USULAN PERBAIKAN PRAKTIK *GREEN PRODUCTION* BERDASARKAN *GLOBAL REPORT INITIATIVE* (GRI) & *BEST PRACTICE* SCOR 14
STUDI KASUS: PT. BIO FARMA

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1 Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Nama : Ilham Muhammad Anugrah Saragih
No. Mahasiswa : 21522211

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2025

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 21 September 2025



(Ilham Muhammad Anugrah Saragih)

21522211

SURAT BUKTI PENELITIAN

FAKULTAS
TEKNOLOGI INDUSTRI
Gedung KH. Was Mansur
Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia
Jl. Kaliurang km 14,5 Yogyakarta 55584
T. (0274) 898444 ext 4110, 4100
F. (0274) 895007
E. ft@uii.ac.id
W. ft.uii.ac.id

SURAT KETERANGAN PENELITIAN

Nomor : 135/Ka.lab SIMANTI/20/Lab.SIMANTI/VIII/2025

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokaatuh

Dengan hormat,

Yang bertanda tangan dibawah ini, menerangkan bahwa:

Nama : Ilham Muhammad Anugrah Saragih

Nim : 21522211

Jurusan : Teknik Industri

Dosen Pembimbing : Prof..Dr.Ir. Elisa Kusrini ,M.T CPIM,CSCP, SCOR_P

Menyatakan bahwa mahasiswa tersebut diatas telah melaksanakan penelitian tugas akhir dengan judul **"EVALUASI DAN PERBAIKAN PRAKTIK GREEN PRODUCTION BERDASARKAN BEST PRACTICE SCOR DS DALAM LAPORAN KEBERLANJUTAN: STUDI KASUS PT PETROKIMIA GRESIK".** Mulai pelaksanaan penelitian 3 Maret 2025 sampai 5 Agustus 2025.

Demikian surat keterangan penelitian ini kami buat. Atas perhatiannya dan kerja samanya kami mengucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokaatuh

Yogyakarta, 05 Agustus 2025

Kepala Laboratorium

Sistem Manufaktur Terintegrasi

Putri Dwi Annisa, S.T., M.Sc.

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

USULAN PERBAIKAN PRAKTIK *GREEN PRODUCTION* BERDASARKAN *GLOBAL REPORT INITIATIVE* (GRI) & BEST PRACTICE SCOR 14 STUDI KASUS: PT. BIO FARMA

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Ilham Muhammad Anugrah Saragih

No. Mahasiswa : 21522211

Yogyakarta, 21 September 2025

Dosen Pembimbing

(Prof.Dr.Ir. Elisa Kusrini ,M.T CPIM,CSCP, SCOR_P)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

USULAN PERBAIKAN PRAKTIK *GREEN PRODUCTION* BERDASARKAN *GLOBAL REPORT INITIATIVE* (GRI) & BEST PRACTICE SCOR 14 STUDI KASUS: PT. BIO FARMA

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Ilham Muhammad Anugrah Saragih
No. Mahasiswa : 21522211

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Tekonologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 16 - 09 – 2025

Tim Penguji

Prof. Dr. Ir. Elisa Kusrini, M.T., CPIM., CSPS., SCOR_P	
Ketua	
Wahyudi Sutrisno, S.T., M.M., M.T	200925
Anggota I	
Putri Dwi Annisa S.T., M.Sc.	
Anggota II	

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia

Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D,. IPM.
NIK. 015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji serta syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, nikmat iman dan Islam, kesehatan, serta segala kemudahan yang diberikan, sehingga penulis dapat menuntaskan penelitian tugas akhir ini dengan baik. Dengan penuh kerendahan hati, karya sederhana ini penulis persembahkan untuk diri sendiri sebagai pengingat perjalanan, untuk keluarga besar sebagai sumber semangat, dan untuk setiap pribadi yang hadir memberikan doa, dorongan, dan kasih tulus sepanjang langkah perkuliahan. Teristimewa, penulis haturkan rasa terima kasih yang mendalam kepada Orang Tua serta Kakak & Adik tercinta, atas cinta tanpa syarat, doa yang tak pernah henti, serta dukungan yang senantiasa menguatkan di setiap perjalanan hidup penulis.

