

“Akselerasi Hasil Penelitian dan Optimalisasi Tata Ruang Agraria untuk Mewujudkan Pertanian Berkelanjutan”

Simulasi Hasil Kedelai (*Glycine max* L. merr) dengan Dua Level Irigasi dan Tujuh Dosis Pupuk Nitrogen pada Kondisi Iklim Lampung Selatan Tahun 2020

Sutrisno, Runik Dyah Purwaningrahyu, dan Henny Kuntastyuti

Pusat Riset Tanaman Pangan Badan Riset Inovasi Nasional

Email: uthisharun@gmail.com; runik_dpr@yahoo.com; hennykuntastyuti@gmail.com

Abstract

The growth and yield of soybean plants are strongly influenced by environmental conditions such as climate, nutrients and water. Optimal environmental conditions will produce maximum growth. Each region has different environmental conditions. South Lampung is one of the soybean crop development areas. Data on variations in environmental conditions in an area can be used to simulate the growth and yield of soybean plants. This study aims to simulate the growth and yield of soybean plants based on climate data in South Lampung. The research was conducted by collecting climate data from the Meteorology, Climatology and Geophysics Agency's stations for 2020. Simulations of water supply and nitrogen nutrient doses were entered into the model to simulate soybean growth and yield. The results of the simulation research show that differences in planting time, water application and nitrogen dosage greatly affect the growth and yield of soybean plants. In conditions without irrigation, soybean crop yields are higher in the rainy season than in the dry season. With the addition of irrigation water, soybean crop yields can be higher compared to the rainy season. The best irradiation efficiency occurs during the dry season because it provides a higher increase compared to the rainy season. The application of nitrogen in irrigated conditions gives a higher increase in yield than without water. The value validation between the simulation results and the real results shows that the simulation results are close to the real soybean yield values. The results of this validation indicate that the simulation model can be used to predict soybean yields in other months.

Keywords: soybean, simulation model, climate, irrigation, nitrogen nutrient

Abstrak

Pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti iklim, unsur hara, dan air. Sekondisi lingkungan optimal akan menghasilkan pertumbuhan maksimal. Setiap daerah memiliki kondisi lingkungan yang berbeda-beda. Lampung Selatan merupakan salah satu daerah pengembangan tanaman kedelai. Data variasi kondisi lingkungan pada suatu daerah dapat digunakan untuk mensimulasi pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai.

Penelitian ini bertujuan untuk mensimulasi pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai berdasarkan data iklim di Lampung Selatan. Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data iklim dari stasiun badan meteorologi klimatologi dan geofisika selama tahun 2020. Simulasi pemberian air dan dosis unsur hara nitrogen dimasukkan kedalam model untuk mensimulasi pertumbuhan dan hasil kedelai. Hasil penelitian simulasi menunjukkan bahwa perbedaan waktu tanam, pemberian air dan dosis nitrogen sangat berpengaruh pada pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. Pada kondisi tanpa diberi pengairan, hasil tanaman kedelai lebih tinggi pada musim hujan daripada musim kemarau. Dengan adanya penambahan air irigasi, hasil tanaman kedelai dapat lebih tinggi dibandingkan musim hujan. Efisiensi penyinaran paling baik terjadi pada musim kemarau karena memberikan peningkatan lebih tinggi dibanding musim hujan. Pemberian nitrogen pada kondisi diairi memberikan peningkatan hasil lebih tinggi daripada tanpa pemberian air. Validasi nilai antara hasil simulasi dengan hasil real menunjukkan bahwa hasil simulasi sudah mendekati nilai hasil kedelai real. Hasil validasi ini menunjukkan bahwa model simulasi dapat digunakan untuk menduga hasil panen kedelai pada bulan lainnya.

Kata kunci: kedelai, model simulasi, iklim, irigasi, unsur hara nitrogen

Pendahuluan

Pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Beberapa faktor lingkungan yang berpengaruh diantaranya ketersediaan air, cahaya, suhu, kelembaban, kecepatan angin, dan unsur hara. Semua faktor tersebut saling berinteraksi sehingga satu faktor akan mempengaruhi faktor lainnya. Interaksi antarfaktor dapat saling mendukung dan saling bertolak belakang. Misalnya penurunan jumlah air tanah menurunkan serapan hara sedangkan penambahan curah hujan mengurangi intensitas cahaya matahari. Penurunan maupun peningkatan ketersediaan faktor lingkungan selama dalam ambang batas normal masih memungkinkan tanaman tumbuh dan berkembang maksimal namun ketika melebihi di atas atau di bawah ambang batas normal menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

Semua pengaruh faktor lingkungan dapat disatukan kedalam suatu model persamaan. Model ini berisi nilai konstanta dan nilai koefisien yang menghitung bagaimana perkiraan pertumbuhan tanaman akan terjadi ketika input kondisi lingkungan berubah. Nilai konstanta dan nilai koefisien pada model diperoleh dari serangkaian penelitian sebelumnya yang menghitung bagaimana pengaruh suatu jenis faktor terhadap pertumbuhan tanaman. Model ini dapat digunakan untuk memprediksi pertumbuhan dan hasil tanaman berdasarkan input faktor lingkungan yang diberikan. Misalnya dengan memasukkan data curah hujan selama satu tahun maka variasi curah

hujan harian tersebut dapat memprediksi pertumbuhan tanaman jika ditanam pada periode tersebut.

Salah satu faktor lingkungan yang pengaruhnya telah banyak dipelajari adalah faktor ketersediaan air. Ketersediaan air secara alami melalui curah hujan dan melalui irigasi sangat berpengaruh pada pertumbuhan dan hasil kedelai. Hasil penelitian menyatakan rendahnya ketersediaan air menyebabkan penurunan pertumbuhan tinggi tanaman, pertumbuhan daun dan hasil kedelai (Li *et al.*, 2013). Penelitian selanjutnya menyebutkan pemberian air pada kondisi musim kemarau dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil kedelai mencapai 35% (Montoya *et al.*, 2017). Penambahan level air kedalam pertanaman kedelai tetap memiliki batas maksimum yang masih memberikan keuntungan secara ekonomis sehingga jumlah level air yang harus ditambahkan perlu diperhitungkan.

Ketersediaan unsur hara nitrogen juga merupakan faktor penting yang telah banyak diteliti pada tanaman kedelai. Pemberian unsur hara nitrogen hingga level tertentu efektif meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. Perbedaan lokasi juga berpengaruh terhadap dosis optimum nitrogen yang diberikan. Perbedaan respon ini disebabkan karena faktor kesuburan, kondisi lahan, dan mungkin juga variasi musim tanamnya. Misalnya dosis optimum yang diberikan pada musim hujan berbeda dengan dosis pada musim kering.

Kabupaten Lampung Selatan, merupakan salah satu daerah sentra pengembangan kedelai. Potensi lahan pengembangan kedelai masih cukup luas karena tersedia banyak lahan perkebunan yang masih belum dimanfaatkan. Luas lahan existing untuk pengembangan kedelai di kabupaten ini mencapai 400an ha dengan produktivitas rata-rata sekitar 1,3 ton/ha. Rendahnya produktivitas ini salah satunya kemungkinan karena petani tidak menjadikan komoditas kedelai sebagai tanaman utama budidaya sehingga waktu tanam hanya ketika lahan tidak digunakan untuk komoditas lain atau karena kondisi iklim yang tidak mendukung untuk tanaman lain sehingga mereka menanam kedelai. Waktu tanam yang kurang tepat menyebabkan produktivitas potensial kedelai tidak dapat tereksresi.

