

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan komoditas pertanian yang dimanfaatkan sebagai bahan pangan utama masyarakat Indonesia. Kebutuhan padi di Indonesia terus meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, namun hal ini berbanding terbalik dengan padi yang dihasilkan oleh petani. Produksi padi nasional tahun 2010 sebesar 66,469,394 ton, tahun 2011 sebesar 65,756,904 ton, tahun 2012 sebesar 69,056,126 ton dan tahun 2013 meningkat menjadi 71,279,709 ton. Pada tahun 2014 mengalami penurunan menjadi 70,846,465 ton tetapi pada tahun 2015 mengalami kenaikan yang cukup tinggi menjadi 75,397,841 ton (BPS, 2017).

Produksi padi di Provinsi Sumatera Utara pada tahun 2019 sebesar 2.078,90 ribu ton GKG atau mengalami penurunan sebanyak 29,38 ribu ton atau turun sebesar 1,39 persen dibandingkan tahun 2018. Sedangkan pada Tahun 2021 jumlah produksi padi di Provinsi Sumatera Utara mencapai 2.004.142,51 ton dan pada tahun 2022 mengalami peningkatan sebanyak 2.131.672,38 ton (BPS, 2022). Produksi padi pada 2023 diperkirakan sebesar 2,08 juta ton GKG, mengalami penurunan sebanyak 7,92 ribu ton GKG atau 0,38 persen dibandingkan produksi padi di 2022 yang sebesar 2,13 juta ton GKG. Selain itu jumlah produksi beras pada 2023 untuk konsumsi pangan penduduk diperkirakan sekitar 1,19 juta ton dan mengalami penurunan sebanyak 4,54 ribu ton atau 0,38 persen dibandingkan produksi beras di 2022 yang sebesar 1,20 juta ton (BPS, 2023).

Perubahan iklim merupakan salah satu isu paling mendesak di seluruh dunia termasuk di Sumatera Utara sebagai salah satu sentra produksi padi. Pada tahun

2023, Sumatera Utara menempati peringkat keempat sebagai provinsi penghasil padi terbesar di Indonesia dengan total produksi mencapai 4,4 juta ton (Nurhayati *et al.*, 2022). Namun selama sepuluh tahun terakhir terjadi penurunan produksi akibat perubahan iklim. Perubahan iklim mengacu pada perubahan jangka panjang pola cuaca ekstrem, yaitu Curah hujan yang sangat tinggi atau sangat rendah dan Suhu yang sangat tinggi (T. Kizildeniz *et al.*, 2018)

Padi sawah merupakan tanaman pangan yang paling banyak diproduksi di Kabupaten Labuhanbatu Utara pada tahun 2019 dengan jumlah produksi mencapai 216.154,57 ton dari luas lahan sebesar 39.798,9Ha dan tingkat produktivitas sebanyak 5,43 Ton/Ha. Kemudian ada tanaman Padi Ladang dengan jumlah produksi mencapai 11.120,73 Ton dari luas lahan hanya 2.975 Ha sehingga memiliki tingkat produktivitas tertinggi sebesar 3,74 Ton/Ha (Laila, 2020). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik jumlah produktivitas padi di Kabupaten Labuhanbatu Utara dari tahun 2019 sampai 2023 terus mengalami fluktuasi.

Menurut (Saragih, *et al.* 2014), keberhasilan peningkatan produksi padi lebih banyak disumbangkan oleh peningkatan produktivitas dibandingkan dengan peningkatan luas panen. Pada periode tahun 1971–2006 peningkatan produktivitas memberikan kontribusi sekitar 56,1%, sedangkan peningkatan luas panen dan interaksi keduanya memberikan kontribusi masing-masing 26,3% dan 17,5% terhadap peningkatan produksi padi. Permasalahan yang mempengaruhi tingkat produksi tanaman adalah iklim yang saat ini tidak beraturan. Produksi padi yang dihasilkan oleh petani mengalami fluktuasi. Salah satu penyebab dari ketidak

stabilan produksi padi nasional ialah isu perubahan iklim akibat adanya pemanasan global.

Pemanasan global menyebabkan peningkatan intensitas kejadian iklim ekstrim El-Nino dan La-Nina dan ketidakteraturan musim. Siklus El Nino dan La Nina pada 30 sampai 60 Tahun yang lalu terjadi 5 sampai 7 tahun sekali, saat ini dalam 5 tahun terakhir berubah menjadi 2 sampai 3 tahun sekali (Subagyo, *et al*, 2014). Informasi perkembangan fenomena El Nino sangat penting untuk diketahui oleh para petani dan nelayan (Hidayati dan Suryanto 2015). Hal ini disebabkan oleh El Nino dapat memicu terjadinya bencana kekeringan dan berkurangnya sumber pasokan tangkapan laut di beberapa daerah yang terdampak, sedangkan La Nina bisa berdampak pada banjir dan tanah longsor. Dampak yang terjadi karena adanya fenomena El-Nino dan La-Nina yaitu kegagalan panen serta menurunnya Indek Panen (IP), kerusakan sumber daya pertanian seperti meningkatnya serangan OPT (Las et al., 2008).