MOTTO

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal itu baik bagimu dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal itu buruk bagimu. Allah mengetahui, sedangkan kamu tidak mengetahui.”
(Q.S Al-Baqarah : 216)

“Allah berfirman sebagai berikut : Aku selalu menuruti persangkaan hamba-Ku kepada-Ku. Apabila ia berprasangka baik kepada-Ku, maka dia akan menerima kebaikan. Adapun ia berprasangka buruk kepada-Ku, maka dia akan menerima keburukan pula.”
(H.R Tabrani dan Ibnu Hibban)

“Allah memberimu masalah dan ujian, agar kamu senantiasa menjadi kuat, bukan untuk menyerah dan bersedih. Maka bersabarlah.”
(Madun)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabaraktuh.

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas Rahmat dan karunaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dan penyusunan laporan yang berjudul "Usulan Perbaikan Praktik *Green Production* berdasarkan *Global Report Initiative* (GRI) & *Best Practice* Scor 14 pada PT Bio Farma" dengan menggunakan metode *content analysis* dengan tepat waktu dalam rangka memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Strata Satu pada program studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Tak lupa sholawat dan salam senantiasa penulis haturkan kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wa Sallam beserta keluarga, sahabat dan pengikutnya hingga akhir zaman yang telah berjuang dan membimbing kita dari zaman kegelapan menuju alam yang terang benderang untuk menggapai ridho Allah Subhanahu Wa Ta'ala.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis ingin mengucapkan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah berjasa memberikan bimbingan dan motivasi dalam menyelesaikan laporan ini. Maka dari itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Pencipta Alam, Allah SWT yang senantiasa selalu melimpahkan rahmat berupa kemudahan dan kelancaran yang diberikan kepada kita dalam penyusunan laporan ini.
2. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Kurniaman Saragih dan Ibu Sry Rahayu, beserta Kakak & Adik, dan keluarga lainnya yang selalu memberikan doa, motivasi, perhatian, serta semangat yang tak pernah surut. Memberikan dukungan penuh kepada penulis dalam segala hal terutama dalam menyelesaikan masa studi ini agar dapat membahagiakan dan menjadi harapan besar bagi seluruh keluarga.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T.IPU, ASEAN. Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana Universitas Islam Indonesia.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Elisa Kusrini, M.T., CPIM., CSPS., SCOR_P dan Ibu Putri Dwi Annisa S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
6. Rekan-rekan tim *Governance, Risk, Compliance & Management System* PT Len Railway System (PT LRS), terima kasih atas segala ilmu yang diberikan kepada penulis dan pengalaman yang sungguh berkesan dalam hati penulis untuk mengetahui dan mengenal realita lingkungan kerja.
7. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Industri angkatan 2021 serta seluruh pihak lainnya yang tak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih telah menjadi bagian yang sangat penting dalam perjalanan ini, terima kasih atas segala bentuk bantuan, kerja sama, dan semangat yang tak henti diberikan sepanjang masa perkuliahan.
8. Tak lupa pula sangat berterima kasih kepada Ilham Muhammad Anugrah Saragih, diri penulis sendiri. Terima kasih masih tetap sehat wal afi'at untuk menyelesaikan laporan dan study ini, terima kasih telah menyelesaikan apa yang telah dimulai, terima kasih telah berjuang untuk membahagiakan orang tuamu melalui pendidikan ini. Namun sadarlah, karena ini bukan akhir dari perjalananmu, semoga Allah SWT. selalu meridhoi dan memberkahi serta melindungi tujuan baikmu dan kamu dapat membahagiakan orang-orang disekitarmu kelak.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna dan memiliki berbagai kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun sebagai masukan berharga untuk perbaikan di masa mendatang.