Prediksi waktu tanam yang tepat dapat dilakukan dengan menggabungkan informasi iklim pada tahun tertentu dengan faktor lingkungan yang dapat dimodifikasi. Pengaruh faktor lingkungan seperti curah hujan, panjang penyinaran harian, kecepatan angin, suhu harian, dan kelembaban udara telah diketahui pengaruhnya terhadap tanaman sehingga pengaruh tersebut yang ditunjukkan dengan nilai konstanta dapat menjadi pengontrol pertumbuhan tanaman. Pengaruh

faktor luar yang dapat dimodifikasi seperti penambahan air maupun unsur hara juga dapat dimasukkan sebagai pengendali pertumbuhan dengan memasukkan nilai konstanta pada model. Dengan memasukkan beberapa faktor pengendali pertumbuhan sistem pemodelan dapat memberikan informasi akurat kapan sebaiknya waktu tanam kedelai dilakukan.

Meskipun sistem pemodelan tanaman sudah berkembang dan banyak melaporkan prediksi di beberapa daerah. Prediksi waktu tanam dan perkiraan hasil kedelai berdasarkan kondisi iklim di Lampung Selatan belum dilaporkan. Penelitian ini mensimulasi pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai berdasarkan kondisi iklim Lampung Selatan tahun 2020 dengan penambahan faktor air dan unsur hara nitrogen.

Simulasi waktu tanam dengan pemberian level air dan dosis nitrogen bertujuan untuk memprediksi waktu tanam dengan modifikasi pemberian level air dan dosis nitrogen optimum untuk memperoleh pertumbuhan, perkembangan dan hasil kedelai tertinggi di Lampung Selatan.

Metode

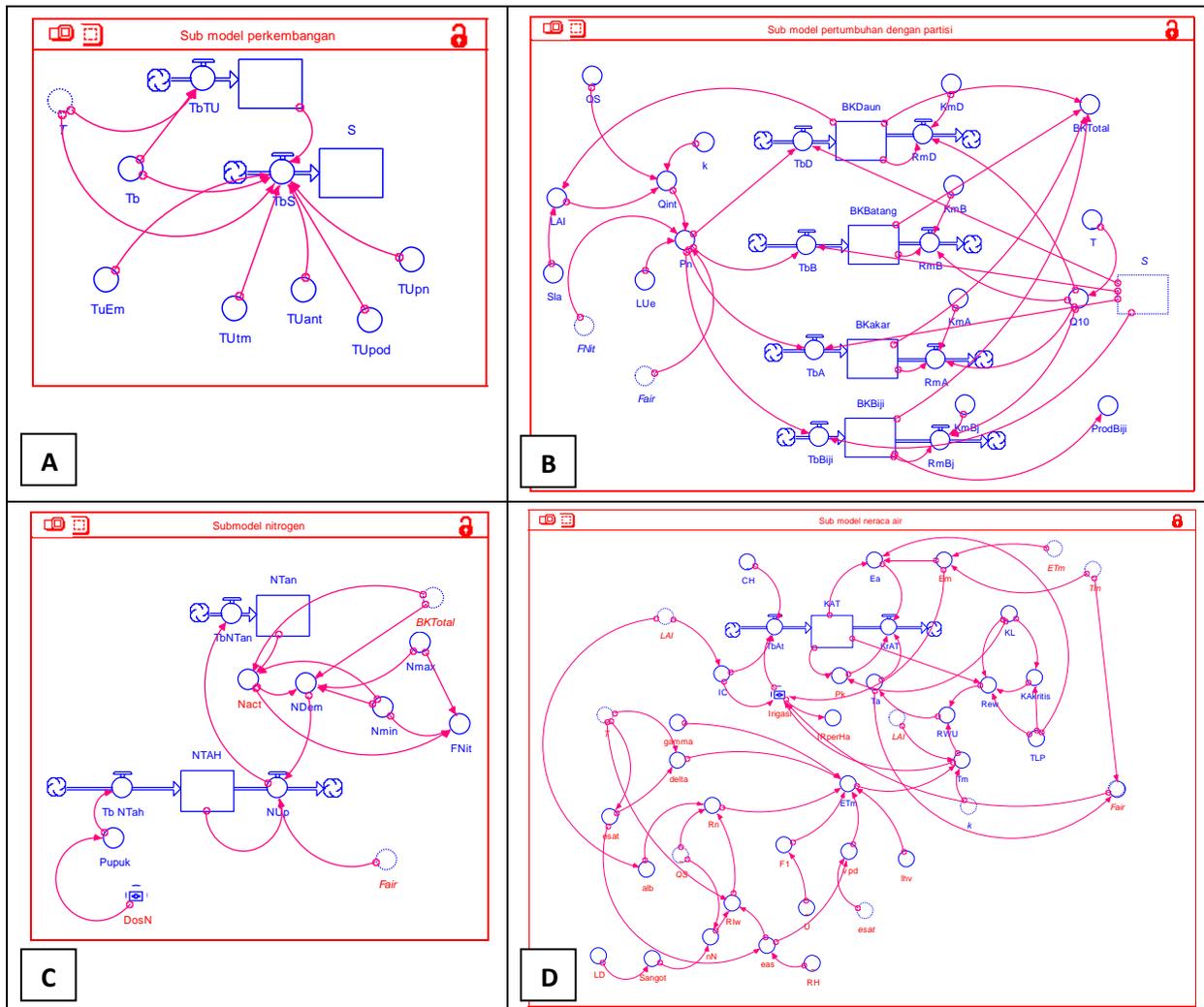
Pemodelan waktu tanam kedelai Lampung Selatan menggunakan data iklim selama tahun 2020. Data iklim diperoleh dengan mengunduh pada website BPS pada salah satu stasiun iklim Lampung Selatan (Stasiun Raden Intan II). Data koefisien pengaruh ketersediaan air dan unsur hara nitrogen pada tanaman kedelai diambil berdasarkan hasil penelitian (Wilkerson *et al.*, 1983; Cabelguenne *et al.*, 1999; Sinclair *et al.* 2003). Pemodelan menggunakan software Stella 9.0.2.

Diagram Alir Sub Model Pertumbuhan dan Perkembangan Kedelai

Sub model perkembangan menggambarkan faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh pada pertumbuhan tanaman. Perkembangan tanaman dipengaruhi oleh suhu dasar yaitu suhu minimal tanaman dapat tumbuh (TbTU), dan akumulasi pertambahan suhu yang diperoleh selama periode pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Akumulasi panas yang diperoleh tanaman dapat dikelompokkan berdasarkan fase pertumbuhan tanaman yaitu selama periode perkecambahan (TuEM), pertumbuhan vegetatif maksimal (TUtm), pembungaan (TUant), pembentukan polong (TUpod), dan periode pengisian biji (TUpn) (Gambar 1).

Sub model pertumbuhan dengan partisi menggambarkan bagaimana pertambahan volume partisi tanaman dipengaruhi oleh banyak faktor dan mempengaruhi faktor lain. Pertambahan volume tiap partisi (BKDaun, BKBatang, BKakar, dan BKBiji) ditentukan oleh volume awal partisi tersebut (TbD, TbB, TbA, dan TbBiji) sedangkan volume partisi awal dikendalikan oleh Fn

dan Stok (S). Nilai Fn dipengaruhi oleh efisiensi penggunaan cahaya (LUe), Ketersediaan air (Fair), ketersediaan nitrogen (FNit), dan Qint. Qint dipengaruhi oleh Konstanta pertumbuhan (k), lama penyinaran (QS), dan indeks luas daun (LAI). Indeks luas daun dipengaruhi oleh luas daun spesifik (Sla) dan bobot kering daun (BKDaun).



