

Kontribusi Beban Panas Internal dari Sistem Pencahayaan Terhadap Peningkatan Temperatur Udara dalam Ruang Ibadah

Romanan Claudia Kenshi Balla*, Antoius Ardiyanto, L.M.F. Purwanto

Universitas Katolik Seogijapranata, Indonesia

Email: 24a20003@student.unika.ac.id*, Ardiyanto@unika.ac.id, lmf_purwanto@unika.ac.id

Keywords:

artificial lighting, thermal comfort, kupang city



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2026 by Author. Published by Riviera Publishing

Kata Kunci:

pencahayaan buatan, kenyamanan termal, kota kupang

Abstract

Kupang City has a tropical savanna climate with air temperatures ranging from 26°C to 35°C throughout the year, making thermal comfort an important factor in building design, especially for worship buildings with large occupant capacities. Santo Yosep Pekerja Penfui Church in Kupang is the focus of this study because East Nusa Tenggara Province ranks first in the number of Christians in Indonesia with 2.9 million people, and Kupang City ranks first with 789,042 people (85.11% of the total population). This study aims to analyze the contribution of internal heat load from the lighting system to the increase in air temperature in the worship space. The method used is a controlled experiment that isolates the heat effect of lamps from human variables and solar heat, by emptying the worship room, turning off the AC, closing all windows and doors, then turning on the lighting system as the independent variable, while the air temperature in the room as the dependent variable is measured continuously using a CO2/Temp/RH Data Logger for 1 hour of lamp operation. The results show that the 1,575-watt lighting system (using $BF=1.05$) contributes an internal heat load of 8.8 W/m² and has the potential to increase air temperature by 2.1°C after 1 hour of lamp operation. This temperature increase is significant enough to cause thermal discomfort for worship space users. Therefore, it is necessary to add cooling systems such as AC, fans, as well as proper openings and air circulation to overcome thermal comfort problems in the church space.

Abstrak

Kota Kupang memiliki iklim sabana tropis dengan temperatur udara berkisar antara 26°C hingga 35°C sepanjang tahun, sehingga kenyamanan termal menjadi faktor penting dalam perancangan bangunan, terutama pada bangunan ibadah dengan kapasitas penghuni yang besar. Gereja Santo Yosep Pekerja Penfui Kupang menjadi fokus penelitian karena wilayah Nusa Tenggara Timur menempati urutan pertama jumlah umat kristiani di Indonesia dengan 2,9 juta jiwa, dan Kota Kupang menduduki peringkat pertama dengan 789.042 umat (85,11% dari total populasi). Penelitian ini bertujuan menganalisis kontribusi beban panas internal dari sistem pencahayaan terhadap peningkatan temperatur udara dalam ruang ibadah. Metode yang digunakan adalah eksperimental terkontrol dengan mengisolasi efek panas lampu dari variabel manusia dan panas matahari, yaitu dengan mengosongkan ruang ibadah, mematikan AC, menutup seluruh jendela dan pintu, kemudian menyalakan sistem penerangan sebagai variabel bebas, sementara temperatur udara dalam ruang sebagai variabel terikat diukur secara kontinu menggunakan CO2/Temp/RH Data Logger selama 1 jam operasional lampu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pencahayaan 1.575 watt (menggunakan $BF=1,05$) menyumbang beban panas internal sebesar 8,8 W/m² dan berpotensi

meningkatkan temperatur udara dalam ruang sebesar 2,1°C setelah 1 jam operasional lampu. Kenaikan temperatur ini cukup signifikan dan dapat menyebabkan ketidaknyamanan termal bagi pengguna ruang ibadah. Oleh karena itu, diperlukan penambahan sistem pendingin ruangan berupa AC, kipas angin, serta pengaturan bukaan dan sirkulasi udara yang tepat untuk mengatasi permasalahan kenyamanan termal dalam ruang gereja.