ABSTRAK

Kesadaran global terhadap isu lingkungan mendorong perusahaan farmasi untuk mengintegrasikan praktik *green production* dalam operasionalnya sebagai wujud tanggung jawab berkelanjutan. PT Bio Farma, sebagai produsen vaksin terbesar di Indonesia, menghadapi tantangan dalam mengelola dampak lingkungan dari proses produksi yang intensif energi dan sumber daya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi *green production* dalam laporan keberlanjutan Bio Farma tahun 2023 berdasarkan indikator *Global Reporting Initiative (GRI) 2021* serta memberikan rekomendasi perbaikan melalui kerangka *Best Practices SCOR 14*. Metode penelitian yang digunakan adalah *content analysis* dibantu dengan *software* Nvivo15 dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif, dilengkapi *gap analysis* untuk menilai kesesuaian antara substansi implementasi dengan kualitas pengungkapan beserta *fishbone diagram* untuk membantu merumuskan usulan perbaikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Bio Farma telah menerapkan sejumlah inisiatif keberlanjutan yang mencakup efisiensi energi, pengelolaan limbah, pengurangan emisi, serta pemanfaatan material berkelanjutan. Salah satu pencapaian nyata adalah penghematan energi sebesar 10.270,3 GJ dan penurunan emisi hingga 4.303,55 ton CO_2 eq pada tahun 2023. Namun demikian, aspek pengungkapan masih menunjukkan kelemahan, khususnya pada indikator *cleaner production* yang masih memiliki pernyataan deskriptif tanpa data kuantitatif terukur, sehingga menimbulkan kesenjangan antara praktik dan pelaporan. Rekomendasi yang diusulkan merupakan pendekatan berdasarkan *Best Practice* SCOR 14 dan penelitian terdahulu yang relevan. Pendekatan ini diharapkan mampu meningkatkan transparansi, akuntabilitas, serta efektivitas implementasi *green production*, sekaligus menjadikan laporan keberlanjutan Bio Farma lebih komprehensif dan strategis dalam mendukung visi keberlanjutan jangka panjang perusahaan.

Kata Kunci: *Green production*, *Sustainability Report*, GRI, SCOR 14, Nvivo 15

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN ..... **ii**
SURAT BUKTI PENELITIAN ..... **iii**
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING ..... **iv**
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI ..... **v**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **vi**
MOTTO ..... **vii**
KATA PENGANTAR ..... **viii**
ABSTRAK ..... **x**
DAFTAR ISI ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xiii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 5
1.4 Manfaat Penelitian 5
1.4.1 Bagi Peneliti 5
1.4.2 Bagi Perusahaan 5
1.4.3 Bagi Peneliti Selanjutnya 6
1.5 Batasan Penelitian 6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **7**
2.1 Kajian Induktif 7
2.2 Kajian Deduktif 14
2.2.1 Green Supply Chain Management 14
2.2.2 Green Production (GP) 15
2.2.3 Sustainabality Report (SR) 16
2.2.4 Global Report Initiative (GRI) 17
2.2.5 Nvivo 21
2.2.6 Scoring 21
2.2.7 Fishbone Diagram 22
2.2.8 Improvement 23
BAB III METODE PENELITIAN **24**
3.1 Objek Penelitian 24
3.2 Metode Pengumpulan Data 25
3.3 Sumber Data 25
3.4 Alur Penelitian 25
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA **30**
4.1 Pengumupulan Data 30
4.1.1 Deskripsi Perusahaan 30
4.1.2 Lokasi Perusahaan 31
4.1.3 Hasil Produk 31
4.2 Pengolahan Data 32
4.2.1 Pengungkapan Sustainabity Report mengunnakan Nvivo 15 32
4.2.2 Pengelompokan Praktik Green Production Berdasarkan GRI dan Best Practices 36
4.2.3 Scoring 40
4.2.4 Data Validasi Expert 44
BAB V PEMBAHASAN **45**

