

## ANALISIS ENERGI GREEN BUILDING TANAMAN LEE KWAN YEW TERHADAP PANAS (THERMAL) DAN KELEMBABAN (HUMIDITY) STUDI KASUS: KOPITIAM DAN X.O SUKI DIMSUM KENTEN GOLF PALEMBANG

Surya Darma<sup>1</sup>, Taufik Toha<sup>2</sup>, Armin Sofijan<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Doktoral Program Studi Ilmu Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang

<sup>2</sup> Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya, Palembang

<sup>3</sup> Teknik Elektro, Universitas Sriwijaya, Palembang

Corresponding Author: [03013682227007@student.unsri.ac.id](mailto:03013682227007@student.unsri.ac.id)

**ABSTRAK:** Salah satu konsep yang muncul untuk mendukung pembangunan rendah karbon adalah *Green Building*, yang mencakup kebijakan dan program yang meningkatkan efisiensi energi, air, dan material bangunan serta peningkatan penggunaan teknologi rendah karbon. Menurut Blanc (2008), taman vertikal, juga dikenal sebagai taman hijau vertikal, adalah tanaman yang disusun secara tegak untuk mengimbangi lingkungan dan mampu menciptakan iklim mikro tertentu di sekitarnya. *Vertical garden* adalah ide bagus untuk membuat lingkungan perkotaan tampak alami. Untuk melindungi dinding kaca dari cahaya matahari, tanaman Lee Kwan Yew banyak digunakan untuk taman vertikal di dinding kantor dan gedung tinggi. Vertical Greenery System memiliki empat efek utama: pembayangan, pendinginan, insulasi, dan penahan angin. Dalam hal penghematan energi, efek pembayangan dianggap sebagai dampak yang paling signifikan dari vertical greenery system. Efek pembayangan yang dihasilkan oleh tanaman, yang mampu menyerap radiasi matahari pada permukaan bangunan, adalah subjek hampir semua analisis studi sebelumnya VGS dapat mengurangi konsumsi energi AC dan berfungsi sebagai insulator panas saat cuaca dingin. Jika suhu ruangan turun 1°C, akan ada penurunan konsumsi energi sekitar 5,2–6,2%. Penurunan suhu tertinggi adalah 1,2°C, yang menunjukkan penurunan konsumsi energi terbesar adalah 6,2–7,44%, dan penurunan suhu rata-rata adalah 0,3°C, yang menunjukkan penurunan konsumsi energi sekitar 1,56–1,92%.

**ABSTRACT:** Green Building is one of the emerging concepts to support low-carbon development, namely through policies and programs to improve energy, water and building material efficiency and to increase the use of low-carbon technologies. Vertical gardens or vertical greenery according to (Blanc, 2008) are plants that are arranged vertically to balance the environment so as to create a specific microclimate around it. Vertical gardens can be used as an idea to make an urban environment look natural. Lee Kwan Yew plants have been widely used for vertical gardens on office walls and tall buildings to protect glass walls from sun exposure. The Vertical Greenery System has four main effects: shading, cooling, insulation and windbreak. In terms of energy saving, shadowing effect is considered as the most significant impact of the vertical greenery system. The shading effect produced by plants, which are capable of absorbing solar radiation on building surfaces, is the subject of almost all the analyzes of previous studies. In hot weather, VGS can reduce the energy consumption of air conditioners and become a heat insulator in cold weather. If the room temperature drops by 1°C, it will reduce energy consumption by around 5.2–6.2%. In this study, the highest temperature reduction was 1.2°C, which means that the greatest reduction in energy consumption was 6.2–7.44%. The average temperature drop is 0.3°C, which means a reduction in energy consumption of around 1.56–1.92%.

Key words : *green building, Lee Kwan Yew, thermal, humidity*

### PENDAHULUAN

Provinsi Sumatera Selatan merupakan provinsi tropis yang rata-rata kondisi cuaca berada pada tingkat kepanasan tertinggi di angka 32°C hingga 33°C dan tingkat kesejukan terendah di angka 24°C hingga 23°C. Hal ini menjadikan penggunaan Air Conditioner di Provinsi Sumatra Selatan meningkat disebabkan oleh cuaca yang cukup panas. Sebelum itu Green Building merupakan konsep pembangunan infrastruktur yang

ramah lingkungan yang dapat mengurangi globalisasi pada bumi. Dari perspektif lingkungan, bangunan hijau membantu meningkatkan keanekaragaman hayati perkotaan dan melindungi ekosistem melalui penggunaan lahan yang berkelanjutan (Henry et al, 2012). Bangunan hijau umumnya memberikan kinerja yang lebih tinggi tercermin dari efisiensi energi, efisiensi air dan pengurangan emisi karbon. Sejumlah besar emisi CO<sub>2</sub> dapat dikurangi (berasal dari efisiensi

energi) jika alat pemeringkat LEED diadopsi di semua pekerjaan konstruksi baru di Seoul (Bianchini et al, 2012). Penyebab utama meningkatnya penggunaan AC (Air Conditioner) di Provinsi Sumatra Selatan adalah meningkatnya suhu atau temperatur udara di Provinsi Sumatra Selatan. Hal ini juga disebabkan banyaknya kegiatan industri yang berlangsung yang disebabkan oleh polusi industri yang meningkat. Oleh karena itu, perlu adanya asimilasi karbon yang disebabkan oleh meningkatnya penggunaan AC disetiap gedung yang ada di Provinsi Sumatra Selatan dengan menerapkan sistematika bangunan hijau yang ramah lingkungan supaya mampu mengurangi penggunaan AC dan menciptakan suasana nyaman dan relaks dengan efisiensi penggunaan tumbuhan atau tanaman hijau disekitar gedung. Maka dari itu, dalam penelitian ini akan menganalisis serta mengembangkan teknologi bangunan hijau (Green Building) yang dapat mengassimilasi penggunaan karbon yang terdapat pada spesifikator AC (Air Conditioner) dengan efisiensi tumbuhan atau tanaman hijau disekitar bangunan gedung infrastruktur. Adapun judul penelitian ini “Analisis Energi Green Building Tanaman Lee Kwan Yew Terhadap Panas (Thermal) Dan Kelembaban (Humidity) Studi Kasus: Kopitiam Dan X.O Suki Dimsum Kenten Golf Palembang.”

