

PENGUNAAN STOCHASTIC SPREADSHEET UNTUK PENENTUAN WAKTU TANAM OPTIMUM KEDELAI DI BOAWAE, FLORES-NTT

(The Use Stochastic Spreadsheet for Determination of Optimum Planting Time of Soybean at Boawae, Flores-NTT)

W. Guntoro¹, Rizaldi Boer², Irsal Las³ dan Ahmad Bey²

¹ Universitas Pembangunan Nasional Veteran Surabaya

² Jurusan Geofisika dan Meteorologi FMIPA-IPB

³ Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat

ABSTRACT

Soybean is one of potential food-crops in Flores. Based on pattern and characteristics of rainfall and physical soil properties, drought is considered to be one of the major constraints for soybean production. Yield of soybean may reach yield of more than two tons per hectare if it is planted on the right time. Therefore a method that could be used to determine planting time for soybean with a minimum drought risk is very worthwhile, so that an optimum soybean production could be achieved. Stochastic spreadsheet is a software than can be used for the analysis. This spreadsheet is able to generate random data following its distribution at several cells in column or/and in rows at one time. This capability allows us to carry our risk analysis. Model for determination of optimum planting time is an integration of several models, i.e. climatic data generation model, phenology model and crop production model. Stochastic process is used for generating climatic data and these generated data will be inputs of the phenology and production models. The analysis suggests that at Boawae, planting time for soybean var Malabar (early maturing cultivar) with expected yield of more than two tons per hectare is between early December and early March, and for Willis (late maturing cultivar) between late November and late February. Under extreme climate condition (El-Nino), the period of planting time is shortened.

Keyword: Stochastic spreadsheet, soybean, optimum planting time, production, climatic data generation.

ABSTRAK

Kedelai merupakan salah satu komoditas pangan yang cukup potensial untuk dikembangkan di Flores. Berdasarkan pola dan sifat hujan serta sifat fisik tanahnya, kekeringan merupakan kendala utama produksi. Kedelai yang ditanam tepat waktu dapat memberikan hasil lebih dari dua ton per hektar. Oleh karena itu tersedianya metode untuk penentuan waktu tanam kedelai dengan tingkat risiko terkena kekeringan minimum sangat diperlukan sehingga tingkat produksi yang optimum dapat dicapai. *Stochastic spreadsheet* merupakan salah satu perangkat lunak yang dapat digunakan untuk analisis risiko. *Spreadsheet* ini dapat melakukan pembangkitan data sekaligus secara acak pada beberapa sel baik menurut kolom maupun baris sesuai dengan asumsi sebaran statistik yang ditentukan sehingga peluang terjadinya suatu kondisi yang diinginkan dapat diketahui. Model penentuan waktu tanam optimum merupakan integrasi dari model pembangkit data iklim, model fenologi dan model produksi tanaman. Proses stokastik digunakan untuk membangkit data iklim yang selanjutnya digunakan sebagai input untuk model fenologi dan model produksi. Hasil analisis menunjukkan bahwa di Boawae penanaman kedelai varietas Malabar (umur genjah) dengan hasil harapan di atas satu ton per hektar ialah antara awal Desember dan awal Maret sedangkan untuk varietas Willis (umur sedang) ialah antara akhir November dan akhir Februari. Pada kondisi iklim menyimpang (El-Nino), periode waktu tanam yang optimum menjadi lebih singkat.

Kata Kunci : *Stochastic spreadsheet*, kedelai, waktu tanam optimum, produksi, pembangkit data iklim.

PENDAHULUAN

Pengembangan tanaman kedelai di Indonesia sudah mendesak, sejalan dengan meningkatnya konsumsi bahan makanan dan industri dengan bahan baku kedelai. Salah satu upaya peningkatan produksi ialah melalui kegiatan ekstensifikasi ke lahan-lahan kering. Lahan kering yang cukup banyak tersedia untuk perluasan areal pertanaman pangan ialah daerah di kawasan timur Indonesia. Menurut Sosiawan *et al.* (1995) Nusa Tenggara Timur (NTT) merupakan salah satu wilayah KTI yang potensial untuk pengembangan tanaman pangan, terutama jagung dan kedelai. Berdasarkan penelitian Las (1992), luas lahan potensial untuk pengembangan kedelai di Flores mencapai 367.908 ha. Hasil kedelai tingkat petani di Flores sudah menyamai hasil rata-rata nasional yaitu 1,10 ton/ha. Sedangkan pada tingkat penelitian yang mengikuti pola tanam petani mencapai 1,95 ton/ha, tetapi jika ditanam pada waktu yang tepat potensi hasil kedelai mencapai 2,99 ton/ha.

Waktu tanam yang tepat sangat erat kaitannya dengan pola ketersediaan lengas tanah sesuai dengan pola dan sifat curah hujan dan sifat fisik tanahnya. Oleh karena itu kekeringan menjadi kendala utama untuk mencapai hasil kedelai yang optimal di wilayah ini (Boer, *et al.*, 1998). Tersedianya metode yang dapat digunakan untuk menilai tingkat risiko tanaman terkena kekeringan untuk waktu tanam tertentu sangat bermanfaat dalam penentuan waktu tanam yang optimum. Salah satu program yang dapat digunakan untuk tujuan ini ialah *Crystal Ball* (Microsoft, 1996), yaitu *spreadsheet* yang mempunyai kemampuan untuk melakukan proses simulasi Monte Carlo. *Spreadsheet* biasa tidak mampu melakukan proses tersebut karena adanya dua keterbatasan utama. Pertama, *spreadsheet* biasa hanya mampu memasukkan satu nilai dalam satu cell dalam satu waktu tertentu. Kedua, dalam suatu analisis, *spreadsheet* biasa hanya mampu memberikan satu output saja, jadi tidak mampu memberikan beberapa besarnya peluang diperoleh suatu output tertentu. Jadi pada *Crystal Ball* ke dalam satu cell dapat dimasukkan satu selang nilai kemungkinan beserta asumsi yang diperlukan sekaligus dan kemudian melakukan suatu proses yang disebut simulasi Monte Carlo, sehingga ia akan menghasilkan suatu grafik peramalan yang menunjukkan semua nilai keluaran yang mungkin. Dengan demikian ia dapat menunjukkan besarnya peluang diperolehnya suatu nilai atau output dari sistem yang sedang dipelajari. Jadi dengan demikian ia dapat digunakan dalam analisis risiko, salah satunya analisis risiko kekeringan.