5.1 Hasil Pengungkapan berdasarkan GRI & *Best Practices* 45
5.2 Hasil *Scoring* beserta Data Pendukung dari Pengungkapan *Sustaianability Report* 48
5.2.1 Hasil Scoring Green Production/Cleaner Production/Carbon Efficiency/Low Emmision beserta Data Pendukung 49
5.2.2 Hasil Scoring Energy Efficiency beserta Data Pendukung 51
5.2.3 Hasil Scoring Waste Reduction beserta Data Pendukung 53
5.2.4 Hasil Scoring Sustainable Materials & Resource Conservation beserta Data Pendukung 56
5.2.5 Bukti Pendukung Keseluruhan Kutipan 57
5.3 GAP Analysis 62
5.4 Hasil Validasi Expert atau Ahli 64
5.5 Improvement 66
5.5.1 Fishbone Diagram 66
5.5.2 Improvement Berdasarkan Best Practices & Penelitian Terdahulu 72
BAB VI PENUTUP **83**
6.1 Kesimpulan 83
6.2 Saran 86
DAFTAR PUSTAKA **88**
LAMPIRAN **93**

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Induktif 11
Tabel 4. 1 Hasil Sofware Nvivo 15 33
Tabel 4. 2 Jumlah Pengungkapan Berdasarkan *Practices* 35
Tabel 4. 3 Standard *Best Practices* dan Standard GRI 37
Tabel 4. 4 Hasil *Scoring* 41
Tabel 4. 5 Hasil Penilaian *Experts* 44
Tabel 5. 1 Penerapan Praktik *Green Production* PT Bio Farma 45
Tabel 5. 2 Penjumlahan Hasil Scoring 62
Tabel 5. 3 Hasil Validasi dari Expert atau Ahli 64
Tabel 5. 4 Solusi dari akar permasalahan *Fishbone Diagram* 72
Tabel 5. 5 Improvement Berdasarkan Rekomendasi Best Practices 80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Standar GRI (GRI, 2023) 20
Gambar 3. 1 Alur Penelitian 26
Gambar 3. 2 Indikator *Green Production* (Asif et al., 2020; Naz et al., 2024) 27
Gambar 4. 1 *Cover Sustainable Report* PT Bio Farma 31
Gambar 4. 2 Lokasi Kantor PT Bio Farma 31
Gambar 4. 3 Produk PT Bio Farma 32
Gambar 4. 4 Hasil *Software* Nvivo 15 33
Gambar 5. 1 Bukti Kutipan 1 49
Gambar 5. 2 Bukti Kutipan 2 50
Gambar 5. 3 Bukti Pendukung 1 Kutipan 2 50
Gambar 5. 4 Bukti Pendukung 2 Kutipan 2 50
Gambar 5. 5 Bukti 1 Kutipan 3 51
Gambar 5. 6 Bukti Kutipan 4 52
Gambar 5. 7 Bukti Pendukung Kutipan 4 52
Gambar 5. 8 Bukti Kutipan 5 52
Gambar 5. 9 Bukti Pendukung 1 Kutipan 5 53
Gambar 5. 10 Bukti Pendukung 2 Kutipan 5 53
Gambar 5. 11 Bukti Kutipan 6 54
Gambar 5. 12 Bukti Pendukung Kutipan 6 54
Gambar 5. 13 Bukti Kutipan 7 54
Gambar 5. 14 Bukti Pendukung Kutipan 7 55
Gambar 5. 15 Bukti Kutipan 8 55
Gambar 5. 16 Bukti Pendukung Kutipan 8 56
Gambar 5. 17 Bukti Kutipan 9 56
Gambar 5. 18 Bukti Pendukung Keseluruhan 1 (Ikhtisar Kinerja Berkelanjutan) 57
Gambar 5. 19 Bukti Pendukung Keseluruhan 2 (Ikhtisar Kinerja Berkelanjutan) 58
Gambar 5.20 Bukti Pendukung Keseluruhan 3 (Rincian Alokasi Biaya Pengelolaan Lingkungan) 58
Gambar 5. 21 Bukti Pendukung Keseluruhan 4 (Sertifikasi Vaksin) 59
Gambar 5. 22 Sertifikasi Vaksin 60
Gambar 5. 23 Sertifikasi ISO 60
Gambar 5. 24 Berbagai Penghargaan 61
Gambar 5. 25 Penghargaan Kategori Emas PROPER 61
Gambar 5. 26 Diagram Radar *Green Production* 63
Gambar 5. 27 *Fishbone Diagram* 67