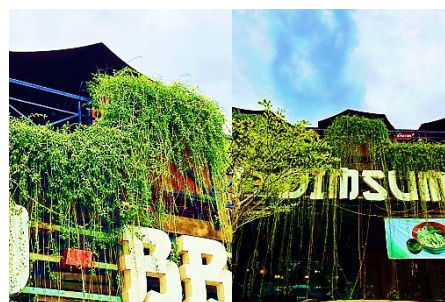
## TINJAUAN PUSTAKA

Salah satu konsep yang muncul untuk mendukung pembangunan rendah karbon adalah *Green Building*, yang mencakup kebijakan dan program yang meningkatkan efisiensi energi, air, dan material bangunan serta peningkatan penggunaan teknologi rendah karbon. Selain menguntungkan lingkungan, penerapan gedung hijau mengurangi biaya operasional dan perawatan gedung. Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 8 tahun 2010 tentang Kriteria dan Sertifikasi Bangunan Ramah Lingkungan, bangunan ramah lingkungan (juga disebut sebagai *Green Building*) adalah bangunan yang menerapkan prinsip lingkungan dalam perancangan, pembangunan, pengoperasian, dan pengelolaan, dan yang memasukkan elemen penting untuk menangani dampak perubahan iklim.

Untuk melindungi dinding kaca dari cahaya matahari, tanaman Lee Kwan Yew banyak digunakan untuk taman vertikal di dinding kantor dan gedung tinggi. Orang-orang mulai menggunakannya untuk membuat taman vertikal di rumah mereka juga. Tanaman Lee Kwan Yew, yang juga dikenal sebagai *Vernonia elliptica*, berasal dari negara-negara India, Myanmar, dan Thailand. Selain itu, ada nama lain untuknya, seperti *Vernonia Pemanjat*, *Parda Bel*, *Bridal Veil Creeper*, dan *Curtain Creeper* (Lau and Frohlich, 2012 dalam Prasetyaningsih dan Sitawati, 2019). Salah satu

metode memperbanyak tanaman Lee Kwan Yew adalah dengan stek batang. Namun, belum ada laporan tentang seberapa efektif metode ini. Stek batang adalah salah satu jenis pembiakan vegetatif. Karena pertumbuhan yang lebih cepat, penanaman stek batang lebih efektif daripada metode lain. Bibit dapat diberikan dalam volume besar dan dapat dilakukan di mana pun ada sumber stek. Jarak pemotongan dari kedua mata tunas bagian atas dan bawah sekitar 2-2,5 cm adalah komponen yang harus diperhatikan untuk kesuksesan pembiakan vegetatif dengan stek (Setiadi, 2007 dalam Prasetyaningsih dan Sitawati, 2019).

Keberhasilan pertumbuhan stek batang Lee Kwan Yew benar-benar dipengaruhi oleh perawatan posisi penanaman dan pemberian zat pengatur tumbuh. Karena jumlah mata tunas yang ditanam, posisi penanaman stek horizontal menghasilkan lebih banyak tanaman Lee Kwan Yew. Persentase keberhasilan tumbuh lebih dari 80% di kedua posisi penanaman vertikal dan horizontal sejak 58 HST. Dengan penambahan Root-Up pada 86 jam, posisi penanaman vertikal meningkatkan pertumbuhan dan hasil stek. Ini menunjukkan persentase keberhasilan tumbuh 98,33%, jumlah tunas lebih dari 3, panjang tanaman rata-rata 148,72 cm, jumlah daun 56,15 helai, panjang akar rata-rata 32,63 cm, dan bobot kering akar 1,71 gram per tan (Prasetyaningsih dan Sitawati, 2019).



Gambar 2.1. Tanaman Merambat *Vernonia Elliptica* (Lee Kwan Yew) (Sumber: Gedung Kopitiam dan X.O Suki Dimsum Palembang, Indonesia.)

## Kajian Preseden Green Building

### Suhu (Temperatur)

Suhu dapat diukur dengan termometer dan menunjukkan derajat panas suatu benda. Suhu adalah besaran termodinamika yang menunjukkan besarnya energi kinetik translasi rata-rata molekul dalam system gas (Pudjaatmaka, 2002 dalam Sunardi, 2017). Energi yang dimiliki suatu benda ditunjukkan oleh suhunya, yang dapat diamati secara mikroskopis. Setiap atom dalam suatu benda bergerak, baik dalam bentuk getaran atau perpindahan. Suhu suatu benda meningkat seiring dengan energi atomatom penyusunnya. Temperatur

udara dan temperatur radiasi adalah faktor iklim yang mempengaruhi kenyamanan termal. Lingkungan fisik, aspek personal, dan lainnya dipengaruhi oleh faktor-faktor ini sebagai berikut (Ginting et al,2020):

1. Temperatur Udara (Ta)  
Faktor utama yang mempengaruhi kenyamanan di dalam suau adalah temperatur udara. Suhu udara di setiap tempat bervariasi karena berbagai faktor, termasuk arah angin, ketinggian, awan, lamanya penyinaran, arus laut, dan sudut datang sinar matahari. Alat pengukur suhu dan kelembaban udara Thermorecorder digunakan untuk mengukur suhu.
2. Temperatur Radiasi (Tr)  
Suhu ruangan dipengaruhi secara signifikan oleh suhu radiasi. Panas ini biasanya berasal dari radiasi matahari.

Surya Darma, et al.