PENDAHULUAN

Kota Kupang yang berada pada wilayah yang beriklim sabana tropis dengan temperatur udara berkisar antara 26°C-hingga mencapai temperatur tertinggi 35°C dan mengalami panas sepanjang tahun, hal ini tentunya permasalahan mendasar dan serius dalam mendesain bangunan terutama bangunan yang membutuhkan kapasitas banyak penghuni dan aktifitas di dalamnya, bangunan gereja merupakan bangunan yang menjadi fokus penelitian karena mayoritas masyarakat Kota Kupang beragam kristiani sebanyak 80,11% dari populasi di Kota Kupang menganut ajaran kristiani, untuk untuk kenyamanan dalam bangunan perlu diperhatikan, salah satu penyebab masalah kenyamanan adalah kontribusi beban panas internal dari pencahayaan yang sering kali diabaikan akan tetapi faktor internal beban panas ini dapat mempengaruhi peningkatan temperatur dalam ruang. Tujuan dari penelitian ini ingin menganalisis jumlah beban panas yang berkontribusi langsung dalam ruang ibadah, dengan menggunakan metode eksperimental terkontrol, dengan mengisolasi efek lampu dari variabel lain seperti panas dari umat dalam ruan, kemudian menggunakan data logger untuk melihat setiap peningkatan temperatur selama waktu yang telah ditentukan.

Cahaya buatan adalah segala bentuk cahaya yang bersumber dari alat yang diciptakan manusia, seperti lampu pijar, lilin, lampu minyak tanah, dan obor (Amin, 2022) pencahayaan buatan adalah pencahayaan yang dihasilkan oleh sumber cahaya buatan manusia, contoh lampu listrik. (SNI, 2020) Konservasi energi adalah upaya sistematis, terencana, dan terpadu guna melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya. (SNI.BSN, 2020)

Pencahayaan buatan didefinisikan sebagai segala bentuk cahaya yang bersumber dari alat yang diciptakan oleh manusia, seperti lampu pijar, lampu LED, dan berbagai jenis lampu listrik lainnya (Abdul, 2021). Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI, 2020), pencahayaan buatan adalah pencahayaan yang dihasilkan oleh sumber cahaya buatan manusia, yang dalam penggunaannya perlu mempertimbangkan aspek efisiensi energi melalui konservasi energi. Konservasi energi sendiri merupakan upaya sistematis, terencana, dan terpadu untuk melestarikan sumber daya energi dalam negeri serta meningkatkan efisiensi pemanfaatannya (BSN, 2020). Pencahayaan yang baik dan tepat akan memberikan nilai kenyamanan yang maksimal, sedangkan pencahayaan yang buruk akan menghasilkan nilai kenyamanan yang kurang. Standar kenyamanan pencahayaan akan terpenuhi apabila terdapat cukup kuat penerangan sehingga tercipta kenyamanan karena lancarnya kegiatan, tidak terganggu dengan rasa silau, dan nyaman terhadap kesesuaian warna permukaan di sekitarnya. Dengan demikian, kenyamanan pencahayaan sangat bergantung pada kuat penerangan, posisi dan kedudukan sumber cahaya, serta aspek pewarnaan (Pelealu, 2017).

Penelitian terdahulu telah banyak membahas mengenai kenyamanan termal dan pencahayaan pada bangunan. Pelealu (2017) mengkaji pencahayaan buatan dalam gereja Katolik dan menemukan bahwa sistem pencahayaan yang kurang tepat dapat memengaruhi suasana kontemplasi dan kenyamanan visual jemaat. Mandala (2015) meneliti desain ruang dan pencahayaan buatan untuk mendukung suasana kontemplasi pada gereja Katolik Regina Caeli Jakarta, yang menunjukkan bahwa pencahayaan memiliki peran penting dalam