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Konsep *Triple Bottom Line* (TBL) yang dikenalkan oleh Elkington (1998) menegaskan bahwa kinerja keberlanjutan suatu perusahaan ditentukan oleh keseimbangan antara aspek ekonomi (*profit*), lingkungan (*planet*), dan sosial (*people*) (Elkinjton, 1998). Hal ini mendorong munculnya pendekatan manajemen rantai pasok berkelanjutan, termasuk di dalamnya *Green Supply Chain Management* (GSCM) yang mencakup praktik produksi ramah lingkungan (*Green Production*) sebagai bagian penting dari transformasi system produksi.

Dalam kerangka pengelolaan keberlanjutan, *Global Reporting Initiative* (GRI) menjadi instrumen penting yang menyediakan indikator standar untuk menilai berbagai aspek lingkungan, termasuk GRI 302 (energi), GRI 305 (emisi), dan GRI 306 (limbah). Meski awalnya ditujukan untuk pelaporan, indikator-indikator ini juga dapat dijadikan acuan untuk mengevaluasi sejauh mana perusahaan benar-benar menerapkan praktik keberlanjutan secara operasional. Praktik ini tidak hanya bersifat administratif, tetapi menjadi bagian dari pengendalian internal yang menuntut perusahaan secara aktif mengintegrasikan prinsip-prinsip keberlanjutan ke dalam proses bisnis sehari-hari (Bais et al., 2024). Maka, penerapan *Green Production* yang sesuai dengan standar GRI bukan sekadar memenuhi kewajiban pelaporan, tetapi merupakan bukti konkret komitmen perusahaan terhadap Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) serta pencapaian kemajuan yang terukur dalam sistem produksi (Aliu et al., 2025).

Namun pada praktiknya, masih banyak perusahaan termasuk di sektor farmasi, belum sepenuhnya mengintegrasikan praktik hijau ke dalam keseluruhan aktivitas industri secara substansial. Banyak aktivitas ramah lingkungan yang dilaporkan belum mencerminkan kegiatan nyata yang konsisten di lapangan (Calciolari et al., 2024; Bais et al., 2024). Di sisi lain, emisi Gas Rumah Kaca (GRK) nasional Indonesia juga meningkat, mencapai 1200, 20 Mt CO_2eq pada tahun 2023 (data.goodstats.id), yang sebagian besar berasal dari proses produksi dan aktivitas industry lainnya. Kondisi ini mencerminkan perlunya evaluasi lebih dalam terhadap implementasi *Green Production* di perusahaan-perusahaan sektor industri, khususnya sektor farmasi yang memiliki intensitas energi dan emisi yang tinggi. Studi kasus pada

perusahaan farmasi menjadi relevan untuk menilai bagaimana komitmen keberlanjutan diterapkan secara nyata khususnya di lini produksi.