Kelembabaan (Humidity)

Kelembaban adalah tingkat keadaan lingkungan udara basah yang disebabkan oleh uap air. Temperatur sangat memengaruhi tingkat kejenuhan. Grafik yang menunjukkan tingkat kejenuhan tekanan uap air terhadap suhu Pemadatan akan terjadi jika tekanan uap parsial sama dengan tekanan uap air yang jenuh. Kelembaban relatif (RH) adalah prosentase perbandingan antara tekanan uap air parsial dan tekanan uap air jenuh secara matematis. Ada banyak definisi kelembaban. Persentase uap air relatif adalah rasio dari jumlah uap air yang terkandung dalam volume tersebut dibandingkan dengan jumlah uap air maksimum yang dapat terkandung dalam volume tersebut selama saturasi. Selain itu, relative humidity adalah persentase rasio dari tekanan uap air saat pengukuran dan saat saturasi.

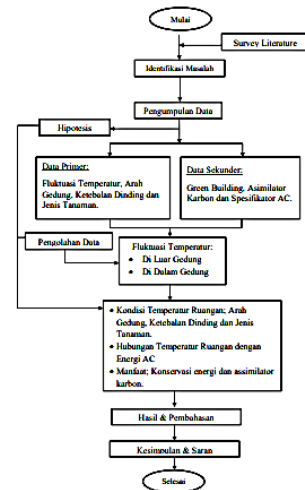
Human Comfort

Dengan mengingat bahwa tubuh manusia membutuhkan kenyamanan termal, manusia menciptakan lingkungan binaan yang memenuhi kebutuhan ini, baik di dalam maupun di luar bangunan. Perancangan taman kota menunjukkan kemampuan manusia untuk mengolah lingkungan untuk memenuhi kebutuhan termal manusia. Sebagai tempat publik yang baik, taman kota harus dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan yang beragam dari setiap pengunjung (Sastrawan dan Mustika, 2018).

Tabel 2.1. Standar Kenyamanan SNI 03-6572-2001

Kriteria	Temperatur Efektif (Te)	Kelembaban (Rh)
Sejuk-Nyaman	20,5°C-22,8°C	50%
Ambang Atas	24°C	80%
Nyaman-Optimal	22,8°C-25,8°C	70%
Ambang Atas	28°C	
Panas-Nyaman	25,8°C-27,1°C	60%
Ambang Atas	31°C	

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian

Langkah I

Pada langkah ini, mulailah dari survei literatur daripada mencoba mengidentifikasi bahkan atau masalah yang terjadi pada proyek dengan pertanyaan penelitian. Setelah itu, pastikan dengan literature review untuk mendapatkan hipotesis sehingga kita tahu bagaimana menetapkan variabel dan literatur seperti jenis tanaman hijau, ketebalan dindingnya, arah gedung dan fluktuasi dari temperatur sebagai data primer sedangkan mencari tahu tentang Green Building, Asimilasi karbon dan spesifikasi AC (*Air Conditioner*) merupakan sebagai data sekunder

Langkah II

Pada langkah ini, dilanjutkan dengan pembuktian laboratorium dimana terdapat pengecekan fluktuasi temperature terhadap gedung seperti pengujian temperature dalam gedung dan luar gedung. Kemudian, pengujian arah gedung dimana arah ini ditentukan mulai dari pukul 8.00 am, 11.00 am, 12.00 pm, 13.00 pm, 14.00 pm, 15.00 pm, 16.00 pm dengan putaran sudut mengikuti arah pukul waktu yang telah ditentukan dengan Pengujian maket bangunan dengan luas 1 m<sup>2</sup> pada sampel 1/2 bata di jam yang sama dengan sampel sebelumnya dengan putaran sudut mengikuti

arah pukul waktu yang telah ditentukan. Selanjutnya pengujian terhadap pengaruh tanaman hijau merambat di objek gedung.

Langkah III

Pada langkah ini, dilakukan pengujian hubungan antara temperature dengan energi konservasi AC (*Air Conditioner*) serta mengetahui manfaat dari konservasi energy dan asimilasi karbon.

Perlakuan	Persentase (%) Pada Umur (hst)				
	30	44	58	72	86
Vertikal + Non-ZPT	41,67 b	50,00 a	83,33 ab	86,67 ab	86,67 a
Vertikal + Root-Up	71,67 d	76,67c	96,67 b	98,33 c	98,33 b
Vertikal + Air Kelapa	23,33 a	45,00 a	70,00 a	78,33 a	83,33 a
Horizontal + Non-ZPT	53,33 c	61,67 b	88,33 b	91,67 bc	91,67 ab
Horizontal + Root-Up	61,67 cd	76,67 c	90,00 b	91,67 bc	96,67 b
Horizontal + Air Kelapa	35,00 b	45,00 a	85,00 b	90,00 bc	90,00 ab
<b>BNT 5%</b>	11,11	11,04	13,77	11,36	9,76