Gambar 1. A= Sub model perkembangan tanaman kedelai; B= Sub model pertumbuhan tanaman kedelai dengan partisi; C= Sub model unsur hara nitrogen pada tanaman kedelai; D= Sub model neraca air tanaman kedelai

Semua partisi tanaman menentukan bobot kering total (BKTotal) dan dikurangi oleh respirasi setiap bagian tanaman (RmD, RmB, RmA, dan RmBj) dan nilai respirasi dipengaruhi oleh koefisien partisi (KmD, KmB, KmAkar, dan KmBj) dan peningkatan suhu (Q10). Peningkatan suhu ditentukan oleh suhu dasar (T). Produksi biji yang dihasilkan digambarkan pada prod biji yang ditentukan oleh BKBiji plus kandungan air biji rata-rata ketika dipanen.

Ketersediaan air tanah berkurang dengan adanya evaporasi actual (E_a), perkolasi (P_k), dan air siap terevaporasi (R_{ew}). Nilai E_a dipengaruhi oleh evaporasi maksimum (E_m) dan titik layu permanen TLP. Nilai E_m ditentukan oleh evapotranspirasi maksimum (E_{tm}) dan transpirasi maksimum (T_m). Selanjutnya nilai R_{ew} dipengaruhi oleh kapasitas lapang (KL), kadar air kritis (KAK_{kritis}), dan TLP. Nilai RWU dipengaruhi oleh R_{ew} dan T_m namun mempengaruhi nilai T_a . Nilai T_a mempengaruhi Kr_{At} dan F_{air} sedangkan F_{air} dipengaruhi juga oleh T_m dan mempengaruhi irigasi. Nilai T_m dipengaruhi oleh konstanta (k), E_{tm} , dan LAI namun mempengaruhi nilai irigasi dan RWU. Nilai irigasi juga dipengaruhi oleh IC, E_m dan T_m namun juga mempengaruhi Tb_{At} sedangkan Tb_{At} dipengaruhi juga oleh curah hujan (CH) dan IC sebelum mempengaruhi KAT.

Evapotranspirasi tanaman dipengaruhi oleh lhv , vpd , F_1 , R_n , delta dan gamma. Jumlah vpd ditentukan oleh $esat$ dan eas . Nilai eas ditentukan oleh kelembaban (RH), dan eas tetapi menentukan R_{lw} . Nilai R_{lw} ditentukan oleh nN dan temperature haruan (T) tetapi mempengaruhi nilai (R_n). Nilai R_n juga dipengaruhi oleh lama penyinaran dan alb sebelum menentukan E_{tm} . Disisi lain nilai nN ditentukan oleh Sangot dan LD. Nilai delta dipengaruhi oleh suhu harian (T) dan $esat$.

Sub model input nitrogen terdiri dari dua kelompok utama ketersediaan nitrogen dalam tanah dan pengambilan nitrogen oleh tanaman. Ketersediaan nitrogen dalam tanah ($NTAH$) ditentukan oleh jumlah nitrogen dasar (Tb_{NTah}) yang sudah tersedia dalam tanah dan jumlah yang ditambahkan yang digambarkan dosis kg per satuan luas ($DosN$). Jumlah nitrogen yang diambil dibagi dengan umur tanaman (pupuk). Jumlah nitrogen yang diambil (N_{Up}) selain dipengaruhi oleh ketersediaan dalam tanah juga dipengaruhi oleh ketersediaan air tanah (F_{air}) dan permintaan oleh tanaman (N_{dem}).

Pengambilan nitrogen oleh tanaman dipengaruhi oleh ketersediaan N dalam tanaman (Tb_{NTan}). Jumlah nitrogen yang diambil (N_{Dem}) meningkat ketika ketersediaan dalam tanaman berkurang, bobot kering meningkat (BK_{total}), ketersediaan nitrogen meningkat hingga batas maksimal (N_{max}) atau menurun hingga batas minimal (N_{min}). Jumlah nitrogen yang diambil mempengaruhi ketersediaan nitrogen (N_{fit}).

Hasil dan Pembahasan

Hasil simulasi

Berdasarkan rekapitulasi perbedaan perbedaan waktu tanam dengan penambahan level irigasi dan dosis nitrogen diperoleh informasi bahwa waktu tanam terbaik untuk memperoleh hasil tinggi adalah bulan Januari, April, Juni, Juli dan Agustus. Pada kelima bulan tersebut budidaya kedelai masih memberikan hasil diatas 2000 kg/ha atau 2 ton/ha dengan hasil tertinggi diperoleh pada bulan Juli. Pada bulan Februari, Maret, Mei September Oktober dan Desember masih dapat menanam kedelai namun diperkirakan memiliki hasil per ha di bawah 2 ton atau berkisar antara 1,5-2 ton /ha. Bulan November merupakan bulan paling tidak sesuai untuk menanam kedelai karena diperkirakan memiliki potensi hasil di bawah 1,5 ton (Gambar 2).

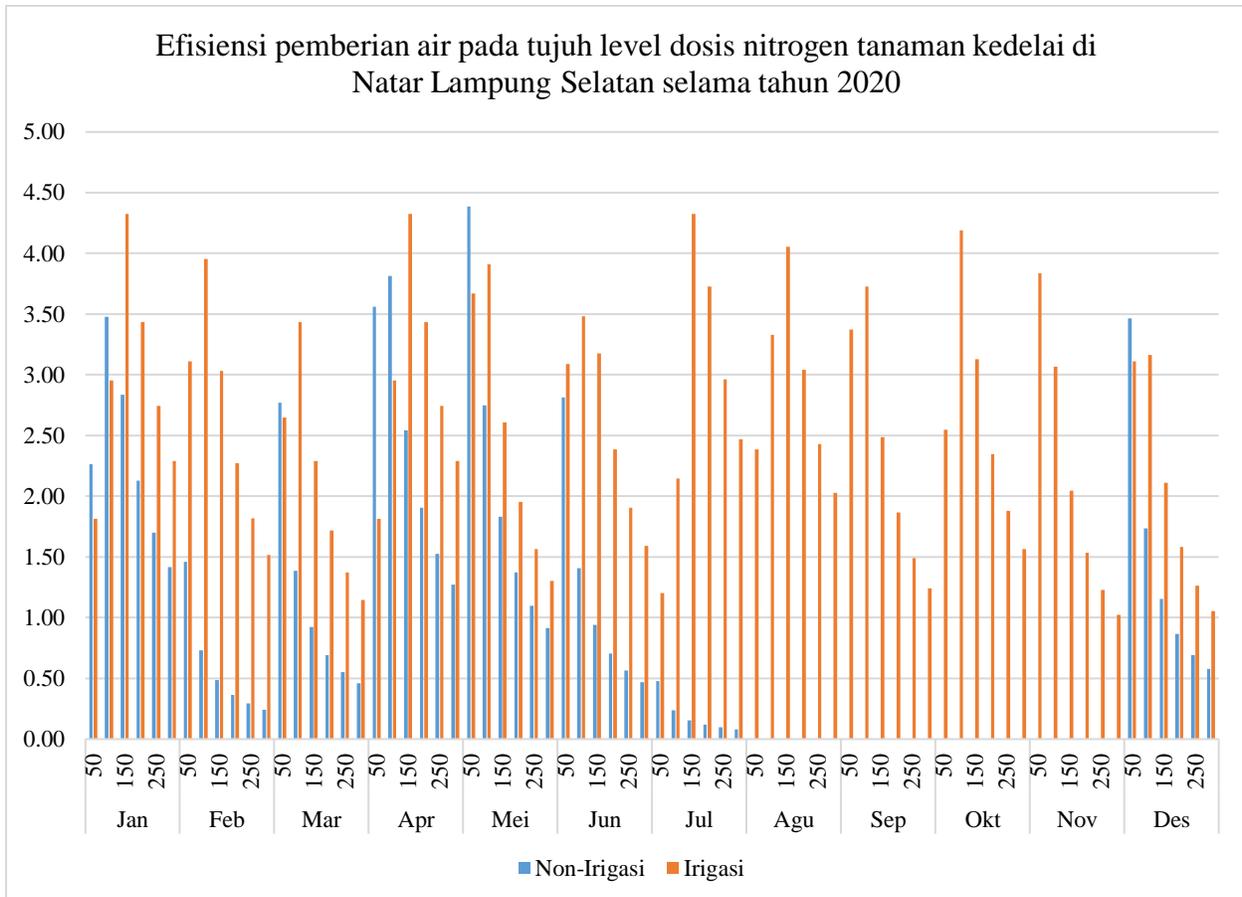
Apabila budidaya kedelai dilakukan tanpa input irigasi, bulan terbaik untuk memperoleh hasil kedelai tertinggi adalah bulan Januari dan bulan April. Pada kedua bulan tersebut hasil kedelai masih di atas 1,5 ton/ha. Bulan Maret, Mei, Juni, dan Desember dapat menjadi alternatif kedua waktu tanam kedelai karena diperkirakan masih dapat memberkan hasil di atas 1 ton/ha. Bulan Juli hingga November merupakan bulan yang tidak direkomendasikan untuk menanam kedelai tanpa irigasi karena pada bulan–bulan tersebut prediksi hasil kedelai sangat rendah bahkan pada bulan September hanya sekitar 300 kg/ha (Gambar 2).