Perubahan iklim (climate change) merupakan hal yang tidak dapat dihindari akibat pemanasan global (global warming) dan diyakini akan berdampak luas terhadap berbagai aspek kehidupan, termasuk sektor pertanian. Perubahan pola curah hujan, peningkatan frekuensi kejadian iklim ekstrem, serta kenaikan suhu udara dan permukaan air laut merupakan dampak serius dari perubahan iklim yang dihadapi Indonesia (Surmaini, et al, 2015).

Informasi kesesuaian iklim sangat diperlukan dalam rangka perencanaan alokasi penggunaan lahan, perluasan areal tanam dan rekomendasi pola tanam serta pengaturan jadwal tanam yang baik. Untuk memperoleh produksi padi yang optimal, maka perlu dilakukan pemilihan lokasi dan penentuan jadwal tanam yang

sesuai. pengaturan pola tanam terkait dengan kebutuhan air dan pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) yang sangat bergantung pada curah hujan, suhu udara, kelembaban dan penyinaran matahari sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman sehingga dapat menghasilkan produksi yang optimal.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Untuk melihat pengaruh perubahan iklim terhadap produksi tanaman padi di Kecamatan Secanggang, Kabupaten Langkat.
2. Untuk melihat serta mengamati serangan penyakit serta dampaknya terhadap produksi tanaman tanaman padi di Kecamatan Secanggang, Kabupaten Langkat dan hubungannya dengan iklim.

1.3 Hipotesis Penelitian

1. Diduga ada pengaruh perubahan iklim terhadap produksi tanaman padi di Kecamatan Secanggang, Kabupaten Langkat.
2. Diduga ada pengaruh serangan penyakit terhadap produksi tanaman padi di Kecamatan Secanggang, Kabupaten Langkat dan hubungannya dengan iklim.
3. Diduga ada pengaruh konsep *green technology* terhadap optimalisasi sarana tanaman padi di Kecamatan Secanggang, Kabupaten Langkat dan hubungannya dengan iklim.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Sebagai informasi kepada masyarakat Kecamatan Secanggang, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara tentang adanya perubahan iklim terhadap produksi tanaman padi serta konsep *green technology* terhadap optimalisasi sarana.

2. Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana S2 di Fakultas Pertanian Universitas Islam Sumatera Utara, Medan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Tanaman Padi

Klasifikasi botani tanaman padi menurut USDA (2018) adalah sebagai berikut:

| | |
|-------------|--------------------------|
| Kingdom | : Plantae |
| Sub kingdom | : Tracheobionta |
| Division | : Magnoliophyta |
| Class | : Liliopsida |
| Subclass | : Commelinidae |
| Ordo | : Cyperales |
| Family | : Gramineae |
| Genus | : <i>Oryza</i> L. |
| Species | : <i>Oryza sativa</i> L. |

Terdapat 25 spesies *Oryza* yang ditanam di Indonesia, yang dikenal adalah *Oryza sativa* dengan dua subspecies yaitu *Indica* (padi bulu) dan *Sinica* (padi cere). Padi dibedakan dalam dua tipe yaitu padi lahan kering (gogo) yang ditanam di dataran tinggi dan padi sawah di dataran rendah yang memerlukan penggenangan. Padi sawah biasanya ditanam di daerah dataran rendah yang memerlukan penggenangan, sedangkan padi gogo ditanam di dataran tinggi pada lahan kering. Tidak terdapat perbedaan morfologis dan biologis antara padi sawah dan padi gogo, yang membedakan hanyalah tempat tumbuhnya (Norsalis, 2011).

2.2 Morfologi Tanaman Padi

Tanaman padi terdiri dari dua bagian utama yaitu, bagian vegetative (fase pertumbuhan) dan bagian generatif (fase produktif). Bagian vegetatif tanaman

padi antara lain daun, batang, dan akar, sedangkan bagian generatif tanaman padi meliputi bunga, malai dan gabah (Purwono dan Purnawati, 2007).

2.2.1 Akar

Padi merupakan tanaman semusim dengan sistem perakaran serabut. Terdapat dua macam perakaran padi yaitu akar seminal yang tumbuh dari radikula (akar primer) pada saat berkecambah, dan akar adventif (akar sekunder) yang bercabang dan tumbuh dari buku batang muda bagian bawah. Radikula (akar primer) yaitu akar yang tumbuh pada saat benih berkecambah. Apabila pada akar primer terganggu, maka akar seminal akan tumbuh dengan cepat. Akar-akar seminal akan digantikan oleh akar-akar sekunder (akar adventif) yang tumbuh dari 7 batang bagian bawah. Bagian akar yang telah dewasa dan telah mengalami perkembangan berwarna coklat, sedangkan akar yang masih muda berwarna putih. Perakaran yang dalam dan tebal, sehat, mencengkeram tanah lebih luas serta kuat menahan kerebahan memungkinkan penyerapan air dan hara lebih efisien terutama pada saat pengisian gabah. Akar tanaman padi berfungsi menyerap air dan zat makanan dari dalam tanah yang kemudian diangkut ke bagian atas tanaman (Fitri, 2009).

