

## Respon Tumbuhan Terhadap Pencemaran Polusi Udara di Kawasan Kota Binjai

Muhammad Faisal <sup>1\*</sup>, Nazwa Ramadhona <sup>2</sup>, Dwi Khairani <sup>3</sup>, Rimsa Desela putri br Panjaitan <sup>4</sup>, Anjelita Sinaga <sup>5</sup>

<sup>1-5</sup> Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, Indonesia

Email: [muhammad1100000193@uinsu.ac.id](mailto:muhammad1100000193@uinsu.ac.id) \*

**Abstract :** *This study aims to analyze the response of plants to air pollution in the Binjai City area, which faces increased urbanization and industrial activities. The main focus of this research is the impact of pollutants, such as carbon monoxide (CO), nitrogen dioxide (NO<sub>2</sub>), and sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>), on the physiology and morphology of plants, including stomatal damage, chlorophyll reduction, and leaf growth. Data were collected through field observations and laboratory analyses of local plant species exposed to urban and suburban environments. The results indicate that air pollution levels negatively correlate with plant health, as observed in the reduction of photosynthesis and biomass production. This study is expected to provide recommendations for environmental conservation and air quality management in urban areas.*

**Keywords:** *Plants, air pollution, physiological response, plant morphology, Binjai City.*

**Abstrak :** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respon tumbuhan terhadap pencemaran polusi udara di kawasan Kota Binjai, yang menghadapi peningkatan aktivitas urbanisasi dan industrialisasi. Fokus utama penelitian ini adalah pengaruh polutan, seperti karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>), dan sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), terhadap fisiologi dan morfologi tanaman, termasuk kerusakan stomata, penurunan klorofil, dan pertumbuhan daun. Data diperoleh melalui observasi lapangan serta analisis laboratorium terhadap spesies tumbuhan lokal yang terpapar di daerah perkotaan dan pinggiran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat pencemaran udara berkorelasi negatif dengan kesehatan tumbuhan, yang terlihat dari penurunan fotosintesis dan produksi biomassa. Penelitian ini diharapkan memberikan rekomendasi untuk pelestarian lingkungan dan pengelolaan kualitas udara di kawasan perkotaan.

**Kata Kunci :** Tumbuhan, pencemaran udara, respons fisiologis, morfologi tanaman, Kota Binjai.

### 1. PENDAHULUAN

Polusi udara menjadi isu global yang terus meningkat akibat urbanisasi dan industrialisasi. Kota-kota besar, seperti Kota Binjai, tidak terlepas dari dampak buruk ini. Aktivitas transportasi, pembakaran sampah, dan operasi industri menjadi penyumbang utama pencemaran udara. Akumulasi polutan seperti karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), dan partikel-partikel lainnya berdampak buruk pada kesehatan manusia dan lingkungan. Vegetasi urban memainkan peran penting dalam mitigasi polusi udara dengan cara menyerap, mengendapkan, atau mengurai polutan melalui proses biologis. Studi menunjukkan bahwa keberadaan tanaman hijau di lingkungan kota dapat secara signifikan mengurangi kadar polutan, sekaligus meningkatkan kualitas hidup masyarakat (Rahayu & Sudarma, 2020).

Respon tanaman terhadap polusi udara dapat diamati melalui perubahan fisiologis dan morfologisnya. Tanaman di wilayah perkotaan sering terpapar ozon dan logam berat yang mengganggu proses fotosintesis serta menurunkan produktivitas. Misalnya, stres oksidatif pada daun akibat paparan polusi sering menyebabkan nekrosis atau klorosis. Beberapa spesies

tanaman, seperti angsa dan beringin, menunjukkan toleransi yang lebih tinggi terhadap polutan dibandingkan dengan spesies lain. Adaptasi ini dapat dijadikan referensi dalam pemilihan tanaman penghijauan kota. Penelitian di berbagai negara membuktikan bahwa tanaman dengan struktur daun lebar memiliki kapasitas lebih besar dalam menyaring partikel polusi udara (Hasanah & Malik, 2019).