menciptakan suasana ruang ibadah yang kondusif. Sementara itu, Budyowati (2002) menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi beban penyejukan pada bangunan berpendingin udara dan menemukan bahwa beban panas internal dari pencahayaan memberikan kontribusi yang tidak dapat diabaikan terhadap peningkatan suhu ruang. Penelitian oleh Illahi (2020) mengenai analisis konservasi energi pada sistem pencahayaan dan sistem pendingin di kantor sekretaris daerah Kabupaten Garut menunjukkan bahwa optimalisasi sistem pencahayaan dapat mengurangi beban pendinginan dan meningkatkan efisiensi energi. Widyakusuma dan Zainoeddin (2022) meneliti ruang ibadah pada Masjid Darul Ulum Pamulang dari sisi kenyamanan termal dan menemukan bahwa faktor internal seperti pencahayaan dan jumlah jemaat berkontribusi terhadap peningkatan suhu ruang. Prakoso et al. (2014) mengkaji penerapan material pada selubung bangunan yang memengaruhi kenyamanan termal dan visual, yang menunjukkan bahwa desain bangunan secara keseluruhan perlu mempertimbangkan aspek termal dan pencahayaan secara terintegrasi.

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji kenyamanan termal dan pencahayaan pada bangunan, masih terdapat celah penelitian yang perlu diisi. Sebagian besar penelitian terdahulu lebih berfokus pada aspek kenyamanan visual dan efisiensi energi secara umum, tanpa secara spesifik mengisolasi kontribusi beban panas internal dari sistem pencahayaan terhadap peningkatan temperatur udara dalam ruang ibadah, terutama pada bangunan gereja dengan kapasitas besar di wilayah beriklim panas seperti Kota Kupang. Penelitian yang mengukur secara kuantitatif kontribusi beban panas lampu dalam kondisi terkontrol pada ruang ibadah masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan melakukan pengukuran eksperimental yang mengisolasi efek panas lampu dari variabel lain, sehingga dapat diketahui secara akurat besaran kontribusi beban panas internal dari sistem pencahayaan terhadap peningkatan temperatur udara dalam ruang ibadah.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kontribusi beban panas internal dari sistem pencahayaan terhadap peningkatan temperatur udara dalam ruang ibadah Gereja Santo Yosep Pekerja Penfui Kupang. Secara teoretis, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian ilmiah di bidang fisika bangunan dan kenyamanan termal, khususnya mengenai pengaruh beban panas internal dari pencahayaan buatan terhadap peningkatan temperatur ruang pada bangunan ibadah di wilayah beriklim tropis. Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi perancang bangunan, pengelola gereja, dan pemangku kepentingan terkait dalam merancang sistem pencahayaan yang efisien dan mempertimbangkan aspek kenyamanan termal, serta menjadi dasar bagi pengembangan kebijakan konservasi energi pada bangunan ibadah di Kota Kupang dan wilayah sekitarnya.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian eksperimental, yaitu *Quasi-Experimental Design* dengan rancangan *Time Series Design* yang membandingkan kondisi ruang dengan dan tanpa beban panas dari sistem pencahayaan pada periode waktu yang sama. Penelitian dilaksanakan di Gereja Santo Yosep Pekerja Penfui Kupang pada bulan Oktober 2025, dengan pengukuran pertama (tanpa pencahayaan) pada tanggal 24 Oktober 2025 dan pengukuran kedua (dengan pencahayaan) pada tanggal 25 Oktober 2025, masing-masing pada pukul 12.21–13.21 WITA untuk memastikan kondisi lingkungan eksternal yang relatif sama. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah sistem pencahayaan buatan dengan total daya 1.575 watt (88 titik lampu, menggunakan $BF=1,05$), variabel terikat adalah temperatur udara dalam ruang yang diukur menggunakan

