)/XM) .LT.
+ EPS) RETURN
IF(YM*Y0 .GT. 0.0) THEN
  Y0=YM
  X0=XM
ELSE
  Y1=YM
  X1=XM
END IF
GO TO 10
END

```

LAMPIRAN 8**C Penentuan variable terikat dengan menggunakan metoda Lagrange**

```
REAL T(0:50),BU(0:50),BUC
```

```
PARAMETER(N=4)
```

```
DATA (T(I),BU(I),I=0,N)/0.2,20,0.15,25,0.67,30,
```

```
+ 0.5,25,0.15,30/
```

```
C
```

```
WRITE(6,600) 'PRODUKSI BUNCIS [KW/HA]'
```

```
600 FORMAT('1,A',' ',amonium BUNCIS'/',' ',
```

```
+ ' (ppm) (kw/ha)')
```

```
DO 10 TU=0.55,0.67,0.05
```

```
BUC=HOKAN(N,T,BU,TU)
```

```
WRITE(6,660) TU,BUC
```

```
660 FORMAT(' ',F7.3,F10.5)
```

```
10 CONTINUE
```

```
END
```

```
C METODA LAGRANGE
```

```
FUNCTION HOKAN(N,X,Y,XX)
```

```
REAL X(0:20),Y(0:20)
```

```
C
```

```
PN=0.0
```

```
DO 30 I=0,N
```

```
F=1.0
```

```
DO 20 J=0,N
```

```
IF(I .EQ. J) GO TO 20
```

```
F=F*(XX-X(J))/(X(I)-X(J))
```

```
20 CONTINUE
```

```
PN=PN+Y(I)*F
```

```
30 CONTINUE
```

```
HOKAN=PN
```

```
END
```