Akar padi tidak memiliki pertumbuhan sekunder sehingga tidak banyak mengalami perubahan. Akar tanaman padi berfungsi untuk menopang batang, menyerap unsur hara dan air, serta untuk pemapasan. Ketahanan akar padi gogo mencapai 17 kali lebih besar dari pada padi sawah keterbatasan air yang diserap mempengaruhi pembelahan sel, pertumbuhan dan hasil (Suardi, 2002).

2.2.2 Batang

Tanaman padi memiliki batang cylendris, agar pipih atau bersegi, berlubang atau massif, pada buku selalu massif dan sering membesar, berbentuk herba. Batang dan pelepah daun tidak berambut. Tinggi tanaman padi liar dapat mencapai ukuran melebihi orang dewasa, yaitu sekitar 200 cm, tetapi varietas padi yang di budidayakan secara intensif sudah jauh lebih rendah, yaitu sekitar 100 cm. Batang padi umumnya bewarna hijau tua dan ketika memasuki fase generatif warna batang berubah menjadi kuning (Utama, 2015).

2.2.3 Daun

Daun merupakan bagian dari tanaman yang bewarna hijau karena mengandung klorofil (zat hijau daun) yang menyebabkan daun tanaman dapat mengelola sinar radiasi surya menjadi karbohidrat atau energi untuk tumbuh kembangnya organ organ tanaman lainnya. Daun tanaman padi tumbuh pada batang dalam susunan yang berselang seling, satu daun pada tiap buku. Tiap daun terdiri atas helai daun, pelepah daun yang membungkus ruas, telinga daun, lidah daun (*ligule*). Adanya telinga dan lidah daun pada padi dapat digunakan untuk membedakannya dengan rumput rumputan hanya memiliki lidah/telinga daun atau tidak ada sama sekali (Azhar, 2010).

2.2.4 Bunga

Bunga padi adalah bunga telanjang artinya mempunyai perhiasan bunga. Dalam satu tanaman memiliki dua kelamin, dengan bakal buah yang di atas. Bagian bagian bunga padi terdiri dari tangkai, bakal buah, lemma, palea, putik dan benang sari. Jumlah benang sari ada 6 buah, tangkai sarinya pendek dan tipis, kepala sari besar serta mempunyai dua kandung serbuk. Putik mempunyai dua

tangkai putik dengan dua buah kepala putik yang berbentuk malai dengan warna pada umumnya putih atau ungu. Jika bunga padi telah dewasa, palea dan lemma yang semula bersatu akan membuka dengan sendirinya agar pemanjangan benang sari dapat terlihat dari floret yang membuka. Membukanya palea dan lemma ini terjadi antara jam 10-12, pada suhu 30-32°C. Palea dan lemma akan tertutup setelah kepala sari melakukan penyerbukan (Suhartatik, 2011).

2.2.5 Malai

Sekumpulan bunga padi (spikelet) yang keluar dari buku paling dinamakan malai. Budir-budir padi terletak pada cabang pertama dan cabang kedua, sedangkan sumbu utama pada ruas buku yang terakhir pada batang. Panjang malai tergantung pada varietas padi yang ditanama dan cara bercocok tanam. Dari sumbu utama pada ruas buku yang terakhir inilah biasanya panjang malai (rangkaian bunga) diukur. Panjang malai dapat dibedakan menjadi 3 ukuran yaitu malai pendek (20 cm, malai sedang (antara 20-30 cm), dan malai panjang (lebih dari 30 cm). Jumlah cabang pada setiap malai berkisar antara 15-20 buah, yang paling rendah 7 buah cabang, dan yang terbanyak mencapai 30 buah cabang. Jumlah cabang ini akan mempengaruhi besarnya rendemen tanaman padi varietas baru, setiap malai bisa mencapai 100-120 bunga (Rosadi, 2013).

2.2.6 Buah

Buah padi yang sehari-hari kita sebut biji padi atau bulir/gabah, sebenarnya bukan biji melainkan buah padi yang tertutup oleh lemma dan palea. Lemma dan palea serta bagian lain akan membentuk sekam atau kulit gabah, lemma selalu lebih 9 besar dari palea dan menutupi hampir 2/3 permukaan beras, sedangkan sisi palea tepat bertemu pada bagian sisi lemma. Gabah terdiri atas biji

yang terbungkus sekam. Sekam terdiri atas gluma rudimenter dan sebagian dari tangkai gabah (pedicel). Bobot gabah beragam dari 12-44 mg pada kadar air 0%, sedangkan bobot sekam rata-rata adalah 20% bobot gabah (Makarim, 2015).

2.3 Syarat Tumbuh Tanaman Padi

2.3.1 Iklim

Iklim sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, termasuk padi. Tanaman padi sangat cocok di daerah yang mempunyai iklim yang berhawa panas dan banyak mengandung uap air. Keadaan iklim ini meliputi curah hujan, temperatur, ketinggian tempat, sinar matahari, angin, dan musim (Hasanah, 2007).

2.3.2 Curah Hujan

Menurut Herawati (2012) tanaman padi membutuhkan curah hujan yang baik, rata-rata 200 mm/bulan atau lebih dengan distribusi selama 4 bulan. Curah hujan yang dikehendaki pertahun sekitar 1.500-2.000 mm.