CO2/Temp/RH Data Logger tipe 2000 RH (rentang -20°C hingga 70°C , akurasi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, resolusi $0,1^{\circ}\text{C}$), sedangkan variabel kontrol meliputi ruang ibadah yang dikosongkan dari aktivitas manusia, seluruh AC dimatikan, serta semua jendela dan pintu ditutup rapat untuk mengisolasi efek panas matahari dan variabel luar lainnya. Prosedur eksperimen dilakukan dengan menempatkan Data Logger di tengah ruang pada ketinggian 1,5 meter, kemudian dilakukan pengukuran temperatur selama 1 jam dalam kondisi lampu mati, dan pada hari berikutnya dengan waktu yang sama dilakukan pengukuran kembali selama 1 jam dalam kondisi lampu menyala, dengan pencatatan data setiap interval 15 menit sehingga diperoleh 5 titik data pada setiap pengukuran. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan rata-rata temperatur antara kedua pengukuran, menghitung selisih kenaikan temperatur, serta menghitung beban panas internal (W/m^2) berdasarkan total daya lampu dan luas ruangan untuk menentukan besaran kontribusi termal dari sistem pencahayaan terhadap peningkatan temperatur udara dalam ruang ibadah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi dalam penelitian ini terletak di Kota Kupang, Gereja Santo Yosep Pekerja Penfui Kupang berada di Jl. Adhyaksa No.1, Penfui, Kupang, Nusa Tenggara Timur. Gedung gereja dibangun sejak tahun 1973-1978 gereja pertama berdiri dan telah mengalami beberapa perubahan. Bangunan gereja memiliki luasan 2.025 m^2 dan tinggi bangunan 12 meter dengan 2 lantai dimana lantai dua sebagai balkon dalam gedung, pada lokasi terdapat 61 jenis lampu LED, 3 lampu sorot, dan 2 lampu kristal, sedangkan pada bagian lantai dua balkon terdapat 7 lampu LED, bagian bawa lantai 2 terdapat 15 lampu LED. Jumlah total keseluruhan lampu yang terdapat pada ruang gereja sebanyak 88 lampu. Dalam penelitian diperoleh data berupa kenaikan angka temperatur udara dalam ruang yang sangat signifikan antara 2 perbandingan hasil penelitian yang dilakukan pada waktu dan jam yang sama, penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruhnya kontribusi beban panas internal dalam ruang dapat mempengaruhi tingkat kenaikan temperatur dalam ruang yang dapat menyebabkan ketidaknyamanan dalam ruang gereja.



Gambar 1. Perletakan Lampu Pada Gereja
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025

Pengumpulan Data

Menggunakan alat digital CO2/Temp/RH Data logger, alat ini berfungsi sebagai pencatatan secara langsung kenaikan jumlah temperature dalam ruang ibadah.



Gambar 2. Alat CO2/Temp/RH Data Logger
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

Jenis Lampu Dalam Ruang Gereja



Gambar 3. Lampu Cristal 2 Buah
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)



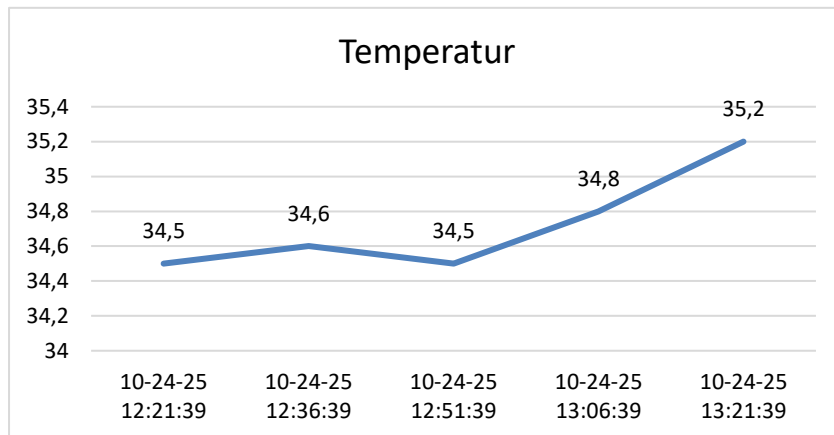
Gambar 4. Lampu LED, 61 Buah
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

Pada ruang ibadah Gereja Santo Yosep Pekerja Penfui Kupang dilakukan dua kali pengukuran, pengukuran pertama dilakukan pada waktu 12.21-13.21 selama kurun waktu 1 jam, pengukuran pertama dilakukan dengan pencahayaan dalam ruang yang di matikan dengan menutup semua akses pintu dan jendela, mematikan AC memperoleh data emperature dalam ruang secara akurat, sedangkan pengukuran kedua dilakukan pada berkisar 12.21- 13.21 selama kurun waktu 1 jam. Rentang waktu pengukuran terbagi setiap selang waktu selama 15 menit dalam kurun waktu 1 jam maka diperoleh data sebagai berikut;