Irigasi memberikan prediksi peningkatan hasil kedelai cukup signifikan. Peningkatan hasil kedelai akibat pemberian irigasi paling tinggi diperoleh pada musim kemarau antara bulan Juli hingga November. Pada bulan-bulan tersebut peningkatan hasil kedelai mencapai lebih dari 50% dibandingkan dengan tanpa irigasi. Pada bulan Desember hingga Mei peningkatan hasil akibat penambahan air irigasi berkisar antara 20% hingga 50%. Efek pemberian air irigasi paling rendah terjadi pada bulan Mei dan desember sedangkan efek pemberian air irigasi paling tinggi diperoleh pada bulan Juli (Gambar 2).

Dosis pupuk nitrogen meningkatkan hasil kedelai baik pada kondisi irigasi maupun tidak namun pengaruh paling tinggi terjadi pada kondisi diairi. Pada kondisi tanpa pengairan, Dosis nitrogen optimum diperoleh pada kisaran 50 – 150 kg/ha. Pengaruh pemberian nitrogen paling tinggi diperoleh pada bulan Januari yang masih meningkatkan hasil hingga 150 kg/ha. Pada bulan bulan lainnya mayoritas antara 50 hingga 100 kg/ha bahkan pada bulan-bulan musim kemarau (Agustus-November) peningkatan dosis nitrogen tidak meningkatkan hasil kedelai (Gambar 2).

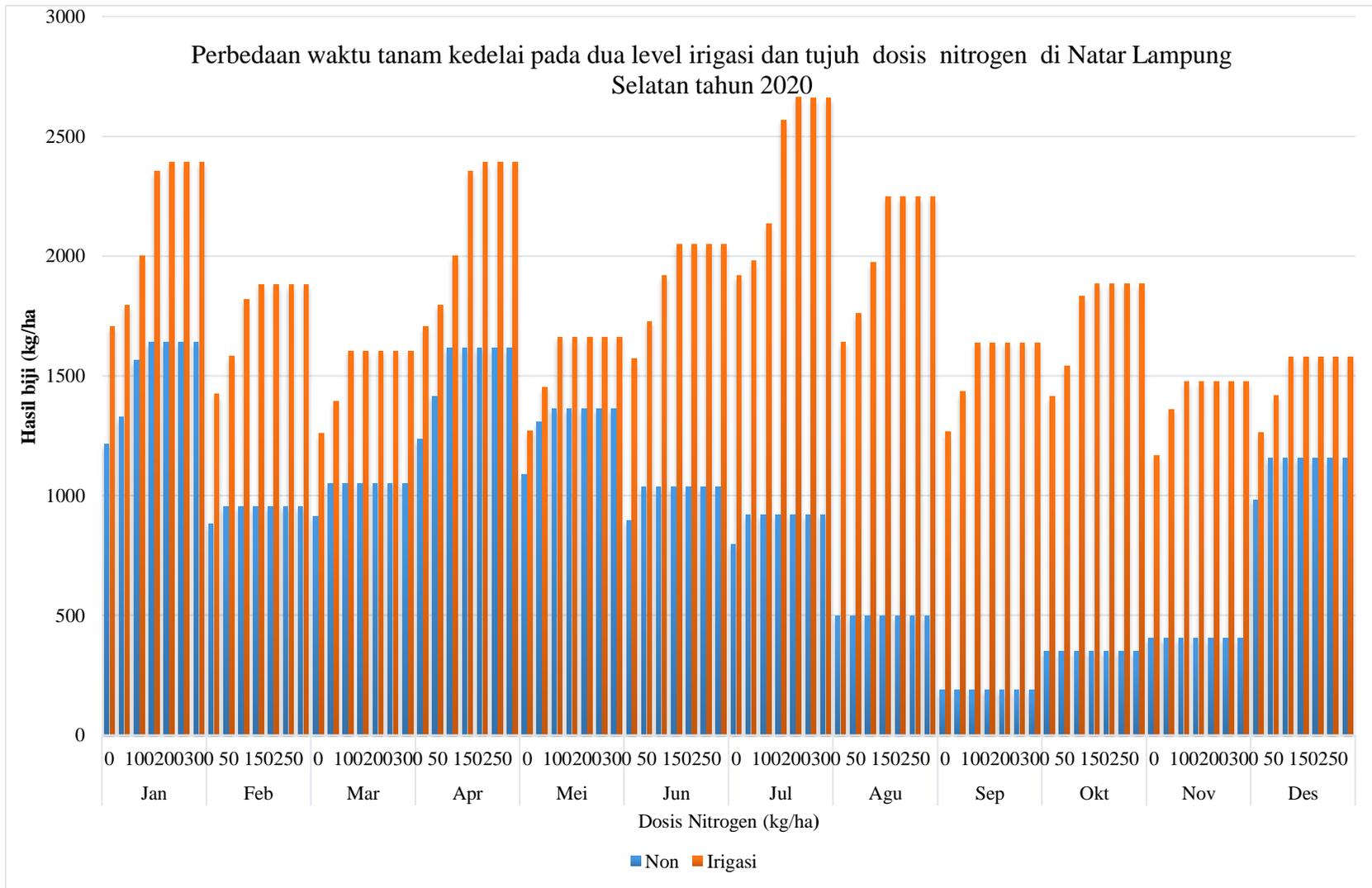
Air irigasi meningkatkan efektifitas peningkatan dosis pupuk nitrogen. Pada kondisi diairi hasil kedelai masih dapat meningkat dengan pemberian nitrogen antara 100 hingga 200 kg/ha sedikit lebih tinggi dibandingkan tanpa irigasi yang meningkatkan maksimum antara 50-150 kg/ha.