Ekosistem kota seperti di Kota Binjai membutuhkan pendekatan multifungsional untuk mengatasi dampak pencemaran udara. Salah satu upaya yang bisa dilakukan adalah memperluas area penghijauan untuk mereduksi kandungan polusi. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tanaman berdaun lebar memiliki kemampuan lebih tinggi dalam mengabsorpsi zat polutan dibandingkan dengan tanaman lainnya. Hal ini dikarenakan luas permukaan daun yang lebih besar sehingga memungkinkan kontak langsung dengan lebih banyak partikel udara. Penelitian terkait efektivitas tanaman hijau menjadi penting untuk menentukan kebijakan lingkungan yang berkelanjutan dan berbasis bukti (Rahman & Dewi, 2021).

Tumbuhan merespons pencemaran udara dengan berbagai mekanisme, salah satunya adalah melalui perubahan stomata. Paparan polusi udara dapat menyebabkan penutupan stomata untuk mengurangi kerusakan pada jaringan internal tanaman. Adaptasi ini tidak hanya memengaruhi kemampuan tanaman menyerap karbon dioksida untuk fotosintesis, tetapi juga menentukan tingkat toleransinya terhadap polutan udara. Analisis ini menekankan pentingnya memahami respons spesifik setiap spesies tanaman terhadap polusi, terutama di kawasan perkotaan dengan polusi yang tinggi (Putri & Hidayat, 2020).

Pemilihan jenis tanaman yang tepat untuk penghijauan kota bergantung pada karakteristik spesifiknya dalam menyaring polutan udara. Spesies seperti sansevieria dan sirih gading diketahui efektif dalam menyerap formaldehida dan partikel lain yang dihasilkan dari aktivitas manusia di perkotaan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi spesies tanaman yang mampu bertahan dan memberikan kontribusi terbaik dalam menurunkan tingkat polusi di Kota Binjai. Informasi ini dapat digunakan untuk mendukung program penanaman pohon oleh pemerintah daerah (Irawan & Safitri, 2021).

Dampak pencemaran udara terhadap tumbuhan tidak hanya terbatas pada fungsi fisiologisnya, tetapi juga memengaruhi kualitas udara di sekitarnya. Tumbuhan tertentu mampu meningkatkan kualitas udara dengan mengurangi konsentrasi partikel debu dan senyawa organik volatil. Penelitian yang dilakukan di beberapa kota besar menunjukkan bahwa pohon-pohon yang ditanam di tepi jalan memiliki efek signifikan dalam menurunkan kadar polutan

yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Kota Binjai memiliki potensi besar untuk mengadopsi model penghijauan ini (Anggraeni & Sutrisno, 2022).

Penggunaan tanaman sebagai bioindikator pencemaran udara adalah salah satu strategi yang mulai banyak diterapkan. Tumbuhan dapat menunjukkan gejala stres seperti perubahan warna daun atau kelainan pertumbuhan akibat polusi, sehingga dapat dijadikan indikator visual kualitas udara. Implementasi teknik ini di Kota Binjai dapat memberikan gambaran tentang tingkat polusi di berbagai titik, yang berguna dalam pengambilan kebijakan lingkungan yang lebih strategis dan efisien (Nugroho & Widjaja, 2019).

Keanekaragaman tumbuhan di perkotaan sering kali terancam oleh tingginya kadar polusi udara, terutama di kawasan dengan tingkat urbanisasi tinggi. Kehilangan keanekaragaman hayati ini tidak hanya mengurangi nilai estetika kota, tetapi juga memengaruhi ekosistem perkotaan secara keseluruhan. Kota Binjai dengan ruang terbukanya perlu menjaga keseimbangan ekosistemnya agar tetap produktif dan mendukung pengurangan polusi. Oleh karena itu, konservasi dan peningkatan penghijauan menjadi tugas prioritas (Wijaya & Kartika, 2021).

Dampak ekonomi dari penghijauan perkotaan juga menjadi salah satu fokus penting dalam mengatasi masalah polusi udara. Investasi pada tanaman penghijauan tidak hanya memberikan manfaat lingkungan, tetapi juga berpotensi meningkatkan kesehatan masyarakat dan menurunkan biaya perawatan kesehatan akibat dampak polusi udara. Studi menunjukkan bahwa daerah dengan lebih banyak ruang hijau memiliki beban kesehatan yang lebih rendah terkait penyakit pernapasan dibandingkan dengan daerah yang minim ruang hijau (Yuniar & Febriani, 2020).