Tabel 1. Temperatur dalam ruang gereja sebelum menyalakan lampu

No	Waktu	Temperatur
1	10-24-25 12:21:39	34,5
2	10-24-25 12:36:39	34,6
3	10-24-25 12:51:39	34,5
4	10-24-25 13:06:39	34,8
5	10-24-25 13:21:39	35,2

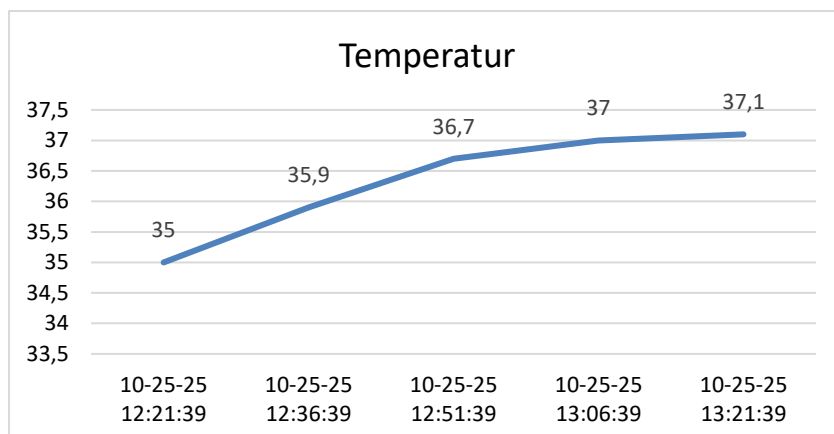
Sumber : Penulis



Tabel 2. Temperatur dalam ruang gereja setelah menyalakan lampu

No	Waktu	Temperatur
1	10-25-25 12:21:39	35
2	10-25-25 12:36:39	35,9
3	10-25-25 12:51:39	36,7
4	10-25-25 13:06:39	37
5	10-25-25 13:21:39	37,1

Sumber : Penulis



Dari data hasil pengukuran di lapangan terdapat perbedaan temperatur yang signifikan antara pengukuran pertama dan pengukuran kedua ini terlihat pada tabel dan diagram yang menunjukkan grafik kenaikan, terlihat bahwa temperatur normal pada ruangan saat pencahayaan lampu di matikan bermula dari temperatur 34,5°C-35°C, mengalami kenaikan 0,5 °C,

sedangkan pada pengukuran ke dua terlihat kenaikan suhu ruangan pada pengukuran dengan waktu yang sama dengan menyalakan pencahayaan dalam ruang dimana temperatur awal setelah 30 menit lampu di nyalakan 35,0°C-37,1°C, mengalami kenaikan hingga 2,1°C. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh dari pencahayaan buatan terhadap kontribusi beban panas dalam ruang gereja dengan jumlah 88 titik lampu sebesar 2,1°C.

KESIMPULAN

Bedasarkan data yang didapat di lapangan dapat disimpulkan bahwa kontribusi beban panas internal yang di hasilkan oleh lampu dalam ruang gereja yang dinyalakan dalam rentang waktu selama 1 jam / 60 menit ini terdapat kenaikan temperatur dalam ruang yang menunjukan ke angka 2°C dengan perbandingan tanpa lampu yang dinyalakan dengan sistem pengukuran yang sama dengan ruangan yang di biarkan terkunci tertutup tanpa udara luar, tanpa paparan sinar matahari dan mematikan sumber AC(pendingin ruang), dimana dalam ruang mengalami kenaikan sebesar 0,5°C. dengan demikian perbandingan kenaikan beban kontribusi panas internal dari pencahayaan buatan dalam ruang gereja dari data temperatur tanpa beban panas internal lampu dan beban panas internal lampu dalam ruang gereja sebesar 1,6 °C. Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah Dengan data kenaikan 2°C pada lapangan tentunya akan menimbulkan ketidak nyamanan dalam ruang dimana data temperatur tertinggi yang dicatat menunjukan angka temperatur 37,1 hal ini menjadikan ruang dalam gereja menjadi panas, dan menyebabkan ketidak nyamanan hal ini tentunya perlu dibantu dengan pemasangan pendingin ruangan berupa AC, kipas angin, maupun bukaan dan sirkulasi udara pada area gereja yang tepat agar permasalahan akan kenyamanan termal dalam ruang gereja dapat teratasi dengan baik dan menciptakan lingkungan dalam ruang ibadah yang nyaman.