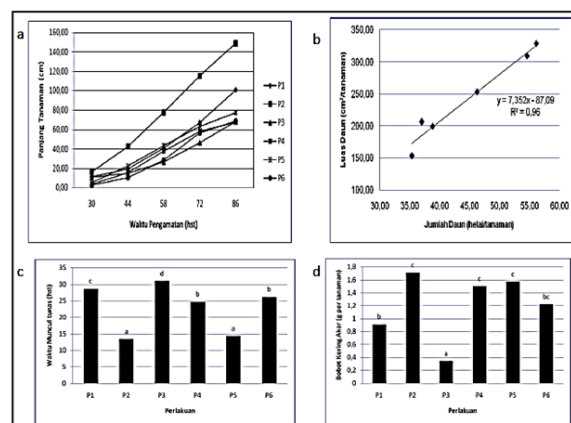
Langkah IV

Pada langkah ini, dilanjutkan dengan menganalisis semua data sehingga didapatkan pembahasan mengenai “Analisis Energi Green Building Tanaman Lee Kwan Yew Terhadap Panas (Thermal) Dan Kelembaban (Humidity) Studi Kasus: Kopitiam Dan X.O Suki Dimsum Kenten Golf Palembang.” serta terdapat kesimpulan dan saran dalam penelitian ini.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Menurut analisis ragam yang dilakukan oleh Lee Kwan Yew pada persentase keberhasilan tumbuh stek batang tanaman, penggunaan berbagai zat pengatur tumbuh dan posisi penanaman benar-benar memengaruhi persentase keberhasilan tumbuh yang dihasilkan pada umur tanaman yang diamati. Tabel 4.1 menunjukkan tabel rata-rata keberhasilan tumbuh yang menunjukkan bahwa tanaman Lee Kwan Yew yang ditanam dengan penambahan Root-Up memberikan nilai keberhasilan tumbuh lebih dari 80% dalam waktu dua bulan. Persentase keberhasilan tumbuh menunjukkan kemampuan bahan tanam untuk tumbuh, sehingga dapat menunjukkan keberhasilan stek batang Lee Kwan Yew. Pemberian zat pengatur tumbuh sintetik seperti Root-Up dapat menjadi pilihan yang baik untuk mendapatkan persentase keberhasilan tumbuh yang tinggi. Hal ini sejalan dengan apa yang

dikatakan Ramadan, Kendarini dan (Ashari, 2016) dalam Prasetyaningsih dan (Sitawati, 2019) bahwa zat pengatur tumbuh sintetik adalah komponen lingkungan yang dapat mempengaruhi tingkat keberhasilan stek.



Gambar 4.1. Metode Pengembangan Tanaman Lee Kwan Yew

Tabel 4.1. Pengaruh Posisi Penanaman dan Zat Pengatur Tumbuh pada Persentase Rata-Rata Keberhasilan Tumbuh Tanaman Lee Kwan Yew

Analisis Energi Green Building Tanaman Lee Kwan Yew Terhadap Panas (Thermal) dan Kelembaban (Humidity)

(*Vermonia Elliptica*)

Analisis ragam pada jumlah tunas dan panjang tanaman pada stek batang tanaman Lee Kwan Yew (*Vernonia elliptica*) dalam semua umur pengamatan tanaman menunjukkan bahwa penggunaan berbagai posisi penanaman dan zat pengatur tumbuh benar-benar memengaruhi jumlah tunas dan panjang tanaman yang dihasilkan. Tabel 4.2 menunjukkan bahwa tanaman Lee Kwan Yew yang ditanam pada posisi vertikal dengan penambahan Root-Up mencapai panjang dan jumlah tunas tertinggi, masing-masing 30, 44, 58, 72 dan 86 hst.

Menurut analisis yang dilakukan pada stek batang tanaman Lee Kwan Yew (*Vernonia elliptica*), penggunaan berbagai zat pengatur tumbuh dan posisi penanaman benar-benar memengaruhi jumlah dan luas daun. Pada parameter komponen hasil mengenai panjang akar yang dilakukan pada 90 hst, diketahui bahwa perlakuan vertikal dan horizontal dengan penambahan Root-Up menghasilkan hasil akar yang paling panjang (Tabel 4.3). Ini diduga karena auksin pada Root-Up mempengaruhi proses pemanjangan akar, dan IBA dalam Root-Up akan menstimulasi pemanjangan akar pada tanaman Lee Kwan Yew.

Tabel 4.2 Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh dan Posisi Penanaman pada Persentase Rata-Rata Jumlah Tunas Tanaman Lee Kwan Yew (*Vermonia Elliptica*)

Perlakuan	Jumlah (tunas/stek) Pada Umur (hst)
-----------	-------------------------------------

	30	44	58	72	86
Vertikal + Non-ZPT	2,55 bc	2,80 b	3,35 bc	3,85 cd	3,85 cd
Vertikal + Root-Up	3,25 c	3,60 c	4,05 c	4,70 d	4,70 d
Vertikal + Air Kelapa	1,90 ab	2,75 b	2,70 b	3,00 bc	3,00 bc
Horizontal + Non-ZPT	1,45 a	1,65 a	1,70 a	2,20 ab	2,45 ab
Horizontal + Root-Up	2,40 b	2,55 b	2,65 b	2,75 ab	2,75 ab
Horizontal + Air Kelapa	1,55 a	1,65 a	1,60 a	1,85 a	1,85 a
<b>BNT 5%</b>	0,83	0,71	0,84	1,06	1,02

Tabel 4.3. Persentase Panjang dan Jumlah Akar Rata-rata Tanaman Lee Kwan Yew (*Vermonia Elliptica*) Karena Posisi Penanaman dan Zat Pengatur Tumbuh

Perlakuan	Panjang Akar (cm)	Jumlah Akar (buah/stek)
Vertikal + Non-ZPT	30,83 bc	8,85 a
Vertikal + Root-Up	32,63 c	18,75 b
Vertikal + Air Kelapa	25,95 a	9,35 a
Horizontal + Non-ZPT	28,07 ab	10,70 a
Horizontal + Root-Up	32,47 c	25,40 c
Horizontal + Air Kelapa	27,55 ab	11,10 a
<b>BNT 5%</b>	3,29	4,57

Pengaruh *Vertical Garden* (*Lee Kwan Yew*) Terhadap Lingkungan Gedung Kopitiam dan X.O Suki Dimsum Palembang, Indonesia

*Vertical garden*, sebagai alternatif penghijauan, berdampak pada lingkungan gedung Central Pavilion, seperti yang ditunjukkan di bawah ini:

1. Kehidupan manusia membutuhkan udara dengan banyak oksigen. Salah satu syarat kenyamanan termal adalah pergerakan udara yang terus menerus untuk mengeluarkan panas yang berlebihan dari tubuh. Bangunan, langit-langit, dinding, dan lantai dapat membatasi pergerakan udara, yang membuat pergerakannya lamban dan menyebabkan ketidaknyamanan. Untuk mengoptimalkan kecepatan pergerakan udara baik di dalam maupun di luar bangunan, taman vertikal sangat penting bagi bangunan. Mereka juga meningkatkan kelembaban udara dan menurunkan suhu dengan mengurangi perpindahan panas antara bangunan dan lingkungan sekitar dan melindungi dari radiasi sinar matahari. Selain itu, mereka dapat berfungsi sebagai pengganti udara baru dan udara yang telah terkontaminasi suhu.