Pengaruh maksimum peningkatan dosis nitrogen terjadi pada bulan Juli (mencapai 200 kg/ha) sedangkan pengaruh paling sedikit terjadi pada bulan Maret, Mei, September, dan Desember yang meningkatkan hasil kedelai maksimum pada dosis 100 kg/ha (Gambar 2).



Gambar 3. Efisiensi pemberian air pada tujuh level dosis nitrogen tanaman kedelai di Natar Lampung Selatan 2020

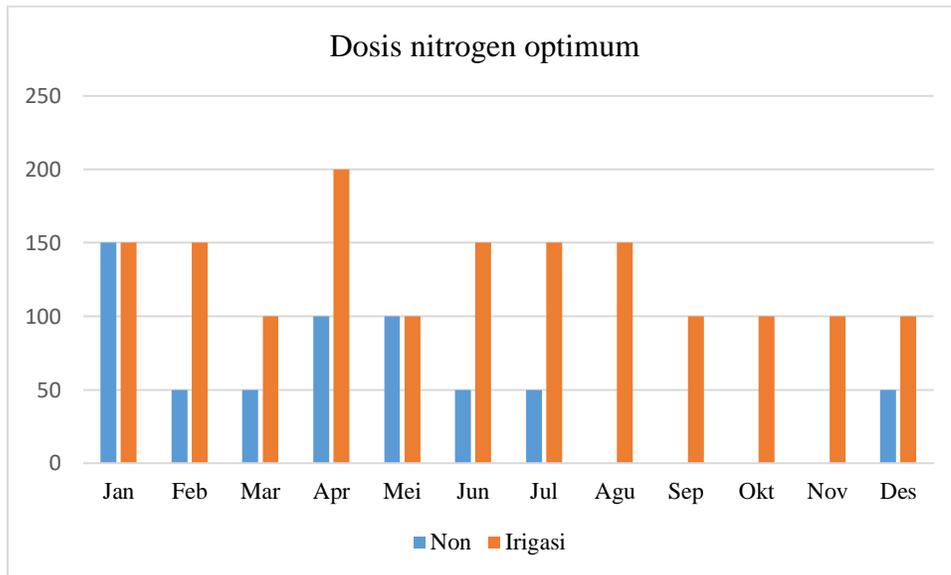
Efisiensi penggunaan air dalam meningkatkan hasil kedelai disajikan pada gambar 20. Pada gambar tersebut terlihat bahwa antara Desember hingga Mei efisiensi penggunaan air tampak lebih rendah dibandingkan dengan antara bulan Juni hingga November. Hal ini menunjukkan bahwa dengan tanpa pemberian air irigasi produksi kedelai pada bulan Desember hingga Mei masih tetap bisa tinggi. Kondisi berbeda terjadi pada bulan Juni hingga November yang menunjukkan bahwa tanpa pemberian air irigasi penambahan pupuk nitrogen memberikan hasil kedelai yang selalu rendah (warna biru pada Gambar 3). Sebaliknya dengan pemberian air irigasi peningkatan dosis pupuk nitrogen memberikan hasil kedelai semakin tinggi hingga dosis tertentu.



Gambar 2. Rekapitulasi Simulasi hasil kedelai waktu tanam setiap bulan pada dua level irigasi dan tujuh level nitrogen di Natar Lampung Selatan 2020

Peningkatan dosis kemudian memberikan peningkatan hasil semakin menurun yang ditunjukkan grafik semakin menurun dengan peningkatan dosis nitrogen (Gambar 3).

Lama penyinaran mingguan selama tahun 2020 di Natar Lampung Selatan menunjukkan dua kelompok besar. Lama penyinaran tinggi terjadi pada bulan Agustus-November dan antara Februari – Maret sedangkan lama penyinaran lebih pendek terjadi pada bulan Desember Januari Maret Mei Juni. Lama penyinaran berhubungan erat dengan Curah hujan. Pada curah hujan rendah umumnya memiliki penyinaran lebih lama (Gambar 3).

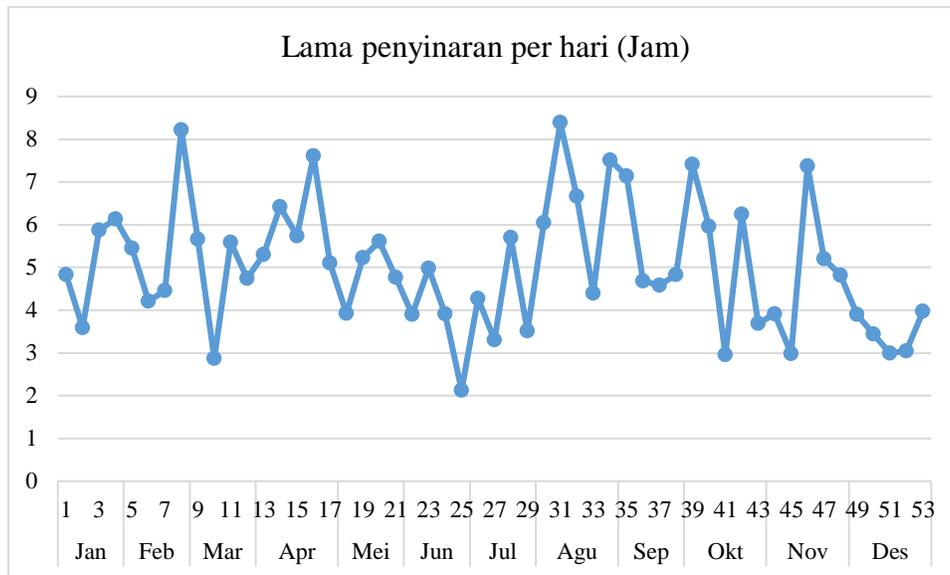


Gambar 4. Dosis nitrogen optimum untuk memperoleh hasil biji kedelai tertinggi di Natar Lampung Selatan 2020

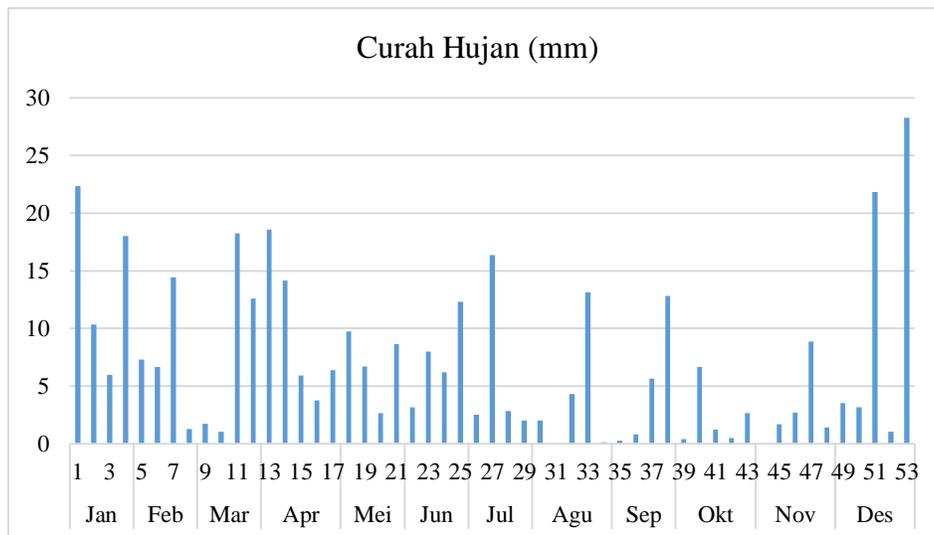
Dosis nitrogen optimum untuk pertumbuhan dan hasil kedelai bervariasi antar waktu tanam dan level irigasi selama tahun 2020. Pada kondisi tanpa pengairan dosis optimum berkisar antara 0 hingga 150 kg/ha sedangkan pada kondisi diairi dosis optimum dapat mencapai 200 kg/ha. Kondisi tanpa pengairan dan ketersediaan air tanah rendah (Juli-November) mengakibatkan aplikasi nitrogen tidak meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman sehingga dengan atau tanpa nitrogen tanaman memiliki hasil yang sama-sama rendah. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian air efektif meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk nitrogen (Gambar 4).