Penggunaan *stochastic spreadsheet* untuk tujuan analisis risiko sudah banyak dilakukan untuk bidang ekonomi, sedangkan untuk bidang pertanian masih sangat terbatas (Coe, 1989). Penggunaan *stochastic spreadsheet* di bidang agronomi telah dicoba oleh Boer (1993) untuk menilai tingkat risiko tanaman gandum terkena embun beku (*frost*) di New South Wales Australia. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan *stochastic spreadsheet* sangat efektif untuk menilai tingkat risiko tanaman terkena cekaman embun beku.

Secara umum model risiko iklim yang disusun dalam *stochastic spreadsheet* terdiri dari paling sedikitnya tiga model yaitu model pembangkit data iklim, model fenologi dan model produksi tanaman. Proses stokastik hanya digunakan untuk membangkit data iklim dan selanjutnya data iklim yang dibangkitkan digunakan sebagai input untuk model fenologi dan model produksi. Model fenologi digunakan untuk menentukan saat tercapainya fase-fase pertumbuhan yang sensitif terhadap cekaman iklim misalnya kekeringan dan model produksi digunakan untuk menentukan besarnya pertumbuhan. Penelitian ini bertujuan untuk (i) menyusun model produksi kedelai berdasarkan kondisi iklim, dan (ii) menyusun model penentuan waktu tanam optimum kedelai dengan *Crystal Ball*.

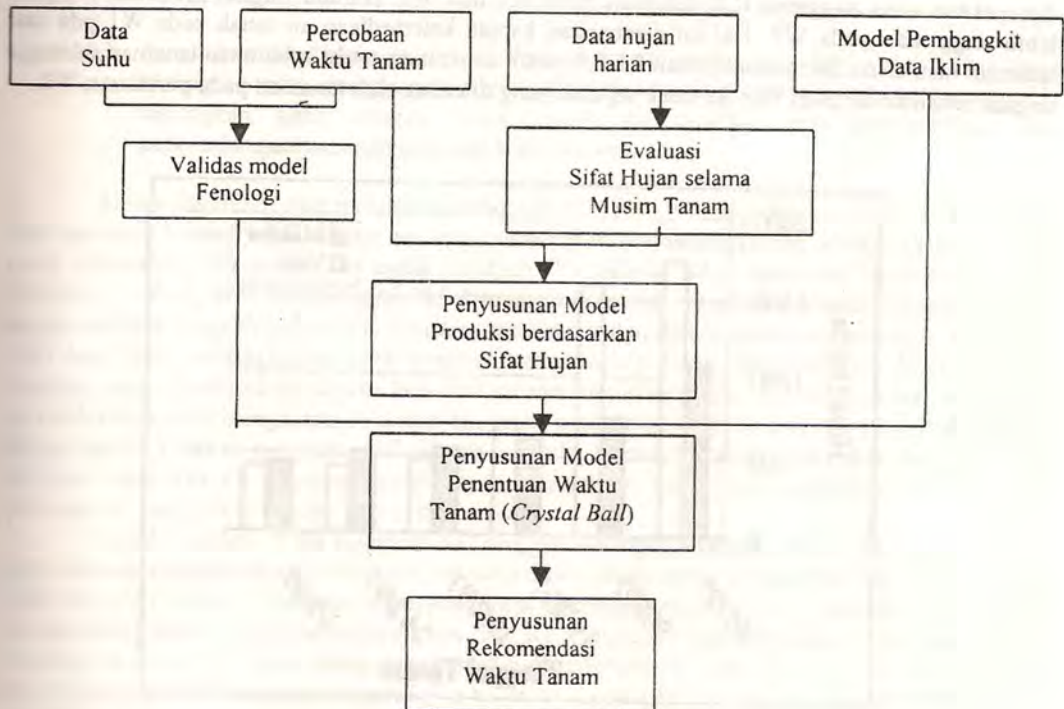
BAHAN DAN METODE

Model produksi disusun berdasarkan percobaan lapang yang dilakukan di dua lokasi yaitu Kecamatan Boawae, Kabupaten Ngada, Flores-NTT. Percobaan disusun dalam rancangan petak terbagi (Split Plot Design) dengan petak utama waktu tanam yaitu W1: 4 Februari 1997, W2: 9 Februari 1997, W3: 14 Februari 1997, W4: 19 Februari 1997, W5: 24 Februari 1997 dan W6: 1 Maret 1997 serta anak petak varietas yakni Malabar dan Wilis. Ukuran petak 10x4 m dengan jarak tanam 40x15 cm untuk Wilis dari gangguan hama, tanaman diberi pupuk lengkap dan disemprot dengan pestisida sesuai kebutuhan.