2. Sebuah taman berdiri dapat mengurangi radiasi matahari dan memberikan efek pendinginan alami bagi area bangunan. Aliran udara dalam bangunan disebabkan oleh kecenderungan udara untuk bergerak dari area bertekanan rendah ke area bertekanan tinggi. Penghalang yang didirikan tegak lurus terhadap arah angin dan angin dari atas atau luar bangunan yang akan dilindungi adalah cara terbaik untuk mengurangi kecepatan angin sekitar bangunan. Dalam kasus ini, taman vertikal berfungsi untuk melindungi bangunan dari laju aliran udara panas.

3. *Vertical garden* mendukung *green building*. Bangunan hijau bukan sebatas bangunan hijau; mereka juga mencakup sistem perencanaan dan perancangan, lokasi, penggunaan prinsip hemat energi, dan dampak positif terhadap lingkungan, ekonomi, dan sosial. *Green building* juga mencakup bangunan dengan perancangan yang berfokus pada kualitas dan kenyamanan udara. Rumah hijau menggunakan bahan-bahan non-toksik untuk meningkatkan kualitas udara dan mengurangi penyakit akibat udara kotor seperti asma, alergi, dan sindrom bangunan sakit.



Gambar 4.2. Dokumentasi Perletakan Tanaman Lee Kwan Yew Pada Gedung Kopitiam dan X.O Suki Dimsum Palembang, Indonesia.. (Sumber: Kopitiam dan X.O Suki Dimsum Palembang)



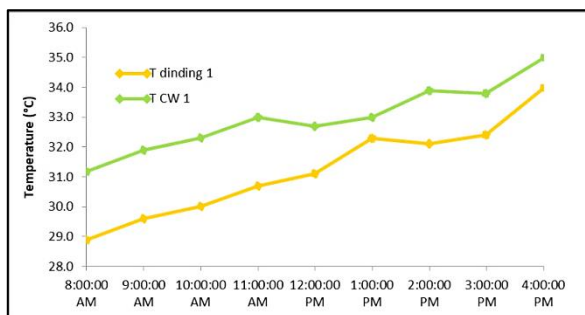
Gambar 4.3. Dokumentasi Tampak Depan Tanaman Lee Kwan Yew Pada Gedung Kopitiam dan X.O Suki Dimsum Palembang, Indonesia.. (Sumber: Kopitiam dan X.O Suki Dimsum Palembang)

*Hubungan antara Tanaman Lee Kwan Yew Terhadap Panas Termal (Temperatur) dan Kelembaban (Humidity) pada Gedung Kopitiam dan X.O Suki Dimsum Palembang, Indonesia.*

Tabel 4.1 menunjukkan nilai relatif suhu dan kelembapan rata-rata di luar bangunan selama tiga hari waktu pengambilan data, dan Gambar 4.4 menggambarkan perbandingan suhu rata-rata dinding kontrol dan dinding luar bangunan. Di antara pukul 10.00 dan 11.00, dinding kontrol dan dinding GF mengalami suhu paling tinggi 2,4°C. Namun, suhu paling rendah turun menjadi 0,7°C pada pukul 13.00.

Tabel 4.4. Perbandingan Rata-rata Suhu dengan Kelembaban per hari Di Bagian Luar Bangunan

Waktu	Suhu Ambien °C	Suhu Dinding °C	Suhu Substrat °C	Suhu Kontrol Dinding °C	RH %
8:00:00 AM	30,8	28,9	31,4	31,2	57,6
9:00:00 AM	31,2	29,6	31,8	31,9	59,4
10:00:00 AM	31,5	30,0	33,1	32,3	60,6
11:00:00 AM	32,9	30,7	33,4	33,0	59,6
12:00:00 PM	31,7	31,1	32,3	32,7	61,2
1:00:00 PM	34,6	32,3	34,0	33,0	49,4
2:00:00 PM	35,5	32,1	35,5	33,9	
3:00:00 PM	33,1	32,4	33,7	33,8	52,6
4:00:00 PM	33,2	34,0	34,1	35,0	53,2



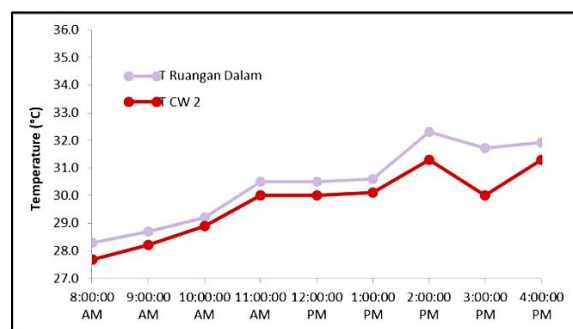
Gambar 4.4. Grafik Perbandingan antara Suhu (Temperature) dengan Dinding 1 dan Kontrol Dinding

Tabel 4.5 menunjukkan nilai relatif temperatur dan kelembapan rata-rata pada bagian dalam bangunan selama tiga hari waktu pengambilan data. Suhu ruangan 1 menunjukkan suhu ruangan satu meter dari dinding GF yang dipasang, dan suhu ruangan 2 menunjukkan suhu dinding bagian dalam di luar bangunan GF yang dipasang, dengan perbedaan rata-rata 1,8°C.