REFERENSI

- Amin, A. R. Z. (2022). Evaluasi pencahayaan alami dan buatan pada ruang kuliah Fakultas Sains dan Teknologi Unika Musi Charitas. *Arsir*, 5(2), 77–89.
- Ariestadi, D., Alfianto, I., & Sulton, M. (2014). Kriteria Kinerja Energi Untuk Kenyamanan Termal Pada Bangunan Fasilitas Pendidikan Tinggi Di Indonesia Analisis Dengan Metode Important Performance Analysis. *RUAS*, 12(1), 31-41.
- BSN (2020). Konservasi energi pada sistem pencahayaan.SNI
- Budyowati, N. (2002). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi beban penyejukan pada bangunan yang menggunakan sistem pengkondisian udara (studi kasus gedung kantor pusat politeknik negeri manado)
- Ghunadi, G., & Fatimah, D. (2021). Tinjauan Pencahayaan Buatan Dalam Membangun Suasana Ruang Pada Pameran Tematik. *DIVAGATRA-Jurnal Penelitian Mahasiswa Desain*, 1(1), 48-60.
- Illahi. S. N. (2020). Analisis konservasi energi pada sistem pencahayaan dan sistem pendingin di kantor sekretaris daerah kabupaten garut.
- Mandala, A. (2015). Desain ruang dan pencahayaan buatan untuk mendukung suasana kontemplasi pada gereja katolik regina caeli, jakarta
- Mandala, A. (2015). Desain Ruang dan Pencahayaan Buatan untuk Mendukung Suasana Kontemplasi pada Gereja Katolik Regina Caeli, Jakarta. *ATRIUM: Jurnal Arsitektur*, 1(2), 181-195.
- Muthoharoh. W. (2022). Analisis Tingkat Kebisingan, Pencahayaan, Dan Iklim Kerja Panas Bengkel Motor Resmi (Studi Kasus: Ud. Utama Motor Sleman)
- Pelealu, S. J. (2017). PENCAHAYAAN BUATAN DALAM GEREJA KATOLIK. *Jurnal Arsitektur DASENG*, 6(1), 53-62.

- Prakoso, N. A., Lamahala, A. K., & Sentanu, G. (2014). Kajian Penerapan Material pada Selubung Bangunan yang Mempengaruhi Kenyamanan Termal dan Visual. *Reka Karsa: Jurnal Arsitektur*, 2(2).
- Rahma, P. (2020). Perancangan Tata Cahaya Buatan dengan Konsep Efisiensi Energi Pencahayaan Kualitatif pada Masjid Baiturrahman, Ciputat, Tangerang Selatan.
- Setiawan, B., & Hartanti, G. (2014). Pencahayaan buatan pada pendekatan teknis dan estetis untuk bangunan dan ruang dalam. *Humaniora*, 5(2), 1222-1233.
- Suyono, B., & Prianto, E. (2017). Kajian sensasi kenyamanan termal dan konsumsi energi di Taman Srigunting Kota Lama Semarang. 18–25.
- Widyakusuma, A., & Zainoeddin, A. M. (2022). Ruang Ibadah Pada Bangunan Masjid Darul Ulum Pamulang Ditinjau Dari Sisi Kenyamanan Thermal. *Jurnal KaLIBRASI: Karya Lintas Ilmu Bidang Rekayasa Arsitektur, Sipil, Industri*, 5(1), 22-44.
- Wiyanto, A. F. E. (2021). Analisis pencahayaan alami dan buatan pada ruang kantor terhadap kenyamanan visual pengguna. *Jurnal Patra*, 3(1), 33-42.