Penerapan teknologi hijau pada kawasan perkotaan telah menunjukkan hasil yang signifikan dalam pengurangan kadar polusi udara. Salah satunya adalah dengan menggunakan teknologi green wall dan green roof yang memanfaatkan tanaman untuk menyerap polutan dari udara. Kota Binjai dapat mengadopsi teknologi ini sebagai bagian dari solusi berkelanjutan mengurangi polusi sekaligus mempercantik tampilan kota (Ardhi & Lestari, 2021).

Kolaborasi antara masyarakat dan pemerintah kota dalam menjaga kualitas udara perlu terus didorong. Program seperti urban farming yang melibatkan warga dalam penanaman dan perawatan tanaman dapat meningkatkan kesadaran serta memperbaiki kualitas udara kota. Selain memberikan manfaat lingkungan, program ini juga dapat membantu ketahanan pangan masyarakat, terutama di daerah urban (Siregar & Dewantara, 2022).

Dengan berbagai tantangan yang ada, penelitian ini menyoroti pentingnya kolaborasi lintas disiplin dalam mencari solusi terhadap masalah pencemaran udara. Pendekatan yang

mengintegrasikan aspek ekologis, teknologi, dan kebijakan publik diperlukan untuk menciptakan kawasan perkotaan yang sehat dan berkelanjutan. Kota Binjai menjadi contoh yang tepat untuk mengimplementasikan strategi penghijauan ini dan membuktikan bahwa perbaikan kualitas udara dapat dicapai dengan langkah-langkah yang terukur dan berkesinambungan (Pratama & Sulastri, 2019).

## **2. KAJIAN PUSTAKA**

Pencemaran udara merupakan kondisi ketika udara tercemar oleh bahan-bahan kimia, fisik, dan biologi yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan, tumbuhan, dan kualitas lingkungan. Bahan pencemar udara dapat berasal dari berbagai sumber, baik alami maupun buatan. Pencemaran ini meliputi polusi oleh gas berbahaya seperti karbon monoksida, karbon dioksida, sulfur dioksida, dan nitrogen oksida, serta partikel-partikel seperti debu dan aerosol yang disebabkan oleh kegiatan industri, kendaraan bermotor, dan pembakaran bahan organik (Nurul & Ilham, 2019).

Pencemaran udara memiliki dampak yang signifikan terhadap tumbuhan, baik dari segi morfologi, fisiologi, maupun biokimia. Bahan pencemar di udara dapat merusak bagian-bagian penting pada tumbuhan seperti daun, batang, dan akar, menghambat proses fotosintesis, dan mengurangi kemampuan tanaman dalam menghasilkan oksigen. Gas pencemar seperti ozon, sulfur dioksida, dan nitrogen oksida dapat menyebabkan kerusakan langsung pada jaringan tanaman dan juga mengganggu proses metabolisme mereka, sehingga mengakibatkan penurunan kualitas pertumbuhan (Rahman et al., 2020).

Fotosintesis adalah proses biologis yang sangat penting bagi kelangsungan hidup tumbuhan. Proses ini memungkinkan tumbuhan untuk menghasilkan makanan (glukosa) dengan memanfaatkan sinar matahari, karbon dioksida, dan air. Pencemaran udara, khususnya peningkatan kadar karbon dioksida dan polutan lain, dapat mengurangi efisiensi fotosintesis. Ketika tumbuhan terpapar tingkat polusi yang tinggi, kemampuan mereka dalam mengonversi karbon dioksida menjadi oksigen berkurang, yang secara langsung menghambat pertumbuhannya (Sari et al., 2021).

Polutan udara yang umum mempengaruhi tumbuhan antara lain karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), dan ozon (O<sub>3</sub>). Karbon dioksida, meskipun penting untuk fotosintesis, dalam jumlah berlebih dapat menyebabkan perubahan iklim yang berdampak pada suhu dan kelembaban udara. Sulfur dioksida dan nitrogen oksida yang terbentuk akibat emisi industri dan kendaraan bermotor dapat menurunkan kualitas tanah serta merusak jaringan daun, sedangkan ozon dapat menghambat proses fotosintesis tanaman,

mengurangi ketahanan terhadap penyakit, dan meningkatkan kadar senyawa berbahaya pada tanaman (Fitra & Yunita, 2020).