Model produksi disusun dengan menggunakan analisis regresi linear sederhana yaitu :

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^n b_i X_i; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

a_0 dan $b_1, b_2, \dots, b_n$ adalah konstanta yang diduga dan $X_1, X_2, \dots, X_n$ adalah sifat hujan yang diperkirakan sangat menentukan keragaman produksi kedelai di Boawae dan Magepanda seperti tinggi hujan (TH), jumlah kejadian hujan (JKH), deret hari kering maksimum (DHKM), dan jumlah hari tidak hujan (JHTH) pada fase pertumbuhan kedelai tertentu. Fase pertumbuhan kedelai yang menjadi perhatian ialah Ve-n (fase vegetatif), R1-4 (fase pembungaan sampai polong penuh), R5-8 (fase mulai berbiji sampai masak fisiologis) dan R1-8 (fase pembungaan sampai masak fisiologis).

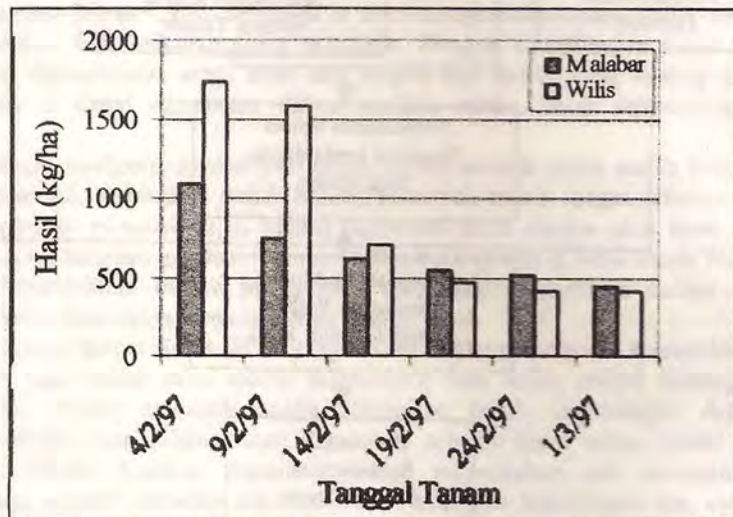


Gambar 1. Diagram alir penyusunan model penentuan waktu tanam optimum.

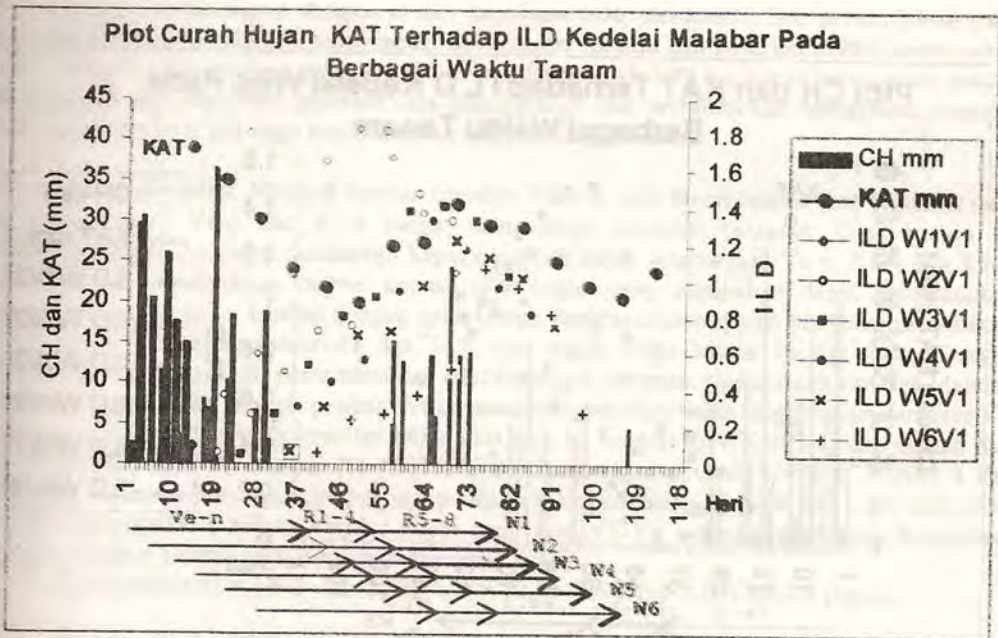
Model penentuan waktu tanam optimum disusun dalam *stochastic spreadsheet* yaitu *Crystal Ball* (Microsoft, 1996). Model ini terdiri dari model pembangkit data iklim, model fenologi dan model produksi. Model pembangkit data iklim dan model fenologi yang digunakan dalam penelitian ini ialah model yang dikembangkan oleh Boer et al. (1998). Pembangkitan data iklim dilakukan dengan proses stokastik dan data bangkitan digunakan sebagai input untuk model fenologi dan model produksi. Secara skematis diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh waktu tanam terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai. Hasil analisis menunjukkan bahwa pemunduran waktu tanam dengan selang pemunduran lima hari dimulai dari tanggal 4 Februari 1997 secara nyata menurunkan indeks luas daun (ILD) dan produksi (Gambar 2, 3 dan 4). Penurunan ini sangat erat kaitanya dengan kondisihujan selama penelitian. Untuk varietas Malabar (Gambar 3), tanaman yang ditanam pada waktu tanam W1 dan W2 masih mendapat hujan yang cukup banyak pada periode pertumbuhan vegetatif aktif (Ve-n) dan pada periode pertumbuhan generatif yang sangat sensitif terhadap cekaman air (R1-4) tanaman tidak mendapat hujan sama sekali dan pada periode pertumbuhan generatif yang kurang sensitif terhadap kekurngan air (R5-8) tanaman kembali mendapat hujan. Tingginya hujan yang diterima selama periode pertumbuhan vegetatif menyebabkan tanaman dapat tumbuh dengan baik yang ditunjukkan oleh tingginya ILD tanaman pada W1 dan W2. Namun tingkat produksi W1 jauh lebih tinggi dari pada W2. Hal ini disebabkan karena ketersediaan air tanah pada W1 pda saat tanaman memasuki fase pertumbuhan R1-R4 masih dapat memenuhi kebutuhan tanaman sehingga tingkat cekaman air pada fase ini tidak separah yang diterima oleh tanaman pada perlakuan W2.