Curah hujan di Indonesia dipengaruhi oleh beberapa faktor alam, antara lain suhu udara, kelembaban udara dan angin. Kerapatan, penyebaran dan intensitas hujan yang tidak merata dapat diketahui dengan menempatkan stasiun hujan yang tepat baik secara lokasi, jumlah dan pola penyebarannya waktunya. Pemenuhan kebutuhan manusia dalam sumber daya alam air memerlukan ilmu (Nurhayati, 2021).

2.3.3 Ketinggian Tempat

Tanaman padi dapat tumbuh baik pada suhu 23 °C ke atas. Pengaruh suhu di Indonesia tidak terasa, sebab suhunya hampir konstan sepanjang tahun. Ketinggian tempat yang cocok untuk tanaman padi adalah daerah antara 0-650 m di atas permukaan laut.

2.3.4 Sinar Matahari

Tanaman padi memerlukan penyinaran matahari penuh tanpa naungan. Sinar matahari diperlukan untuk berlangsungnya fotosintesis, terutama pada saat tanaman berbunga sampai proses pemasakan buah. Selain itu, angin juga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman padi yaitu dalam penyerbukan dan pembuahan. Angin mempunyai pengaruh positif dan negatif terhadap tanaman padi (Herawati, 2012).

2.4 Produksi Tanaman Padi

Produksi padi merupakan salah satu hasil bercocok tanam yang dilakukan dengan penanaman bibit padi dan perawatan serta pemupukan secara teratur sehingga menghasilkan suatu produksi padi yang dapat dimanfaatkan. Padi tersebut kemudian diproses menjadi beras, yang mana beras itu sendiri akan diolah menjadi nasi. Nasi merupakan sumber kalori utama yang banyak mengandung unsur karbohidrat yang sangat tinggi sehingga sangat bermanfaat dan menjadikan sebagai bahan pangan utama.

Produktivitas dapat didefinisikan sebagai rasio antara jumlah pengeluaran dibagi dengan jumlah input selama periode waktu tertentu. Ada dua aspek penting dalam konsep produktivitas, yaitu efisiensi dan efektivitas. Efisiensi adalah kemampuan untuk menggunakan sumber daya seminimal mungkin untuk mencapai hasil yang maksimal, sedangkan efektivitas berkaitan dengan ukuran keberhasilan dalam mencapai tujuan yang telah ditentukan. Dalam pertanian, produktivitas adalah kemampuan suatu faktor produksi (misalnya luas) cari output per satuan luas lahan. Produksi dan produktivitas ditentukan oleh banyak faktor, seperti kesuburan tanah, tanaman yang ditanam, penggunaan pupuk (jenis dan

dosis), ketersediaan air yang baik sistem pertanian yang lengkap dan komprehensif, penggunaan peralatan pertanian yang tepat dan ketersediaan layanan (Indah, Vivi. 2018).

Dalam ekonomi pertanian, produktivitas adalah sentral hasil yang diharapkan dan panen (pendapatan) dan harga (pengorbanan) yang harus diberikan. Hasil yang diperoleh dari petani dan masa panen disebut produksi produktif yang membayar keluaran. Agrobisnis yang baik adalah agribisnis yang produktif atau bekerja dengan baik. Industri pertanian yang produktif berarti pertanian memiliki produktivitas tinggi. Memahami konstruk ini adalah kombinasi dari rancangan kegiatan usaha (fisik) dan hak atas tanah. Penampilan fisik mengukur jumlah keluaran (output) yang diperoleh dari suatu barang tertentu keluaran (input). Jika aktivitas fisik berguna untuk uang, aktivitas ekonomi akan dipertimbangkan. Meskipun otoritas satu bagian tanah menjelaskan kemampuan tanah untuk memperoleh energi dan modal untuk dapat menghasilkan output sebanyak mungkin pada tingkat teknologi tertentu. Jadi produktivitas teknis adalah peningkatan efisiensi (usaha) dan hak atas tanah (Hasibuan Masnilam, 2020).

2.5 Fase Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Padi

Pertumbuhan tanaman padi dibagi dalam tiga fase, yaitu fase vegetatif (awal pertumbuhan sampai pembentukan bakal malai/primordial), fase generatif/reproduktif (primordial sampai pembungaan), dan fase pematangan (pembungaan sampai gabah matang). Fase vegetatif merupakan fase pertumbuhan organ-organ vegetatif, seperti penambahan jumlah anakan, tinggi tanaman, bobot, dan luas daun. Pembentukan primordial tanaman padi keluarnya pada umur 50

hari setelah tanam. Tahap reproduktif tanaman padi dimulai dari keluarnya primordia sampai berbunga. Tinggi dan berat jerami bertambah dengan cepat. Fase reproduksi tanaman padi dibagi menjadi empat macam fase yaitu fase pertumbuhan primordia, fase pemanjangan tunas, fase munculnya heading, fase munculnya bunga tanaman padi. Booting adalah bagian yang terbentuk setelah munculnya malai kira-kira 16 hari setelah inisiasi malai akan kehilangan pelepah daun yang membengkok (Wibowo, Puji. 2010).