Jumlah curah hujan mingguan selama tahun 2020 menunjukkan variasi cukup tinggi. Secara umum antara Desember hingga April (kecuali di antara Februari-Maret) terdapat curah hujan lebih tinggi dibandingkan Juli hingga November. Curah hujan paling tinggi diperoleh pada akhir

desember dan bulan januari sedangkan curah hujan terendah terjadi pada bulan antara Agustus September.



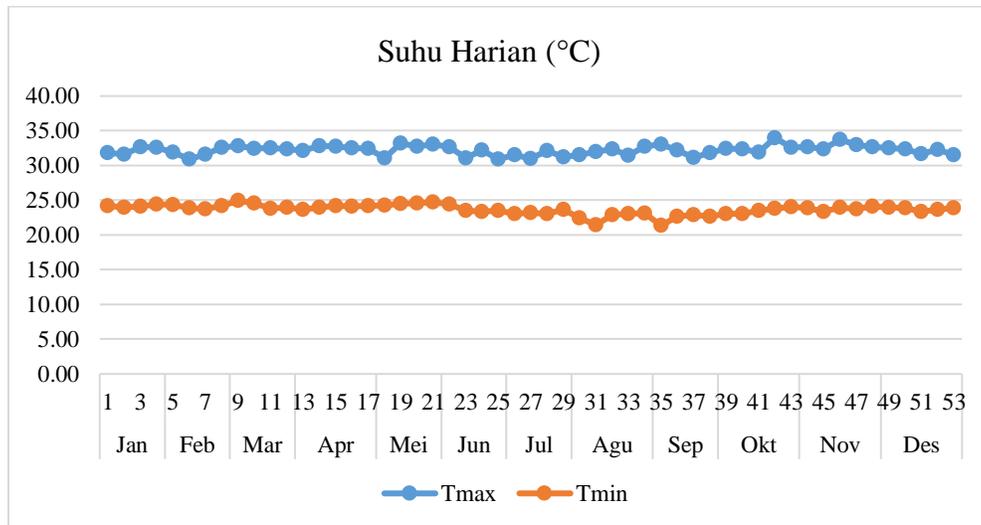
Gambar 5. Lama penyinaran harian di Natar Lampung Selatan 2020



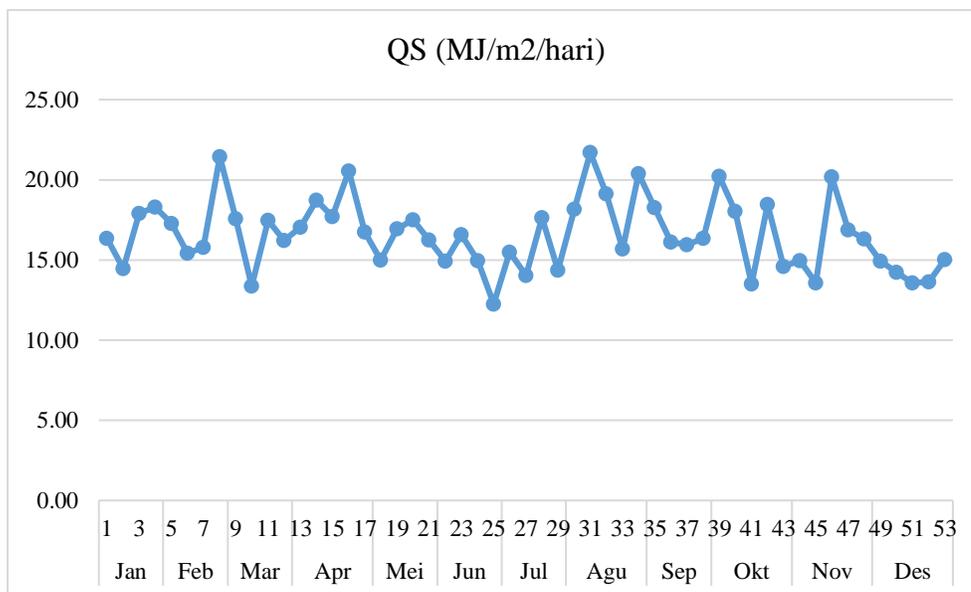
Gambar 6. Curah hujan mingguan di Natar Lampung Selatan 2020

Suhu harian memiliki variasi yang relatif sempit. Suhu maksimum tertinggi diperoleh pada bulan Oktober yang mendekati 35°C suhu maksimum terendah diperoleh pada bulan Mei yaitu tercatat 30°C. Suhu minimum tertinggi dihasilkan pada sekitar bulan Maret sedangkan suhu minimum terendah diperoleh pada bulan Agustus yang mendekati 20°C. Secara Umum suhu

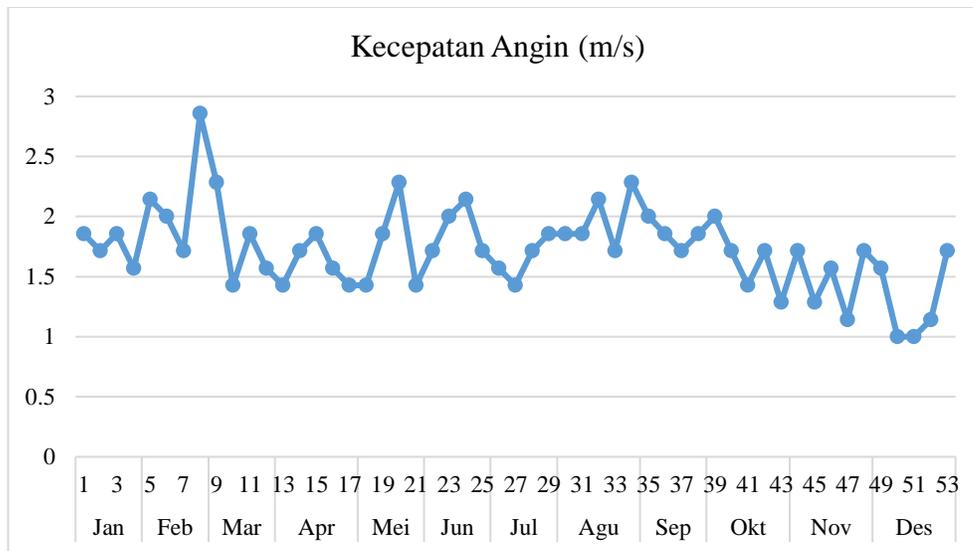
minimum berada pada kisaran 20-25 °C sedangkan suhu maksimum antara 30-35 °C. Variasi suhu yang lebih lebar tampak terjadi pada musim kemarau. Pada musim kemarau antara Juli November rentang antara suhu minimum dan suhu maksimum relatif lebih lebar dibandingkan pada bulan musim hujan. Misalnya suhu minimum terendah terjadi pada bulan Juli dan suhu maksimum tertinggi diperoleh pada bulan Oktober. Suhu harian tampak berkorelasi dengan lama penyinaran. Pada durasi penyinaran lebih tinggi menghasilkan suhu maksimum harian lebih tinggi.