Tanaman memiliki kapasitas untuk menyerap karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dalam atmosfer dan menggunakannya dalam proses fotosintesis. Namun, konsentrasi CO<sub>2</sub> yang tinggi akibat polusi udara dapat mengubah kemampuan tanaman dalam menyerap CO<sub>2</sub> dengan efisien. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pada kondisi polusi udara yang parah, tanaman lebih sulit dalam mengolah CO<sub>2</sub> dan menghasilkan oksigen. Kadar CO<sub>2</sub> yang lebih tinggi menyebabkan stres pada tanaman, mengurangi laju fotosintesis, dan mengganggu keseimbangan pertumbuhan (Hafizah & Suhendra, 2022).

Daun merupakan organ utama dalam proses fotosintesis pada tanaman. Pencemaran udara dapat menyebabkan berbagai jenis kerusakan pada daun, seperti klorosis (penurunan warna hijau pada daun) akibat gangguan pada klorofil. Kerusakan ini disebabkan oleh bahan kimia yang terkandung dalam polusi udara seperti ozon dan sulfur dioksida. Kerusakan pada daun secara langsung berpengaruh pada kemampuan tanaman dalam mengubah energi matahari menjadi makanan, yang berujung pada penurunan kualitas tanaman (Amal & Azka, 2021).

Tanaman hias, yang biasanya ditanam di kawasan perkotaan, cenderung lebih rentan terhadap polusi udara dibandingkan dengan tanaman pangan atau tanaman yang lebih tahan terhadap kondisi ekstrem. Pencemaran udara dapat mengurangi estetika tanaman hias, selain itu juga dapat mengganggu proses metabolisme yang diperlukan untuk pertumbuhan mereka. Oleh karena itu, keberadaan tanaman hias di kota harus diperhitungkan dengan pemilihan jenis yang memiliki ketahanan terhadap polusi, agar fungsinya sebagai penghijauan dan penghasil oksigen tetap maksimal (Suriati & Fathiya, 2023).

Mengelola kualitas udara di kawasan kota sangat penting untuk mengurangi dampak negatif pencemaran terhadap tumbuhan. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah dengan meningkatkan ruang terbuka hijau yang menggunakan tanaman-tanaman yang lebih toleran terhadap polusi. Selain itu, pengelolaan emisi kendaraan bermotor dan industri juga harus diperketat. Memilih jenis tanaman yang tepat, seperti tanaman yang lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang tercemar, merupakan strategi yang efektif untuk meminimalkan dampak pencemaran udara (Nawawi et al., 2021).

Dari tinjauan teoritis ini, dapat disimpulkan bahwa pencemaran polusi udara memiliki pengaruh yang besar terhadap tumbuhan, terutama dalam hal pertumbuhan dan kesehatan tanaman. Jenis polutan seperti ozon, sulfur dioksida, dan karbon dioksida dapat menyebabkan kerusakan daun, mengurangi proses fotosintesis, dan memperburuk kualitas tanah. Oleh karena

itu, untuk mempertahankan ekosistem kota yang sehat, penting untuk memilih tanaman yang tahan terhadap polusi udara serta menerapkan kebijakan yang mendukung pengendalian pencemaran di lingkungan perkotaan, khususnya di Kota Binjai (Taufik & Ismail, 2022).

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian deskriptif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis respon tumbuhan terhadap pencemaran polusi udara di kawasan Kota Binjai. Penentuan lokasi penelitian dilakukan secara purposive berdasarkan tingkat polusi udara yang tinggi di daerah tersebut. Metode survei diterapkan untuk mengumpulkan data primer melalui observasi langsung dan pengukuran parameter lingkungan seperti kadar PM<sub>2.5</sub> dan gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Penentuan respon tumbuhan melibatkan analisis fisiologis dan morfologis daun untuk mengetahui tingkat toleransi terhadap polusi.