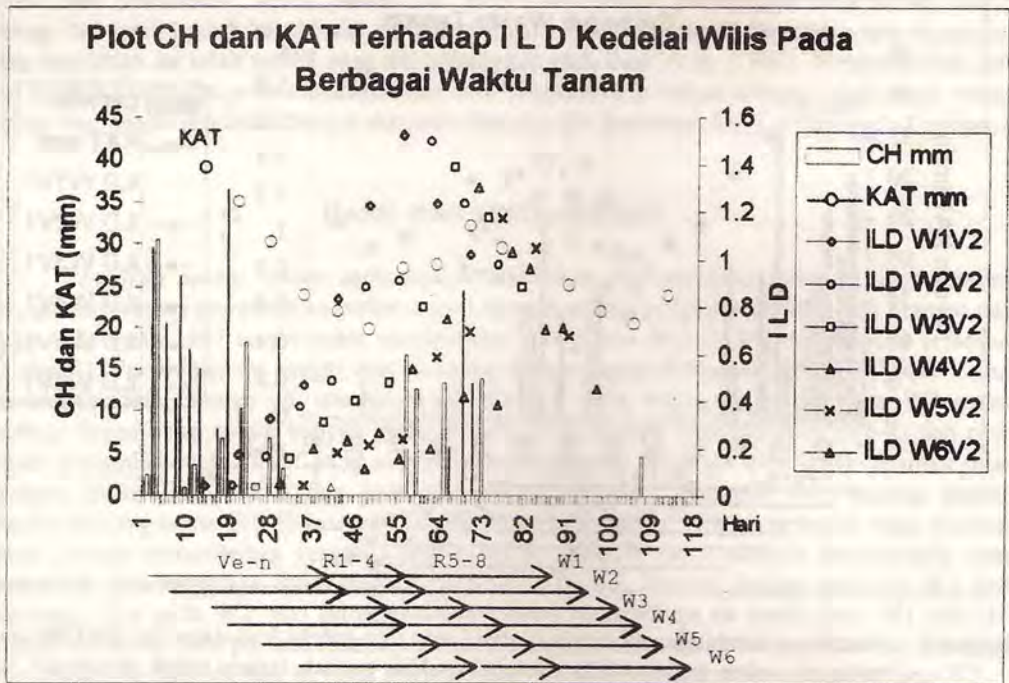
Gambar 2. Hasil tanaman kedelai var. Malabar dan Wilis pada enam waktu tanam.



Gambar 3. Perubahan kandungan air tanah, curah hujan dan indeks luas daun var. Malabar pada berbagai waktu tanam. Axis merupakan hari setelah tanam untuk perlakuan W1, sedangkan garis dengan tanda panah menunjukkan fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman menurut waktu tanam.

Untuk tanaman yang mendapat perlakuan W3, W4, W5, dan W6 indeks luas daun sudah jauh menurun karena ketersediaan air tanah sudah jauh berkurang karena sedikitnya hujan yang turun selama fase Ve-n; bahkan untuk tanaman W6 hampir tidak mendapat hujan sama sekali (Gambar 3). Pada fase pertumbuhan R1-4 tanaman kembali mendapat siraman hujan, terutama untuk tanaman pada W5 dan W6. Namun demikian cukupnya ketersediaan air pada fase R1-4 tidak lagi dapat meningkatkan hasil tanaman secara nyata. Hasil yang terendah diperoleh pada tanaman yang mendapat perlakuan W6. Hal ini menunjukkan bahwa apabila tanaman pada awal pertumbuhan sudah mengalami cekaman air, maka pemberian air pada fase R1-4 tidak akan dapat memperbaiki kondisi tanaman. Sebaliknya apabila tanaman cukup mendapat air pada fase vegetatif awal (Ve-n), tanaman masih dapat berproduksi cukup baik apabila pada fase R1-4 cekaman air yang dialami tidak begitu kuat.

Untuk varietas Wilis (Gambar 4), tanggap tanaman terhadap pola curah hujan selama pertumbuhan tanaman relatif sama dengan yang ditunjukkan oleh varietas Malabar. Wilis tampak lebih responsif terhadap keadaan hujan pada awal pertumbuhannya (Ve-n). Tanaman W1 dan W2 mampu berproduksi tinggi walaupun pada fase R1-4 hampir tidak mendapat hujan sama sekali. Produksi tanaman W3 pada fase vegetatif (Ve-n) hanya mendapat hujan pada awal pertumbuhan saja kemudian tidak mendapat hujan sampai saat tanaman memasuki fase R1-4. Pada tanaman W4, W5 dan W6, produksi turun lebih jauh. Tanaman ini praktis mendapat cukup hujan pada fase R1-4.



Gambar 4. Perubahan kandungan air tanah, curah hujan, indeks luas daun (ILD) var. Wilis pada berbagai waktu tanam. Axis merupakan hari setelah tanam untuk perlakuan W1, sedangkan garis dengan tanda panah menunjukkan fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman menurut waktu tanam.