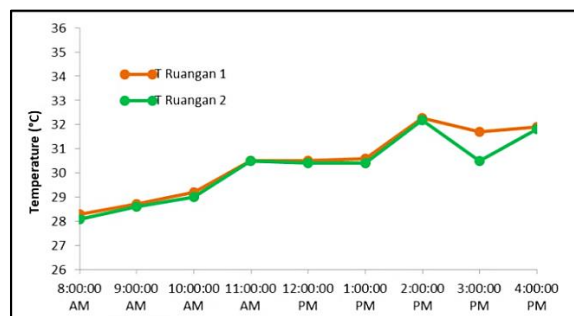
Tabel 4.5. Perbandingan Rata-rata Suhu dengan Kelembaban per hari Di Bagian Dalam Bangunan

Waktu	Suhu Ambien	Suhu Dinding	Suhu Substrat	Suhu Kontrol Dinding	RH
	°C	°C	°C	°C	%
8:00:00 AM	28.1	28.3	27.7	28.6	61.7
9:00:00 AM	28.6	28.7	28.2	28.8	64.5
10:00:00 AM	29	29.2	28.9	29.1	66.9
11:00:00 AM	30.5	30.5	30.0	30.3	54.1
12:00:00 PM	30.4	30.5	30.0	30.3	59.3
1:00:00 PM	30.4	30.6	30.1	30.6	54.4
2:00:00 PM	32.2	32.3	31.3	32	49.8
3:00:00 PM	30.5	31.7	30.0	31.5	55.4
4:00:00 PM	31.8	31.9	31.3	31.7	56.5

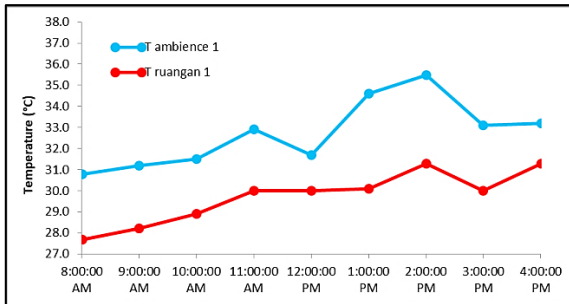
Grafik perbandingan suhu rata-rata antara dinding 2 dan dinding kontrol 2 ditunjukkan pada Gambar 4.5. Menunjukkan bahwa pada pukul 15.00, suhu paling tinggi mencapai 1,5°C dan suhu paling rendah mencapai 0,2°C, dengan perbedaan rata-rata 0,6°C. Sementara itu, grafik perbandingan suhu rata-rata di ruangan 1 dan 2 ditunjukkan pada Gambar 4.6. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6, suhu ruangan 1 dan 2 mengalami perbedaan suhu paling besar sebesar 1,2°C pada pukul 15.00 dan suhu paling kecil sebesar 0,0°C pada pukul 11.00, dengan perbedaan suhu rata-rata 0,3°C. Pemasangan VGS pada dinding bangunan dapat menurunkan suhu panas lingkungan yang ditransfer ke dalam ruangan. Gambar 4.7 menunjukkan bahwa pada pukul 13.00, VGS dapat menurunkan suhu paling tinggi 4,2°C dan suhu paling rendah 1,5°C, dengan perbedaan rata-rata 2,6°C.



Gambar 4.5. Grafik Perbandingan antara Suhu (Temperature) dengan Dinding Dalam dan Kontrol Dinding 2



Gambar 4.6. Grafik Perbandingan antara Suhu Ruang 1 dan Suhu Ruang 2



Gambar 4.7. Grafik Perbandingan Temperatur Ambien dan Ruangan

## KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa sistem hijau vertikal berfaçade hijau dapat membantu menurunkan suhu ruangan sebuah bangunan, dengan penurunan tertinggi sebesar 1,2°C dan penurunan rata-rata sebesar 0,3°C selama 8 jam kerja sistem. Fasad hijau hijau yang dipasang pada dinding bangunan dapat mengurangi konsumsi energi sebesar 1,56-1,92 % karena penggunaan AC, lebih baik daripada dinding yang tidak memiliki permukaan yang dipasang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Henry A, Frascaria-Lacoste N. Comparing Green Structures Using Life Cycle Assessment: A Potential Risk For Urban Biodiversity Homogenization. *Int J LifeCycle Assess* 2012;17(8); 949-50.
- Bianchini F, Hewege K. How Green Are The Green Roofs? Lifecycle Analysis of Green Roof Materials *Build Environ* 2012;48:57-65.
- Jian Z, Zhen-Yu Z. Renewable and Sustainable Energy Reviews: Green Building Research-Current Status and Future Agenda: A Review (2013).
- Bianchini F, Hewege K. How green are the green roofs Life cycle analysis of Green roof materials *Build Environ* 2012;48:57-65.
- Coelho A, de Brito J. Influence of construction and demolition waste management on the environmental impact of buildings. *Waste Manage* 2012;32(3):532-41.
- Akadiri PO, Olomolaiye PO. Development of sustainable assessment criteria for building materials selection. *Eng Construct Architect Manage*. 2012;19 (6):666-87.
- Sambas, Wirakusumah. *Fundamentals of Ecology, Supporting Knowledge Environmental sciences*. Jakarta: Indonesia University (UI Press). 2003

Suhedi, F. "CO<sub>2</sub> emissions from Domestic Energy Consumption". R & D Center. [sim.nilim.go.jp/GE/SEMI6/Paper/06-FEN.doc](http://sim.nilim.go.jp/GE/SEMI6/Paper/06-FEN.doc), 2016.

Juniah, R. "Cooperation of Perhapi with Master Program and Mining Engineering Department Unsri", Working Group Week IV Perhapi 2017, Palembang 12-13 October 2017.

Ghoustonjwani A.P, Rio Kusmara, & Wahyu Yanuar. (2011). *Teknologi Vertical Garden : Sustainable Design atau Hanya Sebuah Trend dalam Urban Life Style ?* Scan#2: 2011, 2 (Life Style and Architecture). Retrieved from <http://atmajayarchitecture.wordpress.com/>

Jayanti, A.V., Purnomo, E.P., Nurkasiwi, A. (2020). *Vertical Garden : Penghijauan Untuk Mendukung Smart Living Di Kota Yogyakarta*. Al-Imarah: Jurnal Pemerintahan dan Politik Islam. Vol. 5, No.1.