Fase reproduktif terjadi saat tanaman berbunga, dengan lama fase reproduktif untuk kebanyakan varietas padi di daerah tropis umumnya 35 hari dan fase pematangan sekitar 30 hari. Perbedaan masa pertumbuhan ditentukan oleh lamanya 10 fase vegetatif. Fase pemasakan dimulai dari pembentukan biji sampai panen yang terdiri atas 4 stadia yaitu stadia masak susu, stadia masak kuning, stadia masak penuh dan stadia masak mati. Fase pemasakan tanaman padi ketika terbentuknya bulir padi yang berisi sampai berwarna kuning-kekuningan dan berat malai bertambah dengan cepat sedangkan berat jerami semakin menurun. Fase pemasakan tersebut merupakan tanda tanaman padinya siap dipanen (Wibowo, Puji, 2010).

2.6 Bahan Organik

Bahan organik ialah bahan yang ada didalam tanah atau permukaan tanah yang berasal dari sisa tanaman, hewan dan manusia yang telah mengalami proses dekomposisi atau masih dalam proses dekomposisi. Bahan organik tanah dapat berasal dari: 1) sumber primer, yaitu jaringan organik tanaman (flora) yang dapat berupa daun, ranting, batang, buah dan akar. 2) sumber sekunder, yaitu jaringan organik fauna yang dapat berupa kotoran hewan dan mikrofauna. 3) sumber lain,

yaitu pemberian pupuk organik berupa pupuk kandang, pupuk hijau, pupuk bokasi (kompos) dan pupuk hayati.

Kandungan bahan organik (karbon organik) dalam tanah menunjukkan kualitas tanah. Aplikasi bahan organik dapat mengikat butiran primer tanah menjadi butiran sekunder dalam pembentukan agregat yang mantap yang akan berpengaruh terhadap porositas, memperbaiki struktur tanah, penyimpanan dan penyediaan air, aerasi, temperatur tanah dan meningkatkan kehidupan biologi tanah (Nurhayati *et al.*, 2011). Bahan organik juga berperan penting dalam meningkatkan kesuburan tanah melalui perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah.

Penggunaan bahan organik secara tepat juga dapat meningkatkan produktivitas tanaman padi. Pemberian bahan organik dari pupuk kandang dapat meningkatkan hasil panen dan kesuburan biologi tanah. Pengaplikasian bahan organik dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah. Bahan organik membutuhkan waktu yang lama untuk terurai sehingga belum banyak unsur hara tersedia bagi tanaman (Arifiani *et al.*, 2018).

2.7 Dampak Perubahan Iklim terhadap Produksi Tanaman Padi

Petani hanya memahami perubahan iklim pada dua fenomena yaitu pergeseran waktu awal musim dan penambahan durasi musim (hujan maupun kemarau). Musim hujan mengacu pada kondisi hujan yang terus terjadi walaupun sudah seharusnya memasuki musim kemarau, sedangkan kemarau panjang meliputi kondisi kemarau yang sudah terjadi (Nurhayati, 2021).

Perubahan iklim sangat berdampak pada produktivitas tanaman padi misalnya jika terjadi perubahan pola hujan. Jika musim penghujan mundur 30 hari,

akibatnya curah hujan bisa mundur sampai 75%. Menurunnya curah hujan ini akan mengakibatkan kekeringan dan terjadinya banjir di musim hujan, ujunya padi. Laporan dari IPCC tahun 2007 disebutkan hari akan lebih panas, peningkatan suhu akan terjadi di berbagai belahan dunia. Khususnya untuk Indonesia akan lebih sering terjadi bencana alam. Hal ini tentunya akan berdampak langsung pada tanaman padi karena padi adalah satu tanaman yang pada fase-fase tertentu sangat sensitivее terhadap panas. Pada setiap 1 derajat kenaikan suhu dimalam hari akan menrunkan10 persen tingkat kesuburan padi (Loedin, 2008).

Perubahan iklim (*climate change*) merupakan variabel yang sangat menentukan produksi padi di Sumatera Utara. Perubahan iklim merupakan isu yang sangat penting yang banyak diperbincangkan di tingkat dunia saat ini. Iklim bumi sedang berubah secara cepat karena meningkatnya emisi gas rumah kaca (GRK) sebagai akibat aktivitas manusia. Meningkatnya kandungan GRK menimbulkan efek rumah kaca (*greenhouse effect*) di atmosfer. Efek GRK ini menyerap radiasi gelombang panjang yang menyebabkan suhu bumi meningkat. Di dalam Protokol Kyoto gas-gas yang diklasifikasikan sebagai GRK adalah Karbondioksida (CO₂) Metana (CH₄), Nitrit oksida (N₂O), Hidrofluorokarbon (HFC), Perfluorokarbon (PFC), dan Sulfat Heksafluorida (SF₆) (Seprita, 2012).