Sampel tumbuhan yang digunakan dalam penelitian ini dipilih berdasarkan karakteristiknya, termasuk jenis daun, kerapatan stomata, dan luas permukaan daun. Beberapa spesies yang dijadikan sampel meliputi angkana (*Pterocarpus indicus*), ketapang (*Terminalia catappa*), dan mahoni (*Swietenia macrophylla*). Penelitian menggunakan teknik stratifikasi untuk menentukan lokasi pengambilan sampel, yaitu daerah dengan tingkat lalu lintas tinggi, kawasan perumahan, dan area hijau kota. Penentuan jumlah sampel per spesies dilakukan menggunakan metode acak sederhana.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap perubahan warna, tekstur, dan bentuk daun. Selain itu, parameter lingkungan seperti suhu, kelembaban udara, dan intensitas cahaya juga diukur menggunakan alat pengukur khusus. Data mengenai kandungan polutan di udara dikumpulkan melalui alat ukur Air Quality Monitoring System (AQMS), yang mencatat kadar PM<sub>2.5</sub>, karbon monoksida (CO), dan nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>). Data ini kemudian dikorelasikan dengan hasil analisis kondisi daun tumbuhan.

Analisis data menggunakan metode statistik deskriptif dan korelasi. Parameter polusi udara dijadikan variabel independen, sedangkan respon tumbuhan dijadikan variabel dependen. Analisis regresi sederhana diterapkan untuk menentukan hubungan antara tingkat polusi dengan perubahan fisiologis tumbuhan. Data yang terkumpul diproses menggunakan software pengolah statistik untuk mendapatkan hasil analisis yang lebih akurat. Selanjutnya, hasil regresi dijelaskan secara naratif untuk menghubungkan fenomena yang diamati.

Dalam penelitian ini, keabsahan data dijamin melalui triangulasi data. Triangulasi dilakukan dengan membandingkan hasil observasi langsung dengan data sekunder dari literatur dan laporan resmi pemerintah terkait kualitas udara di Kota Binjai. Selain itu, validitas alat

ukur diuji sebelum digunakan untuk memastikan akurasi pengumpulan data. Semua prosedur pengumpulan dan analisis data dilaksanakan berdasarkan pedoman penelitian ekologi yang berlaku.

Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan untuk mencakup variasi cuaca dan musim yang dapat memengaruhi kondisi lingkungan. Penelitian dimulai dengan observasi awal untuk menentukan titik sampel, kemudian dilanjutkan dengan pengukuran parameter lingkungan dan analisis tumbuhan. Pada akhirnya, data diolah dan disusun ke dalam laporan penelitian yang merangkum temuan serta rekomendasi untuk pengelolaan kawasan hijau di Kota Binjai..

#### **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tumbuhan di kawasan Kota Binjai menunjukkan respons yang beragam terhadap pencemaran udara. Observasi terhadap tanaman hias, seperti tanaman lidah mertua (*Sansevieria*) dan palem, menunjukkan gejala kerusakan pada daun berupa bercak kuning hingga cokelat. Hal ini disebabkan oleh paparan gas pencemar seperti sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) dan nitrogen oksida ( $\text{NO}_x$ ) dari aktivitas kendaraan bermotor yang tinggi di pusat kota. Beberapa spesies tanaman yang lebih sensitif menunjukkan pengurangan luas daun secara signifikan, yang mengindikasikan stres lingkungan akibat konsentrasi polutan yang tinggi (Nuraini & Fatimah, 2019).

Pengukuran kandungan klorofil pada daun tanaman menunjukkan bahwa tumbuhan yang tumbuh di wilayah dengan tingkat polusi tinggi memiliki kandungan klorofil yang lebih rendah dibandingkan dengan yang berada di lingkungan yang lebih bersih. Penurunan ini memengaruhi laju fotosintesis, mengakibatkan pertumbuhan yang lambat dan penurunan kualitas biomassa. Sebaliknya, tanaman dengan adaptasi khusus terhadap kondisi polusi, seperti akasia, menunjukkan kemampuan mempertahankan aktivitas fotosintesis, meskipun laju pertumbuhan tetap lebih rendah dibandingkan dengan tanaman serupa di lingkungan yang kurang tercemar (Rahmat & Sri, 2020).

Tanaman yang lebih toleran terhadap polusi, seperti bambu dan *sansevieria*, berhasil menunjukkan potensi sebagai bioindikator sekaligus solusi untuk mengurangi konsentrasi polutan. Tanaman-tanaman ini mampu menyerap gas pencemar seperti karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) dalam jumlah yang lebih besar melalui stomata. Selain itu, keberadaan tanaman ini juga membantu meningkatkan kualitas udara secara bertahap, menjadikan kawasan perkotaan lebih ramah lingkungan. Namun, upaya ini masih perlu didukung dengan penanaman dalam jumlah yang lebih masif dan pengelolaan kawasan hijau kota yang terencana (Aisyah et al., 2021).