Firman, Saam Zulfan, Y. D. (2014). *Model Penghijauan Danau Sri Bandar Kayangan, Kecamatan Rumbai Pesisir Kota Pekanbaru*. (Universitas Riau: Pusat Penelitian Lingkungan Hidup, 2014).

Ghoustonjwani A.P, Rio Kusmara, & Wahyu Yanuar. (2011). *Teknologi Vertical Garden : Sustainable Design atau Hanya Sebuah Trend dalam Urban Life Style ?* Scan#2: 2011, 2 (Life Style and Architecture). Retrieved from <http://atmajayarchitecture.wordpress.com/>

Lestari, W. P. Marpaung, R. T. Yolida, *Pengaruh Vertical Garden Terhadap Suhu Ruangan Sebagai Lembar Kerja Materi Pemanasan Global*. (Universitas Lampung: Bioterdidik, 2019).

Yu Ziyue, Jiang Sijian, Liu Yu, Deng Xiangzheng, *Agricultural Restructuring For Reducing Carbon Emissions From Residents Dietary Consumption in China* (University of Nottingham Ningbo China: JCP 387, 2023, 135948).

Prasetyo. S.S, Kusmarini.Y, *Studi Efisiensi Dan Konservasi Energi Pada Interior Gedung P Universitas Kristen Petra*. (Universitas Kristen Petra: Jurnal Intra Vol.4 No.1, 2016).

Tiro. J.A, Mukhlis. B, Kali. A, M. Maryantho, Mahmudi. I, *Konservasi Energi Listrik Bangunan Gedung Kantor Bupati Tojo Una-Una*. (Universitas Tadulako: Bioterdidik, 2019).

Suharyati, Pambudi, S. H., Wibowo, J. L., Pratiwi, N. I., Et all, *Buku Energi Outlook Indonesia 2022* (Biro Fasilitasi Kebijakan Energi dan Persidangan Sekretariat Jendral Dewan Energi Nasional, 2022).

Febrianti D dan Samsunan. 2019. *Green Building Performance Analysis in The Stimi Campus*

- Building. International Conference on Science Engineering and Technologi. Pekanbaru. PP 194-199. DOI: 10.5220/0009149301940199
- SNI 03-6389-2011 tentang Konservasi Energi Selubung Bangunan pada Bangunan Gedung. Badan Standardisasi Nasional
- Green Building Council Indonesia. (2019). Retrieved from <https://gbcindonesia.org>
- Dian Febrianti, dan Samsunan (2019), "Green Building Performance Analysis In The Stimi Campus Building", International Conference On Science Engineering And Technologi. Pekan Baru, Riau.
- Convertino, F., Vox, G., dan Schettini, E. 2019. Convective heat transfer in green façade system. *Biosystems Engineering*, 188: 67-81.
- Ardiansyah, A. *Analisis Energi Green Building Tanaman Lee Kwan Yew Terhadap Panas (Thermal) dan Kelembaban (Humidity)* (2020). Monitoring Daya Listrik Berbasis IoT (Internet of Things). Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Pradanugraha, M. A., & Sudiarto, B. (2022). Pengaruh Sistem Peredupan terhadap Efisiensi Energi Penerangan Jalan Umum pada Universitas Indonesia Berdasarkan Metode Lumen. *PROtek*, 9(1), 63 - 67.
- Dana, G. W. P., Arjana, I. G. D., Partha, C. G. I (2020). Konservasi Energi Pada Gedung Kantor Sekretariat Daerah Kota Denpasar. *Jurnal SPEKTRUM* Vol. 7, 2020.
- Yu, Z., Jiang, S., Cheshmehzangi, A., Liu, Y., Deng, X (2023). *Agricultural Restructuring For Reducing Carbon Emissions From Residents' Dietary Consumption in China. Journal of Cleaner Production* 387, 2023.
- Li, G., Huang, D., Sun, C., Li, Y., 2019. Developing interpretive structural modeling based on factor analysis for the water-energy-food nexus conundrum. *Sci. Total Environ.* 651, 309–322.
- Liu, Z., Deng, Z., He, G., Wang, H., Zhang, X., Lin, J., et al., 2022. Challenges and opportunities for carbon neutrality in China. *Nat. Rev. Earth Environ.* 3 (2), 141–155.
- Rosenzweig, C., Mbow, C., Barioni, L.G., Benton, T.G., Herrero, M., Krishnapillai, M., et al., 2020. Climate change responses benefit from a global food system approach. *Nat. Food* 1 (2), 94–97.
- Song, M., Fisher, R., Kwoh, Y., 2019. Technological challenges of green innovation and sustainable resource management with large scale data. *Technol. Forecast. Soc. Change* 144, 361–368.
- Sun, Z., Liu, Y., Yu, Y., 2019. China's carbon emission peak pre-2030: exploring multi-scenario optimal low-carbon behaviors for China's regions. *J. Clean. Prod.* 231, 963–979.
- Zhao, X., Ma, X., Chen, B., Shang, Y., Song, M., 2022. Challenges toward carbon neutrality in China: strategies and countermeasures. *Resour. Conserv. Recycl.* 176, 105959.
- Effendy, A., Silviana, M. 2021. Kajian Literatur Konsep *Green Building* Pada Bangunan Tropis. *Arsitekno*, Vol. 8, No. 1, 2021.
- IEA and UNEP, 2019 *Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector*, vol. 224. 2019.
- H. Truong and A. M. Garvie, "Chifley Passive House : A Case Study in Energy Efficiency and Comfort ScienceDirect ScienceDirect ScienceDirect ScienceDirect Chifley Passive House : A Case Study in Energy Efficiency and Comfort Chifley Passive House : A Case Study in Energy Efficiency and Comfort Energy Procedia, vol. 121, no. June, pp. 214–221, 2019, doi: 10.1016/j.egypro.2017.08.020.
- Widianti, Iis Roin, 2019. Tinjauan Studi Analisis Komparatif Bangunan Hijau (*Green Building*) Dengan Metode Asesmen Sebagai Upaya Mitigasi Untuk Pembangunan Konstruksi Yang Berkelanjutan, Prosiding Konferensi Nasional Pascasarjana TEKNIK SIPIL (KNPTS), ISSN 2477-00-86. 2019.
- Hydes, K., Richardson, G. R. A., & Petinelli, G. (2018). World Green building Council: Supporting the Sustainable Transformation of the Global Property Market. Retrieved from. <http://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB7984.pdf>.
- Sofia, R. 2022. Perancangan Kantor Sewa Di Era Disrupsi Dengan Pendekatan *Green Building* Di Kota Semarang. Building Performance & Technology Laboratory, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan, Program Studi Arsitektur, Universitas Islam Indonesia.
- Arsitektur, J., Teknik, F., Dan, S., & Indonesia, U. I. (2021). Proyek Akhir Sarjana Perancangan Mixed-Use Building Dengan Pendekatan Konservasi Energi Dan Tepat.
- Maharani, N. C. (2020). Makerspace : Arsitektur Sebagai Ruang Kolaborasi Di Era Disrupsi. Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, Dan Kebumihan Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Zhaki, M., Chadirin, Y., Saptomo, S. K., 2023. *Rancang Bangun Alat Ukur Kenyamanan Ruang (Termal dan Visual) Berbasis Arduino Uno*. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, EISSN: 2549-1407. Vol. 08. No. 01 April 2023. <https://jurnal.ipb.ac.id/index.php/jsil>.