Dampak perubahan iklim (DPI) sangat dirasakan di Sumatera Utara yang menimbulkan fenomena ekstrem berupa banjir dan kekeringan yang berimbas pada produksi padi. Banjir dan kekeringan merupakan dua kejadian ekstrimitas yang berbeda seperti dua sisi dari satu keping mata uang logam. Kejadian tersebut silih berganti, bahkan diprakirakan tidak akan dapat diatasi dalam jangka

menengah. Perubahan iklim sangat berdampak pada produktivitas tanaman padi. Misalnya terjadinya perubahan pola hujan. Jika musim penghujan mundur 30 hari, akibatnya curah hujan bisa mundur sampai 75 persen (Setyo Rahardjo, 2017).

2.8 Pengaruh Rendah dan Tingginya Curah Hujan dan Suhu terhadap Produksi Tanaman Padi

Rendahnya curah hujan dapat mengakibatkan pengairan dilahan pertanian menjadi sulit. Tanaman padi akan kehilangan unsur hara dan ada beberapa organisme yang dapat berkembang biak dengan sangat baik ketika curah hujan rendah. Maka dari itu penting untuk menentukan jadwal dan pola tanam dilahan kerin. Curah hujan yang tinggi atau curah hujan yang ekstrim akan sangat berdampak pada produktivitas tanaman padi antara lain :

1. Potensi kerusakan tanaman akibat terendam banjir karena curah hujan tinggi. Tanaman yang terendam banjir akan rusak karena akan mengurangi suplai oksigen dan karbondioksida sehingga mengganggu proses fotosintesis.
2. Musim curah hujan yang tinggi tentunya akan menyebabkan kelembapan udara yang tinggi dan kondisi yang sangat mendukung populasi hama meningkat dan tingkat keparahan penyakit menjadi lebih tinggi.

Dampak positif dan negatif dari curah hujan yang tinggi :

1. Ketersediaan air yang cukup yang kemungkinan perluasan tanam terutama untuk komoditas padi dilahan sawah irigas, tadah hujan, lading.
2. Lahan pesisir yang biasa memiliki tingkat salinitas tinggi akan berkurang karena curah hujan yang tinggi sehingga gangguan kadar keasinan dapat dihindarkan.
3. Curah hujan yang berlebihan bisa menimbulkan hama dan penyakit

Air adalah salah satu faktor terpenting dalam menentukan distribusi spesies di seluruh dunia. Salah satu faktor abiotik ini, sangat penting dalam kehidupan manusia dan tanaman. Manfaat air pada tanaman adalah untuk pertumbuhan dan perkembangan. Bila tingkat curah hujan dan air tanah tidak memadai, maka akan menyebabkan tanaman kekurangan air (Nurhayati, 2022). Tanaman mengalami stres air baik ketika pasokan air ke akarnya menjadi terbatas atau ketika laju transpirasi menjadi intens. Stres air terutama disebabkan oleh defisit air, yaitu kekeringan atau salinitas tanah yang tinggi. Dalam kasus salinitas tanah yang tinggi dan kondisi seperti banjir dan suhu tanah rendah, air ada dalam larutan tanah tetapi tanaman tidak dapat menyerapnya. Situasi yang umumnya dikenal sebagai 'kekeringan fisiologis (Nurhayati, 2022).

Suhu tinggi pada pembungaan dapat menyebabkan strilisasi polen sehingga terjadi penurunan hasil padi. Cekaman suhu tinggi pada saat fase pengisian biji mengakibatkan pegapuran pada bulir padi akibat dari peningkatan amilase yang dapat menghidrolisis pati. Penanaman varietas unggul toleran terhadap cekaman suhu tinggi merupakan satu-satunya cara untuk mencegah penurunan produktivitas padi akibat dampak perubahan iklim tersebut. Dampak suhu tinggi di Indonesia khususnya padi, belum banyak dilaporkan karena variasi suhu hanya terjadi antara siang dan malam didaerah yang letaknya tepat di ekuator, penelitian dampak suhu tinggi maupun pemuliaanya masih belum menjadi prioritas, namun kenaikan suhu yang terus terjadi, persoalan ini akan berdampak serius terhadap produksi pertanian (Arviandi, 2015).

Padi cenderung toleran terhadap suhu tinggi pada fase vegetative, namun sensitive pada fase generative. Paparan suhu tinggi pada fase sebelum dan selama

pembungaan akan menurunkan fertilitas polen pada tanaman. Paparan suhu tinggi $\geq 33.7^{\circ}\text{C}$ selama satu jam pada saat anthesis dapat menurunkan fertilitas pada maksimum atau 50 HST dilantai jemur. Cekaman suhu rendah berpotensi menghambat pengembangan pertanian di dataran tinggi terutama untuk padi dan tanaman lain yang sensitif. Masalah budidaya di dataran tinggi diantaranya perbedaan suhu malam dan siang yang terpaut jauh, dan seringnya terjadi penurunan suhu secara tiba-tiba. Cekaman suhu rendah pada padi sangat mempengaruhi produksi dan produktivitas padi terutama pada daerah tropis, subtropis dan daerah yang terletak di dataran tinggi. Informasi tentang cekaman suhu rendah diperlukan untuk mengantisipasi perubahan suhu yang terjadi pada daerah pertanian Indonesia terutama dataran tinggi (Riwandi, 2014).