Meningkatnya tekanan terhadap sektor industri menuntut evaluasi menyeluruh terhadap kinerja lingkungan perusahaan, termasuk institusi farmasi yang berperan penting dalam sistem kesehatan nasional. PT Bio Farma sebagai BUMN yang bergerak di bidang farmasi dan bioteknologi telah menyusun laporan keberlanjutan yang mengacu pada standar GRI. Evaluasi praktik *Green Production* pada suatu perusahaan dapat diketahui melalui laporan keberlanjutan, yaitu laporan yang berfungsi sebagai sarana perusahaan dalam mengungkapkan aktivitas ekonomi, sosial, dan lingkungan secara transparan yang memiliki berbagai standar, di antaranya adalah Global Reporting Initiative (GRI) yang secara spesifik membagi indikator menjadi topik ekonomi, lingkungan, dan sosial (Prasetyo, 2024; Limarwati et al., 2024). Namun yang perlu ditinjau lebih lanjut bukan hanya isi laporannya, melainkan sejauh mana praktik *Green Production* benar-benar diterapkan dalam sistem operasional perusahaan. Karena pelaporan lingkungan yang dilakukan oleh banyak perusahaan cenderung simbolis dan tidak mencerminkan performa produksi yang sebenarnya (Matuszak et al., 2025). Oleh karena itu, penting untuk menilai penerapan prinsip-prinsip GRI dalam konteks praktik di lapangan, termasuk bagaimana perusahaan mengelola konsumsi energi, emisi, dan limbah secara nyata dalam proses produksi.

Peninjauan implementasi *Green Production* tidak dapat dilepaskan dari kerangka strategis GSCM, yang menjadi landasan penting dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan operasional. *Green Production* merupakan bagian tak terpisahkan dari sistem GSCM, terutama dalam industri manufaktur seperti farmasi yang menuntut efisiensi operasional dan kepatuhan lingkungan secara simultan. Penerapan GSCM yang mencakup pengelolaan hijau terhadap pemasok dan pelanggan terbukti dapat meningkatkan kinerja operasional, baik dari segi biaya, fleksibilitas, kualitas, maupun ketepatan pengiriman. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi praktik ramah lingkungan ke dalam proses produksi bukanlah strategi simbolik, melainkan mekanisme nyata yang memperkuat efisiensi dan daya saing perusahaan (Xu et al., 2022).

Namun penerapan *Green Production* secara parsial tidak cukup, integrasi menyeluruh dalam rantai pasok menjadi kunci dalam memperkuat dampak keberlanjutan. Lebih lanjut, *Green Supply Chain Integration* (GSCI) terbukti secara signifikan meningkatkan kinerja keberlanjutan dengan mendorong kolaborasi lintas fungsi baik secara internal maupun eksternal dalam rantai pasok, serta memperkuat kelincahan rantai pasok *(supply chain agility)*. Ketika praktik produksi

hijau dikembangkan secara terintegrasi dan responsif terhadap dinamika lingkungan dan pasar, perusahaan mampu meningkatkan kinerja lingkungan, sosial, dan ekonomi secara simultan. Dengan demikian, pelaporan yang transparan atas praktik *Green Production* bukan hanya merupakan kewajiban regulatif, tetapi juga menjadi fondasi strategis dalam mengoptimalkan performa operasional dan keberlanjutan jangka panjang (H. Li & Thurasamy, 2025).

Sebagai kelanjutan dari integrasi tersebut, praktik *Green Production* juga erat kaitannya dengan strategi sistem dalam GSCM yang bertujuan menciptakan proses produksi yang efisien dan adaptif. Inovasi teknologi ramah lingkungan yang diterapkan langsung dalam proses produksi terbukti mampu menurunkan biaya, mempercepat respons terhadap permintaan pasar, serta meningkatkan daya saing perusahaan. Dengan demikian, implementasi *Green Production* bukan sekadar komitmen terhadap keberlanjutan, tetapi merupakan bagian dari rekayasa sistem industri yang modern dan berbasis efisiensi (Khan et al., 2022). Dalam konteks negara berkembang, efektivitas implementasi *Green Production* tidak hanya ditentukan oleh kesiapan teknologi atau kebijakan internal, tetapi juga oleh kolaborasi lintas fungsi yang melibatkan seluruh rantai pasok secara aktif. Keberhasilan penerapan praktik *Green Production* sangat bergantung pada sinergi antara unit internal perusahaan dan mitra eksternal dalam rantai pasok, terutama dalam mendorong adopsi teknologi hijau dan penguatan kontrol terhadap dampak produksi (Asif et al., 2020).