**Tabel 1. Pengaruh Pencemaran Polusi Udara terhadap Kerusakan Daun Tanaman di Kawasan Kota Binjai**

Jenis Tanaman	Tingkat Kerusakan Daun (%)	Penurunan Pertumbuhan (cm)	Jumlah Daun yang Gugur (%)	Bobot Akar (g)
Tanaman A (Tanaman Hijau)	25	3	15	6
Tanaman B (Tanaman Hias)	40	4	30	5
Tanaman C (Tanaman Perdu)	50	6	45	3
Tanaman D (Tanaman Pangan)	20	2	10	8

Penjelasan Tabel 1:

Tabel ini menunjukkan dampak pencemaran polusi udara terhadap beberapa jenis tanaman yang ada di Kawasan Kota Binjai. Tanaman C, yang merupakan tanaman perdu, mengalami kerusakan daun yang paling tinggi, yakni 50%, diikuti dengan jumlah daun yang gugur sebesar 45%. Tanaman B, yang merupakan tanaman hias, juga menunjukkan kerusakan signifikan, dengan 40% daun mengalami kerusakan. Sementara itu, Tanaman A dan Tanaman D memiliki tingkat kerusakan yang lebih rendah.

Hal ini mengindikasikan bahwa tanaman yang lebih sensitif terhadap kondisi udara tercemar, seperti tanaman perdu dan beberapa tanaman hias, akan lebih cepat mengalami kerusakan dibandingkan tanaman pangan atau tanaman hijau lainnya. Tingkat penurunan pertumbuhan juga cukup signifikan pada Tanaman C dan Tanaman B. Ini menunjukkan pentingnya pemilihan tanaman yang lebih tahan terhadap polusi udara ketika menanam di kawasan perkotaan, khususnya di Kota Binjai.

**Tabel 2. Kualitas Tanah di Kawasan Terkena Polusi Udara di Kota Binjai**

Lokasi Pengamatan	pH Tanah	Kadar Nutrisi (ppm)	Kelembaban Tanah (%)
Lokasi A (Taman Kota)	5,8	40	12
Lokasi B (Perumahan)	6,2	35	15



Lokasi C (Pabrik)	4,7	25	8
Lokasi D (Pertanian)	6,0	45	20

Penjelasan Tabel 2:

Tabel ini memperlihatkan variasi pH tanah, kadar nutrisi, dan kelembaban tanah di beberapa lokasi yang terkena dampak polusi udara di Kota Binjai. Lokasi yang berdekatan dengan industri, seperti Lokasi C (pabrik), menunjukkan kualitas tanah yang buruk, dengan pH tanah 4,7, kadar nutrisi 25 ppm, dan kelembaban tanah yang hanya 8%. Hal ini dapat mengarah pada rendahnya produktivitas pertanian atau tumbuhan yang tumbuh di area tersebut.

Sebaliknya, Lokasi D (pertanian) memiliki pH tanah yang lebih netral (6,0), kadar nutrisi yang lebih tinggi (45 ppm), dan kelembaban tanah yang lebih baik (20%). Kondisi ini menunjukkan bahwa tanah dengan kualitas yang lebih baik mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih optimal meskipun terpapar polusi udara. Pencemaran udara dapat mengubah pH tanah dan mengurangi nutrisi yang tersedia bagi tanaman, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi kesehatan dan perkembangan tanaman yang ada di sana.

**Tabel 3. Perubahan Tinggi Tanaman dan Diameter Batang pada Lokasi Terpapar Polusi Udara**

Jenis Tanaman	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm)	Rata-rata Diameter Batang (cm)	Persentase Penurunan Pertumbuhan (%)
Tanaman A (Tanaman Hijau)	70	4,5	10%
Tanaman B (Tanaman Hias)	65	3,8	15%
Tanaman C (Tanaman Perdu)	45	3,2	25%
Tanaman D (Tanaman Pangan)	80	5,0	5%

Penjelasan Tabel 3:

Tabel ini menggambarkan respons tanaman terhadap pencemaran udara berdasarkan perubahan tinggi tanaman dan diameter batang. Tanaman D (tanaman pangan) mengalami penurunan pertumbuhan yang paling sedikit, hanya 5%, dengan tinggi tanaman mencapai 80 cm dan diameter batang 5,0 cm, menunjukkan bahwa tanaman pangan lebih tahan terhadap

polusi udara. Sementara itu, Tanaman C (tanaman perdu) mengalami penurunan yang lebih besar, yakni 25%, dengan tinggi tanaman hanya mencapai 45 cm.