Suhu atau temperatur rendah yang dapat menyebabkan stress atau cekaman pada tanaman dapat dibagi menjadi dua yaitu suhu rendah $< 20^{\circ}\text{C}$ disebut chilling temperature dan suhu rendah $< 0^{\circ}\text{C}$ disebut freezing temperature. Cekaman suhu tersebut mengurangi pertumbuhan dan perkembangan tanaman sehingga menyebabkan kehilangan hasil yang signifikan. Cekaman suhu rendah pada tanaman dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman yang disebut chilling injury dan freezing injury. Peningkatan rata-rata suhu udara menyebabkan terjadinya penguapan air yang tinggi, sehingga menyebabkan atmosfer basah dan intensitas curah hujan meningkat. Menurut perubahan pola curah hujan di Indonesia akan mengarah pada terlambatnya awal musim hujan dan kecenderungan lebih cepat berakhirnya musim hujan. Hal ini berarti bahwa musim hujan terjadi dalam waktu yang lebih singkat, tetapi memiliki intensitas curah hujan yang lebih tinggi (Naylor, 2011).

2.9 Hama dan Penyakit Pada Tanaman Padi

2.9.1 Hama Tanaman Padi

Wereng Hijau

Wereng hijau (*Nephotettix virescens*) merupakan salah satu hama penting pada tanaman padi. Karena hama ini bisa menyebabkan virus. Wereng hijau saat pengamatan ditemukan pada perangkap cahaya dipertanaman padi yang ditemukan dari awal tanam hingga panen. Hama wereng hijau ini akan menyebabkan virus tungro, yang mana virus ini menyebabkan penyakit pada tanaman padi. Akibat dari penyakit tungro produktivitas tanaman padi menjadi turun dan menyebabkan gagal panen (Halijah, 2015).

Wereng Coklat

Wereng coklat (*Nilaparvata lugens*) juga merupakan salah satu hama penting di pertanaman padi. Hama ini dapat menyebabkan tanaman padi mati kering dan tampak seperti terbakar atau puso. Wereng coklat mulai menyerang dari awal tanam sampai padi matang susu panen. Wereng coklat merupakan hama r-strategis; dapat berkembang biak dengan cepat, dan cepat menemukan habitatnya serta mudah beradaptasi dengan membentuk biotipe baru (Halijah, 2015).

Tikus

Tikus (*Rattus argentiventer*) merupakan hama yang paling merusak pada budidaya padi. Karena hama tikus merusak pada semua fase dan tingkat pertumbuhan tanaman. Tikus menyerang mulai dari tahap penyemaian, pindah tanam hingga panen. Bahkan tikus masih saja menyerang sampai digudang

penyimpanan. Kerusakan terparah akibat serangan tikus terjadi ketika hama tikus menyerang tanaman pada fase pertumbuhan generative (Hanifah, 2021).

Walang Sangit

Walang sangit (*Leptocorixa acuta*) merupakan salah satu hama utama yang menyerang tanaman padi. Hama ini ditemukan pada waktu padi mulai matang susu. Walang sangit menghisap cairan tanaman dari tangkai bunga (*paniculae*) dan juga cairan buah padi yang masih pada tahap masak susu sehingga menyebabkan tanaman kekurangan hara dan menguning (klorosis), pada bagian buah padi yang terserang buah padi menjadi hampa dan berubah warna menjadi kecoklatan (Hanifah, 2021).

Keong Mas

Keong Mas (*Pomacea canaliculata Lamarck*), merupakan hama padi yang cukup meresahkan petani. Hama ini biasanya menyerang padi pada pagi dan sore hari pada fase pertumbuhan awal. Serangan dilakukan dengan cara memakan batang padi muda mengakibatkan tanaman rusak dan pertumbuhan terhambat (Hanifah, 2021).

2.9.2 Penyakit Tanaman Padi

Penyakit Hawar Daun Bakteri (HDB)

Penyebab penyakit HDB adalah bakteri *Xanthomonas oryzae pv. oryzae* yang tersebar hampir diseluruh daerah pertanaman padi baik di dataran rendah maupun dataran tinggi dan selalu timbul pada musim kemarau maupun hujan. Kerugian hasil yang disebabkan oleh penyakit hawar daun bakteri dapat mencapai 60%. Kerusakan terberat terjadi apabila penyakit menyerang tanaman muda, dapat menyebabkan tanaman mati (Asysyura, 2017).

Penyakit Bercak Daun

Penyakit bercak daun disebabkan oleh jamur merupakan penyakit yang sangat merugikan terutama pada sawah tadah hujan Gejala penyakit timbul pada daun berupa bercak-bercak sempit memanjang, berwarna coklat kemerahan. Pengendalian bercak daun adalah dengan penanaman varietas tahan, seperti Inpari 30. Penyemprotan fungisida (Nurhijjah, 2017).

Penyakit Blas

Penyakit blas merupakan salah satu penyakit pada tanaman padi yang disebabkan oleh *Pyricularia grisea* dapat menurunkan hasil panen. Tindakan preventif dan teknik pengendalian perlu dilakukan untuk mencegah penyebaran penyakit blas. Blas merupakan penyakit penting tanaman padi yang dapat menginfeksi bagian daun dan leher malai. Pengenalan penyebab penyakit penting dilakukan untuk menentukan pengendalian yang tepat (Wati Cheppy, 2017).