Hasil di atas menunjukkan bahwa ketersediaan air yang cukup selama fase vegetatif aktif sangat menentukan produksi akhir tanaman. Produksi yang lebih tinggi akan diperoleh apabila cekaman air tidak terjadi pada fase R1-4, walaupun pada fase R5-8 tanaman tidak mendapat air. Pemberian air yang cukup hanya pada fase R-1 tidak dapat memulihkan tanaman yang sudah mengalami kekeringan pada fase Ve-n. Tanaman akan berproduksi sangat rendah apabila tanaman mengalami kekurangan air pada fase VE sampai R4. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa waktu tanam paling akhir yang dapat ditoleransi ialah apabila selama fase pertumbuhan VE sampai R1 tanaman masih mendapat hujan yang cukup.

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa cekaman kekeringan yang terjadi pada fase vegetatif tidak mempengaruhi hasil secara nyata (Andriani *et al.*, 1990). Namun demikian apabila kekeringan yang panjang terjadi selama fase pertumbuhan vegetatif, maka pertumbuhan daun akan terganggu yang pada akhirnya akan menghambat pertumbuhan seluruh komponen tanaman. Hal ini sejalan dengan temuan Suharto (1986); Hutami dan Pasaribu (1989) bahwa fase pertumbuhan vegetatif juga cukup sensitif terhadap cekaman kekeringan. Suharto (1986) menemukan bahwa indeks kepekaan tanaman terhadap cekaman kekeringan pada fase vegetatif, fase pembungaan sampai pengisian polong dan fase pemasakan masing-masing ialah 0,25; 0,36

dan 0,19. Fase pertumbuhan dengan indeks kepekaan 0,36 merupakan fase pertumbuhan yang paling kritis terhadap cekaman kekeringan. Selanjutnya Hutami dan Pasaribu (1989) menemukan bahwa tanaman yang tumbuh pada kondisi kelembaban tanah 50% kapasitas lapang baik selama fase vegetatif saja atau fase generatif saja atau seluruh fase pertumbuhan mengalami cekaman kekeringan yang kuat sehingga hasil tanaman menjadi sangat rendah.

Model produksi. Merujuk kepada Gambar 3 dan 4, sifat hujan selama fase terutama pada fase pertumbuhan Ve-n dan R1-4 sangat menentukan produksi tanaman. Oleh karena itu penyusunan model produksi didasarkan kepada kondisi hujan selama fase Ve-n, R1-4 dan R5-8. Hasil analisis menunjukkan bahwa semua sifat hujan yang digunakan dapat menerangkan keragaman hasil tanaman kedelai dengan baik. Untuk varietas Malabar nilai koefisien determinasi persamaan (R^2) berkisar antara 47 dan 54% dan untuk Wilis antara 76 dan 89%. Dengan mempertimbangkan nilai R^2 persamaan dan sifat fisiologis tanaman, maka untuk varietas Malabar sifat hujan yang dipilih sebagai peubah bebas persamaan produksi ialah tinggi hujan dari fase VE sampai Vn (THVe-n), jumlah kejadian hujan dari fase R1 sampai R4 (JKHRI-4) dan jumlah hari tidak hujan dari fase R5 sampai R8 (JHTHR5-8). Sumbangan peubah THVe-n, JKHRI-4 dan JHTHR5-8 dalam menerangkan keragaman produksi masing-masing ialah 99,5%, 0,4% dan 0,6%. Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi hujan pada fase VE-Vn sangat menentukan keragaman produksi. Adapun bentuk persamaan hubungannya ialah:

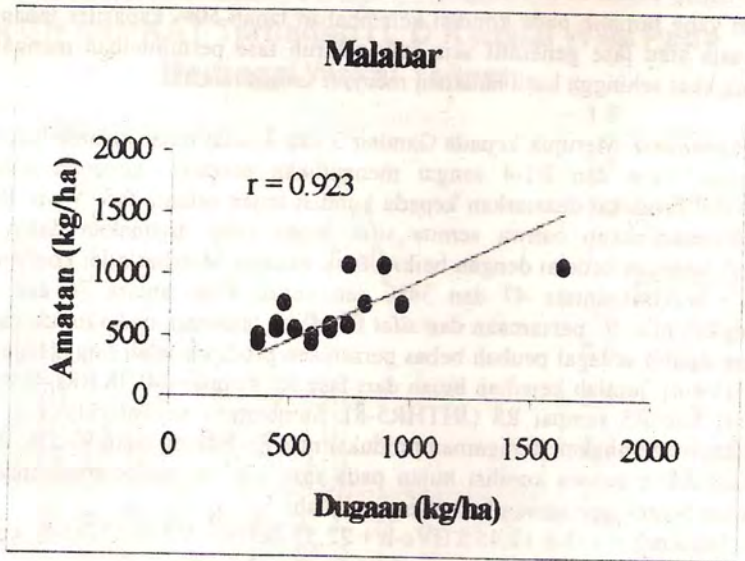
$$\text{Prod (Malabar)} = 173 + 13,45 \text{ THVe-n} + 22,53 \text{ JKHRI-4-3 JHTHR5-8 (kg/ha)}$$

Untuk varietas Wilis peubah hujan yang dipilih dalam model produksi kedelai ialah jumlah hari tidak hujan selama fase VE sampai Vn (JHTHVe-n) dan deret hari kering maksimum selama fase R1 sampai R8 (DHKMR1-8). Adapun persamaan hubungannya ialah :