Dari data ini, dapat disimpulkan bahwa beberapa jenis tanaman menunjukkan ketahanan lebih terhadap pencemaran udara, terutama jenis tanaman pangan yang memiliki kemampuan adaptasi lebih tinggi. Sebaliknya, tanaman perdu dan beberapa tanaman hias menunjukkan sensitivitas yang lebih tinggi, yang mempengaruhi pertumbuhannya. Oleh karena itu, pemilihan jenis tanaman yang cocok dengan kondisi udara yang tercemar menjadi kunci dalam mitigasi dampak polusi udara di kawasan perkotaan.

**Tabel 4. Respon Tumbuhan Terhadap Pencemaran Polusi Udara: Keterkaitan dengan Kadar Karbon Dioksida di Udara**

Jenis Tanaman	Kadar Karbon Dioksida (ppm)	Penurunan Kadar Fotosintesis (%)	Produksi Oksigen (g/hari)
Tanaman A (Tanaman Hijau)	400	10%	25
Tanaman B (Tanaman Hias)	500	20%	22
Tanaman C (Tanaman Perdu)	600	35%	15
Tanaman D (Tanaman Pangan)	350	5%	30

Penjelasan Tabel 4:

Tabel ini menghubungkan kadar karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) di udara dengan respons tanaman dalam hal fotosintesis dan produksi oksigen. Tanaman A (tanaman hijau) dan Tanaman D (tanaman pangan) memiliki kadar karbon dioksida yang lebih rendah (400 ppm dan 350 ppm) dibandingkan dengan tanaman lain yang terpapar polusi lebih tinggi. Hasilnya, kedua jenis tanaman ini menunjukkan penurunan fotosintesis yang lebih rendah dan mampu menghasilkan oksigen dalam jumlah yang lebih banyak.

Di sisi lain, Tanaman C (tanaman perdu), yang terpapar polusi udara lebih tinggi dengan kadar CO<sub>2</sub> mencapai 600 ppm, mengalami penurunan fotosintesis yang signifikan sebesar 35% dan menghasilkan oksigen lebih sedikit, yaitu hanya 15 gram per hari. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman yang berada di daerah dengan polusi udara tinggi akan mengalami kesulitan dalam proses fotosintesis dan menghasilkan oksigen, yang berdampak pada kesehatannya. Kondisi ini memperlihatkan bahwa polusi udara, khususnya peningkatan kadar karbon

dioksida, memiliki dampak yang besar terhadap keberlangsungan hidup tanaman, yang akhirnya berpengaruh pada kualitas udara.

## 5. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa Tumbuhan di kawasan Kota Binjai menunjukkan respons yang beragam terhadap pencemaran udara, bergantung pada jenis dan tingkat adaptasi masing-masing spesies. Polusi udara yang disebabkan oleh aktivitas transportasi dan industrialisasi memengaruhi fisiologi tanaman, seperti penurunan kandungan klorofil, luas daun, dan laju fotosintesis. Tumbuhan yang lebih sensitif menunjukkan kerusakan visual, seperti bercak pada daun, yang menjadi indikator stres lingkungan. Sebaliknya, tanaman toleran, seperti bambu dan sansevieria, memiliki kapasitas untuk menyerap gas pencemar, menjadikannya solusi alami untuk mengurangi dampak buruk pencemaran udara di kawasan perkotaan.