Gambar 7. Suhu harian di Natar Lampung Selatan 2020



Gambar 8. Jumlah panas harian di Natar Lampung Selatan 2020



Gambar 9. Kecepatan angin mingguan di Natar Lampung Selatan 2020

Jumlah panas harian yang diperoleh dari periode penyinaran menunjukkan nilai bervariasi namun tetap tampak berkorelasi dengan panjang penyinaran. Pada bulan Agustus hingga November dan bulan Februari jumlah panas yang diperoleh sangat tinggi. Sedangkan pada bulan basah (Desember Januari, Mei, Juni) jumlah panas yang dihasilkan relatif lebih sedikit.

Kecepatan angin bervariasi selama tahun 2020. Variasi kecepatan angin paling lebar terjadi pada bulan antara Februari hingga April. Kecepatan angin relatif stabil Juni hingga September. Pada bulan basah seperti Desember dan Januari memiliki kecepatan angin relatif rendah.

Pembahasan

Faktor lingkungan menunjukkan pengaruh besar terhadap hasil kedelai. Pada musim kemarau atau pada kondisi curah hujan rendah, simulasi hasil tanaman kedelai menunjukkan hasil yang rendah. Sebaliknya pada kondisi curah hujan cukup tinggi tanaman mampu memberikan hasil biji kedelai lebih tinggi. Namun demikian ketika curah hujan terlalu tinggi juga menghasilkan biji kedelai relatif lebih rendah. Fakta ini menunjukkan bahwa beberapa faktor lingkungan saling berinteraksi mempengaruhi pertumbuhan tanaman kedelai. Jika curah hujan dan penyinaran tersedia lebih optimal tanaman akan lebih baik dibandingkan dengan ketika tanaman memperoleh sinar berlebih namun kekurangan air. Begitu juga sebaliknya ketika ketersediaan air melimpah dan panjang hari rendah maka tanaman tetap memberikan hasil yang rendah. Hasil penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa faktor lingkungan seperti panjang hari dan jumlah curah hujan berpengaruh pada lama pembungaan dan hasil tanaman kedelai (Jiang *et al.* 2011).

Pemberian irigasi efektif meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai ketika curah hujan dan ketersediaan air tanah rendah. Hal ini disebabkan karena pada saat yang sama panjang penyinaran harian relatif lama dan stabil. Kondisi tersebut menyebabkan tanaman dapat memaksimalkan penyerapan air untuk meningkatkan laju fotosintesis dan proses metabolisme lainnya. Peningkatan aktivitas metabolisme yang meningkatkan fotosintesis menyebabkan peningkatan pertumbuhan ukuran tanaman baik vegetatif maupun generatifnya. Akhirnya tanaman menghasilkan pertumbuhan dan hasil maksimal (Montoya *et al.* 2017).

Pada kondisi curah hujan tinggi pemberian air irigasi tidak efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hal ini disebabkan karena ketersediaan cahaya atau lama penyinaran serta jumlah panas yang diperoleh tanaman lebih sedikit. Sedikitnya jumlah panas dan penyinaran yang diterima tanaman menyebabkan laju fotosintesis menurun dan kemudian pertumbuhan dan hasil tanaman menjadi rendah atau menurun (Sundari dan Taufiq 2012; Syach *et al.* 2019).

Aplikasi pupuk nitrogen menghasilkan efektivitas berbeda-beda. Pada kondisi ketersediaan air tanah rendah, pemberian nitrogen tidak meningkatkan pertumbuhan tanaman atau meningkatkan namun dalam jumlah yang rendah. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas nitrogen meningkat ketika jumlah air dalam tanah cukup tersedia. Air dibutuhkan untuk mengangkut unsur hara dari dalam tanah dan juga untuk material proses fotosintesis. Ketika air dan nitrogen tersedia dalam jumlah yang cukup, tanaman dapat melakukan aktivitas fotosintesis lebih maksimal. Namun ketika hanya salah satu unsur yang tersedia maka laju pertumbuhan akan melambat (Basal dan Szabó 2020; Puja Santana *et al.* 2020).

Validasi model

Musim tanam kedelai di wilayah Lampung selatan umumnya dilakukan pada musim kemarau setelah tanam padi. Petani menanam antara bulan Maret hingga Juli meskipun ada juga yang menanam di bulan September. Wilayah pengembangan kedelai selalu berubah setiap tahun. Jika di suatu wilayah pada tahun tertentu dikembangkan tanaman kedelai maka pada tahun berikutnya mungkin tidak dikembangkan tanaman kedelai hal ini disesuaikan dengan kondisi iklim di wilayah tersebut. Kondisi ini menyebabkan ketersediaan data rutin tahunan pada suatu wilayah dapat berubah setiap waktu atau tahun. Misalnya di kecamatan Natar Lampung selatan pada tahun 2018 diperoleh data produktivitas kedelai namun pada tahun 2020 data produktivitas tersebut tidak tersedia namun di kecamatan lain tersedia.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil kedelai real di Lampung Selatan

Waktu tanam	Lokasi	Umur panen	Hasil biji ton/ha	Sumber
Feb – Mei 2013	Natar	88 hst	1,33	(Kuswantoro <i>et al.</i> 2017)
April – Juli 2018	Natar		1,30	(Kalbuadi <i>et al.</i> 2020)
Sept 2014 - Jan 2015	Natar	89 hst		(Tri Atmaja <i>et al.</i> 2018)
Maret – Juni 2010	Natar		1,1	(Patriyawaty <i>et al.</i> 2012)
Sept – Des 2019	Natar		1,3 – 2,1	(Slameto <i>et al.</i> 2021)
Maret – Juni 2012	Natar	84 hst	2,08	(Khotimah 2013)
Maret – Juni 2017	Natar		1,37	(BPS 2018)
	Tanjung Bintang		1,25	(BPS 2018)
	Tanjung Sari		1,43	(BPS 2018)
	Katibung		1,43	(BPS 2018)
	Merbau		1,34	(BPS 2018)
	Mataram			
	Way Sulan		1,32	(BPS 2018)
	Sidomulyo		1,34	(BPS 2018)
	Candipuro		1,34	(BPS 2018)
	Way Panji		1,38	(BPS 2018)
	Kalianda		1,34	(BPS 2018)
	Rajabasa		1,39	(BPS 2018)
	Palas		1,27	(BPS 2018)
	Sragi		1,36	(BPS 2018)
	Penengahan		1,25	(BPS 2018)
	Ketapang		1,23	(BPS 2018)
	Bakauheni		1,25	(BPS 2018)
Maret – Juni 2019	Tanjung Bintang		1,33	(BPS 2020)

Berdasarkan Tabel 2 dapat diperoleh informasi bahwa waktu tanam kedelai di Natar Lampung selatan umumnya dilakukan pada bulan Maret atau MK-1 dengan variasi hasil antara 1,1 hingga 2,1 ton per ha dengan kejadian hasil paling banyak 1,3 ton per ha. Di sisi lain hasil simulasi kedelai berdasarkan data iklim tahun 2020 menunjukkan bahwa hasil kedelai pada waktu tanam bulan maret tanpa irigasi dan dengan irigasi berturut-turut sebesar 1,05 dan 1,39 ton per ha. Berdasarkan data simulasi tanpa irigasi maka nilai simulasi lebih kecil dari hasil rata-rata real yang terjadi di Natar Lampung selatan meskipun bukan pada waktu yang setara yaitu tahun 2020. Jika

dibandingkan dengan kondisi diairi maka hasil simulasi mendekati hasil real kedelai di lokasi tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa hasil simulasi sudah mendekati hasil real di lapangan. Adanya hasil real lebih tinggi dibandingkan hasil simulasi pada kondisi tanpa pengairan mungkin disebabkan karena pada kondisi pertanaman real di tahun tersebut tanaman memperoleh cukup air sehingga bisa memaksimalkan potensi hasilnya. Hal ini bisa dibandingkan antara hasil real dengan kondisi simulasi dengan penambahan air ternyata memberikan hasil relatif setara.