- Sunardi, L. *WEB Based Temperature dan Humidity Monitoring Ruang Laboraturium Komputer SMA Negeri 9 Lubuk Linggau*. Jurnal Sigmata. Vol. 5. No. 2. Edisi: April 2017. ISSN 2303-5786. 2017.
- Chotimah, H. C. Analisis Strategi Keamanan Energi Cina Dalam Upaya Penurunan Emisi Karbon Melalui Pendekatan Konstruktivisme. Jurnal Politik Internasional. Vol. 19, No. 1. E-ISSN: 2579-8251. 2017.
- Yun, Gao. (2016). China's response to climate change issues after Paris Climate Change Conference. *Advances in Climate Change Research*, 7 (2016), hlm. 235-240. ScienceDirect.
- Antara News. (2009, Oktober 23). Lima Negara Diusulkan Masuk Annex-1 Protokol Kyoto. Dipetik Mei 27, 2023, dari Antara News: <https://www.antaraneews.com/berita/159023/lima-negara-diusulkan-masukannex-1-protokol-kyoto>.
- Li, X. (2016). Green Evidence for Energy Security Transformation in China: Re-Conceptualization of Energy Security and Its Implication to China's Renewable Energy Policy Change. *Berlin Conference on the Human Dimensions of Global Environmental Change-Evidence for Sustainable Development*. Berlin.
- Sastrawan, I. W. W., Mustika, N. W. M. *Presepsi Kenyamanan Termal Ruang Luar Pada Ruang Publik Perkotaan (Studi Kasus: Taman Kota Denpasar di Lumintang, Denpasar)*. Jurnal Arsitektur, Vol. 6, No. 1. P-ISSN 2581-2211 (online). 2018.
- Kaffah, M. F., Firzal, Y., Susilawaty, M. D. 2020. Penerapan Prinsip Biophilic Design Pada Perancangan Apartmen SOHO di Kota Pekanbaru. Jurnal Arsitektur, Vol. 3, No. 1 Mei 2020. E-ISSN 2685-1490, p-ISSN 2615-1472.
- Ginting, R. R., Munir, A., Sofwan. Evaluasi Kenyamanan Termal Pada Ruang Tidur Asrama Putri Ipa di Banda Aceh. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Arsitektur dan Perencanaan, Vol. 4, No. 3. Hal: 24-30. 2020.
- Wicaksono, D., Sugini, S. 2021. *Evaluasi Desain Bangunan Berdasarkan Sistem Sertifikasi DGNB (Studi Kasus: The Khabele School, Austin)*. Jurnal Ilmiah Arsitektur dan Lingkungan Binaan, Vol. 19, Hal: 167-176. <https://doi.org/10.20961/arst.v19i2.47150>
- Widiastuti, R. Potensi Vertical Greenery System di Dalam Mendukung Penghematan Energi Pada Bangunan: Critical Review. E-journal Undip, ISSN (P) 0853-2877 (E) 2598-327X, Modul Vol. 22, No. 2. 2022. <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/modul>
- Lee, L. S. H., & Jim, C. Y. (2017). Subtropical summer thermal effects of wire-rope climber green walls with different air-gap depths. *Building and Environment*, 126, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.09.021>
- Living wall systems*. (n.d.). Retrieved July 17, 2020, from [https://www.pinterest.com/pin/372250725419680988/?nic\\_v2=1a1tgJNg](https://www.pinterest.com/pin/372250725419680988/?nic_v2=1a1tgJNg)
- Noor, M. A., Saputra, P. M. A. 2020. *Emisi Karbon dan Produk Domestik Bruto, Investigasi Hipotesis Environmental Kuznets Curve (EKC) pada Negara Berpendapatan Menengah di Kawasan ASEAN*. Jurnal Wilayah dan Lingkungan, P-ISSN: 2338-1604 dan E-ISSN: 2407-8751, Vol. 8, No. 3. <http://dx.doi.org/10.14710/jwl.8.3.230-246>
- Prasetyaningsih, D. D., Sitawati. *Pengaruh Posisi Tanaman dan Pemberian Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Keberhasilan Pertumbuhan Stek Batang Tanaman Lee Kwan Yew (Vernonia Elliptica)*. Jurnal Produksi Tanaman, Vol. 7, No. 1. ISSN: 2527-8452. Hal: 173-180. 2019.
- Manso, M., Castro-Gomes, J., *Green Wall System: A Review of Their Characteristics*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 41. 863-971. 2015.