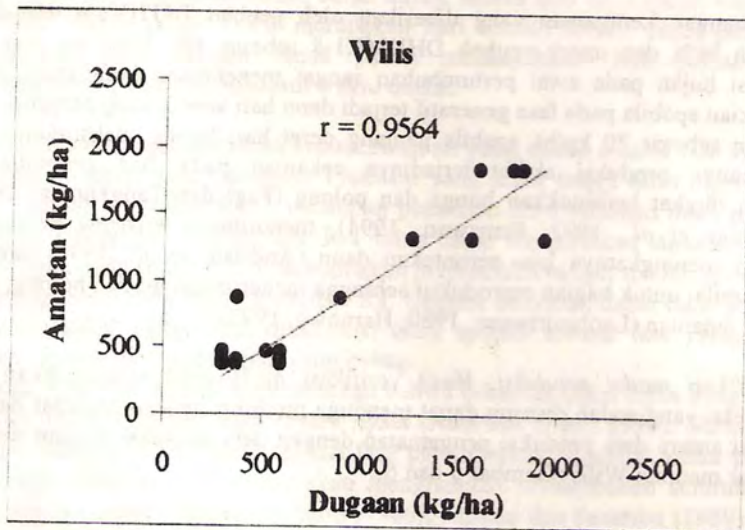
$$\text{Prod (Wilis)} = 3537 - 22,8 \text{ JHTHVe-n} - 70,4 \text{ DHKMR1-8 (kg/ha)}$$

Sumbangan keragaman yang diberikan oleh peubah JHTHVe-n terhadap persamaan produksi ialah 96% dan untuk peubah DHKMR1-8 sebesar 4%. Hasil ini juga menunjukkan bahwa kondisi hujan pada awal pertumbuhan sangat menentukan keragaman produksi akhir. Namun demikian apabila pada fase generatif terjadi deret hari kering yang panjang, maka produksi akan menurun sebesar 70 kg/ha apabila panjang deret hari kering maksimum meningkat satu satuan. Turunnya produksi akibat terjadinya cekaman pada fase generatif ialah karena meningkatnya tingkat kerontokkan bunga dan polong (Fagi dan Tangkuman, 1993; Darmijati, 1991; Smiciklas *et al.*, 1992; Ermawati, 1994), menurunnya efisiensi pemanfaatan radiasi intersepsi dan meningkatnya laju perontokan daun (Andriani *et al.*, 1990) dan terhambatnya distribusi asimilat untuk bagian reproduktif sehingga menurunkan jumlah polong, jumlah biji dan bobot biji per tanaman (Laohasiriwons, 1980; Harnowo, 1992).

Verifikasi model produksi. Hasil verifikasi di Boawae menunjukkan bahwa model produksi kedelai yang sudah disusun dapat menduga produksi kedelai Malabar dan Wilis dengan baik. Korelasi antara data produksi pengamatan dengan data produksi dugaan melebihi 0.9 baik untuk Malabar maupun Wilis (Gambar 5 dan 6).



Gambar 5. Hubungan antara data produksi pengamatan dan produksi dugaan untuk varietas Malabar di Kec. Boawae.



Gambar 6. Hubungan antara data produksi pengamatan dan produksi dugaan untuk varietas Wilis di Kec. Boawae.

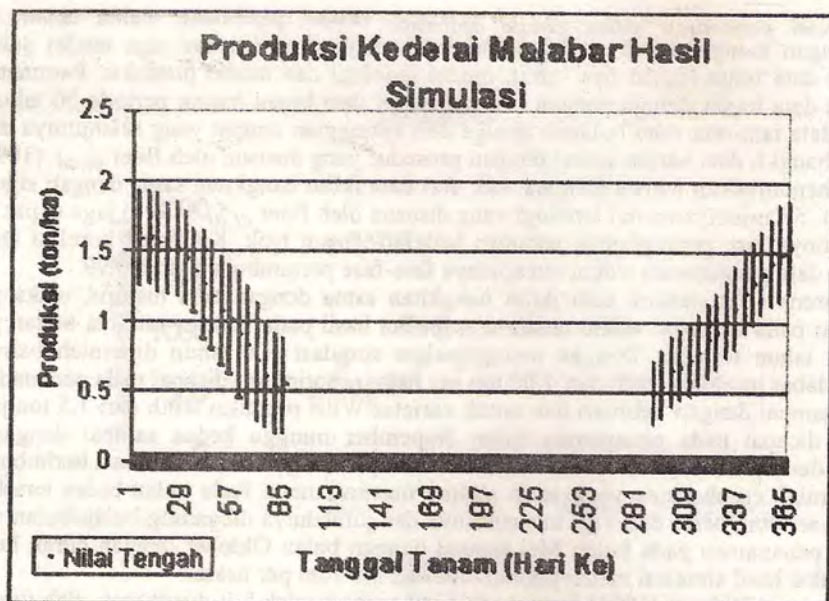
Model penentuan waktu tanam optimum. Model penentuan waktu tanam optimum disusun dengan menggunakan stochastic spreadsheet yang terdiri dari tiga model yaitu model pembangkit data iklim (hujan dan suhu), model fenologi dan model produksi. Parameter model pembangkit data hujan diduga dengan menggunakan data hujan harian periode 20 tahun (1976-1996) dan data rata-rata suhu bulanan diduga dari ketinggian tempat yang selanjutnya digunakan untuk membangkit data harian sesuai dengan prosedur yang disusun oleh Boer *et al.* (1998). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sifat statistik dari data iklim bangkitan sama dengan sifat statistik data historis. Selanjutnya model fenologi yang disusun oleh Boer *et al.* (1998) juga dapat menduga saat tercapainya fase pertumbuhan tanaman kedelai dengan baik. Koefisien korelasi antara data dugaan dan data pengamatan waktu tercapainya fase-fase pertumbuhan ialah 0.99.