Umur panen real dengan umur panen tampak memiliki nilai validitas yang cukup jauh. Hasil simulasi menunjukkan bahwa umur panen kedelai berkisar antara 68 – 74 hst sedangkan hasil real antara 84 -88 hst atau hampir 13 hari lebih cepat dari umur panen real. Adanya perbedaan ini mungkin disebabkan karena terdapat perbedaan curah hujan atau panjang hari yang berbeda antara tahun 2020 dengan tahun penelitian lainnya. Selain itu kemungkinan lain yang memberikan hasil berbeda karena pada umumnya waktu panen kedelai dilakukan menunggu polong kering maksimal atau daun sudah rontok semua sehingga terkadang waktu panen menjadi lebih lambat.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diperoleh kesimpulan bahwa perbedaan waktu tanam, pemberian air dan dosis nitrogen sangat berpengaruh pada pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. Pada kondisi tanpa diberi pengairan, hasil tanaman kedelai lebih tinggi pada musim hujan daripada musim kemarau. Dengan adanya penambahan air irigasi, hasil tanaman kedelai dapat lebih tinggi dibandingkan musim hujan. Efisiensi penyinaran paling baik terjadi pada musim kemarau karena memberikan peningkatan lebih tinggi dibanding musim hujan. Pemberian nitrogen pada kondisi diairi memberikan peningkatan hasil lebih tinggi daripada tanpa pemberian air. Validasi nilai antara hasil simulasi dengan hasil real menunjukkan bahwa hasil simulasi sudah mendekati nilai hasil kedelai real. Hasil validasi ini menunjukkan bahwa model simulasi dapat digunakan untuk menduga hasil panen kedelai pada bulan lainnya.

Daftar Pustaka

Basal O, Szabó A. 2020. The combined effect of drought stress and nitrogen fertilization on soybean. *Agronomy*. 10(3). doi:10.3390/agronomy10030384.

BPS. 2018. Kabupaten Lampung Selatan Dalam Angka.

BPS. 2020. Kabupaten Lampung Selatan Dalam Angka.

- Cabelguenne M, Debaeke P, Bouniols A. 1999. EPICphase, a version of the EPIC model simulating the effects of water and nitrogen stress on biomass and yield, taking account of developmental stages: Validation on maize, sunflower, sorghum, soybean and winter wheat. *Agric Syst.* 60(3):175–196. doi:10.1016/S0308-521X(99)00027-X.
- Jiang Y, Wu C, Zhang L, Hu P, Hou W, Zu W, Han T. 2011. Long-day effects on the terminal inflorescence development of a photoperiod-sensitive soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] variety. *Plant Sci.* 180(3):504–510. doi:10.1016/j.plantsci.2010.11.006.
- Kalbuadi DN, Santi LP, Goenadi DH, Barus J, Dariah A. 2020. Peningkatan Produksi Kedelai Hitam dan Efisiensi Penggunaan Air dengan Aplikasi Bio-Nano Ortho-Silicic-Acid pada Lahan Kering Masam di Lampung. *J Trop Upl Resour.* 02(01):16–23.
- Khotimah K. 2013. Uji Daya Hasil Galur – Galur Mutan Kedelai (*Glycine Max* (L .) Merr .) Hasil Iradiasi Sinar Gamma Di Tanah Masam , Lampung. *Skripsi.*, siap terbit.
- Kuswanto H, S, Supeno DA. 2017. Keragaan Agronomi Galur-galur Kedelai Potensial pada Dua Agroekologi Lahan Kering Masam. *J Agron Indones (Indonesian J Agron.* 45(1):23–29. doi:10.24831/jai.v45i1.13685.
- Li D, Liu H, Qiao Y, Wang Y, Cai Z, Dong B, Shi C, Liu Y, Li X, Liu M. 2013. Effects of elevated CO₂ on the growth, seed yield, and water use efficiency of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) under drought stress. *Agric Water Manag.* 129:105–112. doi:10.1016/j.agwat.2013.07.014.
- Montoya F, García C, Pintos F, Otero A. 2017. Effects of irrigation regime on the growth and yield of irrigated soybean in temperate humid climatic conditions. *Agric Water Manag.* 193:30–45. doi:10.1016/j.agwat.2017.08.001.
- Patriyawaty NR, Kuswanto H, Indriani FC, Supeno A. 2012. Daya hasil galur-galur kedelai toleran lahan kering masam di lampung selatan. *Pros Semin Has Penelit Tanam Aneka Kacang dan Umbi.* Bps 2009:105–109.
- Puja Santana F, Ghulamahdi M, Lubis I. 2020. Respons Pertumbuhan, Fisiologi, dan Produksi Kedelai terhadap Pemberian Pupuk Nitrogen dengan Dosis dan Waktu yang Berbeda. *J Ilmu Pertan Indones.* 26(1):24–31. doi:10.18343/jipi.26.1.24.
- Sinclair TR, Farias JR, Neumaier N, Nepomuceno AL. 2003. Modeling nitrogen accumulation and use by soybean. *F Crop Res.* 81(2–3):149–158. doi:10.1016/S0378-4290(02)00221-6.
- Slameto, Meidaliyantisyah, Lasmono A, Wibawa W. 2021. Yield of Soybean and Corn Intercropping Farming in Rainfed Lowland in Central Lampung, Lampung Province. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 715(1). doi:10.1088/1755-1315/715/1/012036.
- Sundari T, Taufiq A. 2012. Respons Tanaman Kedelai Terhadap Lingkungan Tumbuh. *Bul Palawija.* 26(23):13–26.

- Syach AM, Nurhayati N, Assabiqi FA, Natasha F, Taufikurahman T, Astutiningsih NT. 2019. Model Pengaruh Cahaya terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine max* L .). *Repos Tugas Akhir SITH-ITB*. 1(1):1–9.
- Tri Atmaja PA, Afandi A, Afrianti NA, Wiharso D. 2018. Pengaruh aplikasi irigasi awal terhadap hasil produksi dua varietas kedelai (*Glycine max*) pada tanah ultisol di kebun percobaan BPTP Lampung Selatan. *J Agrotek Trop*. 6(3):175–180. doi:10.23960/jat.v6i3.2926.
- Wilkerson GG, Jones JW, Boote KJ, Ingram KT, Mishoe JW. 1983. Modeling Soybean Growth for Crop Management. *Trans Am Soc Agric Eng*. 26(1):63–73. doi:10.13031/2013.33877.