Upaya pelestarian lingkungan di Kota Binjai memerlukan pendekatan yang komprehensif, termasuk penanaman tanaman yang toleran terhadap polusi secara lebih masif dan pengelolaan ruang hijau yang terencana. Selain sebagai bioindikator, tanaman ini memiliki potensi signifikan dalam memperbaiki kualitas udara dan menciptakan lingkungan yang lebih sehat. Kombinasi perencanaan tata kota yang baik, pelibatan masyarakat dalam menjaga ekosistem hijau, serta pengurangan emisi kendaraan dan industri adalah langkah strategis untuk mengatasi masalah pencemaran udara secara berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, S., & Putra, I. (2021). Analisis Fisiologis Tanaman terhadap Lingkungan Tercemar. *Jurnal Agroekoteknologi Tropis*, 17(3), 147–157.
- Aulia, D., & Fitri, N. (2022). Hubungan Tingkat Polusi dengan Produksi Oksigen oleh Vegetasi Perkotaan. *Jurnal Kehutanan*, 13(1), 81–89.
- Badi'ah, N., & Yusron, M. (2019). Toleransi Berbagai Tanaman Hias terhadap Polutan Karbon Monoksida (CO) di Kecamatan Tembalang dan Banyumanik, Kota Semarang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(4), 172–184.
- Fajri, N., et al. (2022). Polutan Udara dan Tingkat Kerusakan Stomata pada Tanaman Hias. *Jurnal Lingkungan Tropis*, 20(4), 234–241.
- Harahap, R. S., et al. (2019). Evaluasi Dampak NO<sub>2</sub> terhadap Aktivitas Tanaman. *Jurnal Biologi dan Lingkungan*, 25(2), 64–74.

- Hasanah, I., et al. (2021). Kajian Dampak Polusi SO<sub>2</sub> pada Tanaman Padi di Subang. *Jurnal Tanah dan Air*, 23(3), 147–155.
- Irawan, B., & Suryadi, N. (2020). Pengaruh Kualitas Udara terhadap Pola Pertumbuhan Daun di Kota Medan. *Jurnal Biologi Indonesia*, 7(2), 44–57.
- Iskandar, M., et al. (2021). Polusi Udara di Kawasan Industri dan Respons Tanaman. *Jurnal Analisis Lingkungan*, 22(3), 190–199.
- Kartika, R., & Suwondo, E. (2021). Pengaruh Pencemaran Udara pada Wilayah Perkotaan terhadap Pertumbuhan. *Jurnal Ekologi Hutan*, 6(2), 31–40.
- Lestari, D. A., et al. (2019). Efek Polusi Udara terhadap Penurunan Produksi Fotosintesis. *Jurnal Ilmu Hayati dan Lingkungan*, 15(1), 21–30.
- Miranti, W., & Rachmawati, T. (2022). Faktor Lingkungan dan Stomatal Response. *Jurnal Agroindustri*, 12(3), 142–151.
- Nugroho, D., & Astuti, M. (2020). Perubahan Morfologi Daun Tanaman Akibat Pencemaran Udara. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 18(3), 303–310.
- Purwanto, I., & Wijaya, M. (2021). Analisis Stomata Tanaman pada Kawasan dengan Polusi Tinggi. *Jurnal Bioteknologi Tropika*, 13(2), 89–97.
- Rahman, F., & Dewi, R. (2021). Studi Kandungan Gas CO pada Beberapa Tumbuhan di Wilayah Industri. *Jurnal Ekologi Indonesia*, 9(4), 187–200.
- Rahmat, M. T., & Kusuma, W. (2022). Indeks Klorofil sebagai Indikator Polusi Udara. *Jurnal Botani Indonesia*, 11(1), 19–27.
- Siregar, H. B., et al. (2022). Peningkatan Toleransi Polusi Udara pada Tanaman di Wilayah Urban. *Jurnal Agron*, 12(1), 59–67.
- Subagyo, T., & Susilo, D. (2020). Studi Toleransi Tanaman Terhadap Gas CO<sub>2</sub>. *Jurnal Tanaman dan Lingkungan*, 18(4), 210–219.
- Sukma, Y., & Pratama, F. (2020). Deteksi Pencemaran Udara Menggunakan Bioindikator Tanaman. *Jurnal Teknologi Hijau*, 8(1), 45–52.
- Susanti, L., & Fahmi, S. (2020). Interaksi Pencemaran dan Stres Tumbuhan di Area Perkotaan. *Jurnal Biologi Tropis*, 9(3), 58–65.
- Yusman, R., & Haryanto, A. (2020). Respon Vegetasi terhadap Asap Kendaraan Bermotor. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan*, 14(2), 134–140.