Karena sifat statistik data iklim bangkitan sama dengan data historis, maka perkiraan hasil kedelai pada berbagai waktu tanam merupakan hasil pada kondisi rata-raa bukan perkiraan hasil untuk tahun tertentu. Dengan menggunakan simulasi 100 tahun diperoleh bahwa untuk varietas Malabar produksi lebih dari 1,00 ton per hektar (optimum) dicapai pada penanaman bulan Desember sampai dengan Februari dan untuk varietas Wilis produksi lebih dari 1,5 ton per hektar (optimum) dicapai pada penanaman bulan Nopember minggu kedua sampai dengan Januari (Gambar 7 dan 8). Penanaman bulan Nopember sampai dengan bulan Februari berhubungan erat dengan jumlah curah hujan yang jatuh selama musim tanam. Pada bulan-bulan tersebut curah hujan Boawae lebih besar dari segi intensitasnya dan jumlahnya dibanding bulan-bulan yang lain. Sedangkan penanaman pada bulan Mei sampai dengan bulan Oktober dengan curah hujan yang kecil, produksi hasil simulasi menunjukkan dibawah 0,5 aton per hektar.

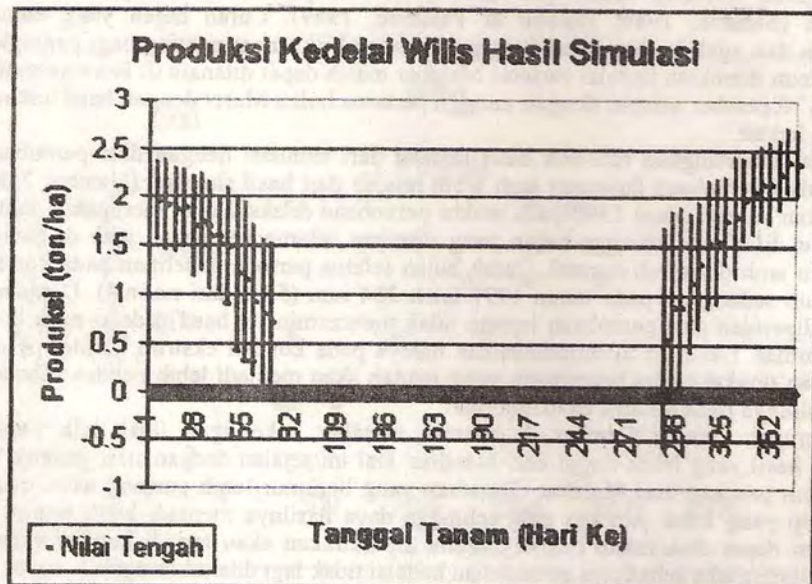
Menurut Hidayat (1993) komponen hasil yaitu jumlah biji ditentukan oleh jumlah buku subur pada tiap tanaman dan juga terdapat korelasi positif antara hasil biji dengan bobot tanaman tanpa akar. Tersedianya air selama pertumbuhan tanaman kedelai sangat menentukan daya hasil kedelai. Curah hujan yang tinggi tetapi tidak merata, sehingga sering terjadi kekeringan pada saat pembungaan dan pengisian polong, akan menurunkan hasil dengan tajam. Periode kritis untuk tanaman kedelai terhadap kekeringan ialah pada fase pertumbuhan vegetatif aktif dan saat pembungaan (Suharto, 1986; Hutami & Pasaribu, 1989). Curah hujan yang cukup selama pertumbuhan dan agak kurang menjelang pematangan biji sangat penting bagi peningkatan hasil kedelai. Namun demikian kedelai varietas Malabar masih dapat ditanam di Boawae mulai minggu kedua bulan Nopember sampai dengan minggu pertama bulan Maret dengan hasil antara 0,75 dan 1,50 ton per hektar.

Bila dibandingkan rata-rata hasil kedelai dari simulasi dengan data percobaan lapang, maka hasil dari percobaan lapangan jauh lebih rendah dari hasil simulasi (Gambar 7 dan 8). Hal ini disebabkan karena tahun 1997 pada waktu percobaan dilaksanakan merupakan tahun ekstrim kering (tahun El-Nino) sehingga hujan yang diterima selama percobaan jauh di bawah kondisi rata-rata atau jauh di bawah normal. Curah hujan selama periode penelitian pada kondisi normal ialah 656 mm sedangkan pada tahun 1997 ialah 384 mm (58% dari normal). Dengan demikian hasil yang diperoleh dari percobaan lapang tidak mencerminkan hasil kedelai pada kondisi rata-rata atau normal. Hasil ini mengindikasikan bahwa pada kondisi ekstrim kering, periode waktu tanam dengan tingkat risiko kekeringan yang rendah akan menjadi lebih pendek dibanding tahun normal sebaliknya pada kondisi ekstrim basah.

Merujuk kepada Gambar 2, apabila masalah kekeringan tidak ada varietas Wilis mempunyai hasil yang lebih tinggi dari Malabar. Hal ini sejalan dengan sifat genetik Wilis yang berumur lebih panjang dari Malabar. Tanaman yang berumur lebih panjang akan memiliki fase pengisian biji yang lebih panjang pula sehingga daya hasilnya menjadi lebih tinggi. Dari hasil penelitian ini dapat disarankan bahwa apabila diperkirakan akan terjadi kondisi ekstrim kering (terjadi El-Nino) maka sebaiknya penanaman kedelai tidak lagi dilakukan apabila sudah memasuki minggu kedua Februari. Sebaliknya jika diramalkan akan terjadi kondisi ekstrim basah maka penanaman sebaiknya dilakukan pada bulan Februari dan digunakan varietas Wilis.



Gambar 7. Produksi kedelai Malabar hasil simulasi lokasi Boawae.



Gambar 8. Produksi kedelai Wilis hasil simulasi lokasi Boawae.