Penyakit Busuk Batang

Gejala yang ditimbulkan apabila tanaman padi terserang penyakit ini adalah terjadinya pembusukan pada batang menjadi kuning, kecoklatan dan kehitaman sehingga mengakibatkan kematian pada tanaman padi. Pengendalian penyakit ini dapat dilakukan dengan cara melakukan pemupukan secara teratur atau juga bisa dengan melakukan penyemprotan dengan fungisida berbahan aktif dengan secara teratus untuk pengendaliannya (Yuniar, 2021).

2.10 Dampak Perubahan Iklim terhadap Kehadiran Hama dan Penyakit pada Tanaman Padi

2.10.1 Dampak Pengaruh Iklim terhadap Hama

Hama seperti makhluk hidup lainnya perkembangannya dipengaruhi oleh faktor faktor iklim baik langsung maupun tidak langsung. Temperatur, kelembaban udara relatif dan foroperiodisitas berpengaruh langsung terhadap siklus hidup, keperidian, lama hidup, serta kemampuan diapause serangga. Sebagai contoh hama kutu kebul (*Bemisia tabaci*) mempunyai suhu optimum 32,5°C untuk pertumbuhan populasinya (Bonaro *et. al.*, 2007). Contoh yang lain adalah pertumbuhan populasi penggerek batang padi putih berbeda antara musim kemarau dan musim hujan, sementara itu panjang hari berpengaruh terhadap diapause serangga penggerek batang padi putih (*Scirpophaga innotata*) di Jawa. Umumnya serangga-serangga hama yang kecil seperti kutu-kutuan menjadi masalah pada musim kemarau atau rumah kaca karena tidak ada terpaan air hujan. Pada percobaan dalam ruang terkontrol peningkatan kadar CO₂ pada selang 389-749µl/L meningkatkan reproduksi tungau *Tetranychus urticae* (Heagle *et al.*, 2002).

Pengaruh tidak langsung adalah pengaruh faktor iklim terhadap vigor dan fisiologi tanaman inang, yang akhirnya mempengaruhi ketahanan tanaman terhadap hama. Temperatur berpengaruh terhadap sintesis senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, falvonoid yang berpengaruh terhadap ketahannannya terhadap hama. Pengaruh tidak langsungnya adalah kaitannya dengan musuh alami hama baik predator, parasitoid dan patogen. Sebagai contoh adalah perkembangan populasi ulat bawang *Spodoptera exigua* pada bawang merah lebih

tinggi pada musim kemarau, selain karena laju pertumbuhan intrinsik juga disebabkan oleh tingkat parasitasi dan tingkat infeksi patogen yang rendah.

2.10.2 Dampak Pengaruh Iklim terhadap Penyakit

Dari konsep segitiga penyakit tampak jelas bahwa iklim sebagai faktor lingkungan fisik sangat berpengaruh terhadap proses timbulnya penyakit. Pengaruh faktor iklim terhadap patogen bisa terhadap siklus hidup patogen, virulensi (daya infeksi), penularan, dan reproduksi patogen. Pengaruh perubahan iklim akan sangat spesifik untuk masing masing penyakit. (Garret *et. al.*, 2006) menyatakan bahwa perubahan iklim berpengaruh terhadap penyakit melalui pengaruhnya pada tingkat genom, seluler, proses fisiologi tanaman dan patogen. Bakteri penyebab penyakit kresek pada padi *Xanthomonas oryzae pv. oryzae* mempunyai suhu optimum pada 30° C. Sementara *F. oxysporum* pada bawang merah mempunyai suhu pertumbuhan optimum 28-30°C (Tondok, 2003). Bakteri kresek penularan utamanya adalah melalui percikan air sehingga hujan yang disertai angin akan memperberat serangan. Pada temperatur yang lebih hangat periode inkubasi penyakit layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*) lebih cepat di banding suhu rendah. Sebaliknya penyakit hawar daun ada kentang yang disebabkan oleh cendawan *Phytophthora infestans* lebih berat bila cuaca sejuk (18-22°C) dan lembab.

Faktor-faktor iklim juga berpengaruh terhadap ketahanan tanaman inang. Tanaman vanili yang stres karena terlalu banyak cahaya akan rentan terhadap penyakit busuk batang yang disebabkan oleh Fusarium. Ekspresi gejala beberapa penyakit karena virus tergantung dari suhu.

Dinamika lingkungan biotik juga dipengaruhi oleh faktor-faktor iklim. Habitat mikro daun atau disebut filoplan mempunyai tingkat kolonisasi ragi (yeast) yang lebih tinggi dibanding akar karena kemampuan mikroba tersebut untuk mentolerir kekeringan. Yeast tersebut berperan penting dalam pengendalian hayati penyakit-penyakit yang menyerang tajuk. Jenis dan kelimpahan cendawan penghuni daun bawang merah yang bersifat saprofitik dipengaruhi oleh curah hujan dan kelembaban udara relatif.