Berbeda dengan model deterministik, model statistik produksi umumnya hanya tampil dengan baik pada lokasi dimana model tersebut dibuat. Oleh karena itu penggunaan model produksi yang diperoleh dari penelitian ini pada lokasi lain tidak disarankan. Revisi model statistik produksi di luar Boawae dapat dilakukan berdasarkan data historis tentang pola tanam dan produksi serta data iklim yang tersedia di wilayah yang bersangkutan. Akan tetapi pada umumnya data ini tidak terdokumentasi dengan baik sehingga seringkali penyusunan model statistik produksi dilakukan melalui percobaan lapang waktu tanam.

KESIMPULAN DAN SARAN

Tanaman kedelai mempunyai periode kritis terhadap kekeringan yakni pada fase vegetatif (ve-n) dan saat pembungaan (R4). Hasil tanaman kedelai yang tinggi hanya dapat diharapkan apabila tanaman pada fase awal pertumbuhan (ve) sampai fase pembungaan (R4) memperoleh hujan atau mendapat pasokan air yang cukup.

Pada kondisi normal, penanaman kedelai varietas Malabar dengan hasil harapan di atas satu ton per hektar dapat dilakukan pada awal Desember sampai awal Maret dan untuk Wilis akhir Nopember sampai akhir Februari. Pada kondisi iklim ekstrim kering (terjadi El-Nino) maka sebaiknya penanaman kedelai varietas Malabar dan Wilis tidak lagi dilakukan apabila sudah memasuki minggu kedua Februari. Sebaliknya jika diramalkan akan terjadi kondisi ekstrim basah maka penanaman sebaiknya dilakukan pada bulan Februari dan digunakan varietas Wilis.

Stochastic spreadsheet dapat digunakan secara efektif untuk menentukan waktu tanam yang tepat di Boawae. Penggunaan *stochastic spreadsheet* untuk analisis risiko iklim lainnya dapat dikembangkan untuk komoditi lain.

PENGHARGAAN

Penelitian ini merupakan salah satu hasil dari kegiatan riset yang dilaksanakan atas biaya Dewan Riset Nasional melalui Proyek RUT-IV.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, J.M., Andrade, F.H., Suero, E.E. and Dardaneeli, J.L. 1990. Defisit air selama pertumbuhan reproduktif kedelai: Efek terhadap akumulasi bahan kering, hasil biji dan komponennya (in Spanish). *Agronomie* 11:737-746).
- Boer, R. 1993. Climatic Constraints on Anthesis of Wheat in a Major Wheat Grow Region of Australia. A thesis submitted in fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy. Departement of Crop Sciences, Faculty of Agriculture the University of Sydney, Sydney Australia. 191 p.
- Boer, R., dan Las, I. 1994. Analisis Data Iklim dan Penggunaannya dalam Analisis Resiko. Pelatihan Metodologi Penelitian Analisis Sistem dan Pemodelan Pertanian. IPB dan Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor, 29 hal.

- Boer, R., Las, I. Dan Notodipuro, K.A. 1998. Analisis Resiko Kekeringan untuk Pengembangan dan Produksi Kedelai di Flores, Nusa Tenggara Timur. Laporan Riset. Riset Unggulan Terpadu IV (1996-1998) Kantor Menristek Dewan Riset Nasional.
- Coe, R.D. 1989. The stochastic spreadsheet: a new statistical computing tool. *The Statistician* 38:117-120.
- Darmijati, S. 1991. Pengaruh musim tanam dan pemberian air terhadap umur dan hasil kedelai. *J. Agromet* &:46-53.
- Ermawati. 1994. Pengaruh cekaman air pada stadium reproduktif dan pemupukan nitrogen terhadap vigor benih kedelai. Tesis Fakultas Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Fagi, A.M. dan Tangkuman, F. 1993. Pengelolaan Air untuk Pertanaman Kedelai dalam S. Somaatmadja et al. (Ed.). Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Bogor. Pp. 135-137.
- Harnowo, D. 1992. Respon tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr) terhadap pemupukan kalium dan cekaman kekeringan pada fase reproduktif. Tesis Fakultas Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Hidayat, O. 1993. Morfologi Tanaman Kedelai. Dalam S. Somaatmadja et al (Ed). Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Bogor. pp. 73-86.
- Hutami, S., dan Pasaribu, D. 1989. Tanggapan varietas kedelai terhadap tekanan kekeringan. Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan, Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor Vol. 1:215-225.
- Laohasiriwons, S. 1980. Response of selected soybean cultivars to inter stress during different reproductive growth period. In Soybean in Tropical and Subtropical Cropping System. Proceeding of Symposium, Japan. Pp: 383-386.
- Las, I. 1992. Pewilayahan Komoditi Pertanian berdasarkan Model Ikim Kabupaten Sikka dan Kabupaten Ende Nusa Tenggara Timur. Desertasi (S3) Fakultas Pascasarjana IPB Bogor (Tidak dipublikasikan).
- Microsoft. 1996. Crystal Ball User Manual. USA.
- Smiciklas, K.D., Mullen, R.E., Carlson, R.E. and Knapp, A.D. 1992. Soybean seed quality response to drought stress and pod position. *Agron. J.* 84:166-170.
- Sosiawan, H., Subagjo, H., Suharta, N., Isa, A.F., dan Suparma, E. 1995. Potensi pengembangan lahan untuk tanaman kedelai di Nusa Tenggara Timur. Dalam Teknologi untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Pangan di Propinsi Nusa Tenggara Timur. Balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian. Malang. Hal : 121-129.
- Suharto, B. 1986. Penentuan suseptibilitas tanaman kedelai terhadap kekeringan dan hubungannya dengan produksi dan metode indeks stress harian. Universitas Brawijaya, Malang.