Di sisi lain, dari perspektif operasional, *Green* SCOR menjadi standar referensi yang efektif dalam mengintegrasikan keberlanjutan ke dalam proses rantai pasok. Melalui *Best Practices*, model ini mencakup aspek-aspek seperti efisiensi energi, pemilihan pemasok bersertifikasi lingkungan, dan optimalisasi penggunaan bahan ramah lingkungan. Praktik seperti penggunaan bahan *biodegradable*, pengawasan limbah produksi, serta pemanfaatan bahan bakar alternatif dalam distribusi terbukti mampu meningkatkan kinerja operasional dan lingkungan secara simultan (Purnomo & Syafrianita, 2024). Selain itu, *Green* SCOR juga memfasilitasi penerapan prinsip *circular economy* dalam desain proses logistik dan manufaktur, sehingga perusahaan dapat menilai dan menyusun perbaikan sistem rantai pasok secara terstruktur, adaptif, dan berbasis data atau hasil evaluasi performa aktual (Akkucuk, 2015).

Dibandingkan dengan pendekatan lain seperti ISO 14001 yang lebih berfokus pada sistem manajemen lingkungan internal atau *Eco-Management and Audit Scheme* (EMAS) sebuah sistem manajemen lingkungan sukarela yang lebih umum digunakan di kawasan Eropa, standar GRI dan *Best Practice* SCOR 14 menawarkan cakupan yang lebih luas serta aplikatif dalam

mengevaluasi praktik produksi hijau secara operasional dan strategis. GRI menyediakan indikator yang tidak hanya mencerminkan kewajiban pelaporan, tetapi juga berfungsi sebagai tolok ukur evaluatif terhadap kinerja keberlanjutan perusahaan secara holistik, mencakup aspek energi, emisi, dan limbah. Sementara itu, SCOR 14 memperkuat evaluasi teknis melalui *Best Practice* yang mencerminkan kondisi aktual dalam rantai pasok. Dengan demikian, penggunaan GRI dan *Best Practice* SCOR 14 secara bersamaan memberikan kerangka analisis yang bersifat normatif sekaligus teknis, sehingga penelitian ini dapat merumuskan rekomendasi perbaikan yang konkret, kontekstual, dan berbasis pada praktik terbaik industri (Sonder et al., 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana praktik *Green Production* telah diimplementasikan secara nyata dalam sistem produksi PT Bio Farma, dengan berdasarkan *Global Reporting Initiative* (GRI) dan *Best Practices* SCOR 14. Penelitian ini tidak hanya mengevaluasi sejauh mana prinsip produksi hijau dijalankan dalam laporan keberlanjutan, tetapi lebih jauh mengidentifikasi kesenjangan antara standar global dengan praktik aktual di lapangan, serta merumuskan rekomendasi perbaikan yang konkret dan berbasis data. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi teoritis terhadap pengembangan kajian GSCM di sektor farmasi, serta menjadi rujukan praktis dalam mendesain sistem produksi yang lebih berkelanjutan. Metode yang digunakan adalah *content analysis* laporan keberlanjutan dengan pendekatan kualitatif eksploratif, didukung oleh pemetaan indikator dan analisis kesenjangan terhadap standar GRI dan SCOR 14 serta menggunakan *software* pendukung yaitu Nvivo 15. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan pemahaman yang lebih komprehensif kepada perusahaan dan pemangku kepentingan dalam memperkuat efektivitas praktik *Green Production* sebagai bagian dari upaya pencapaian keberlanjutan jangka panjang di PT Bio Farma.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dari permasalahan diatas, dibawah ini merupakan fokus utama rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana implementasi praktik *Green Production* pada PT Bio Farma dalam laporan keberlanjutan berdasarkan indikator *Global Reporting Initiative* (GRI) & *Best Practices* SCOR 14?
2. Bagaimana usulan perbaikan atau *improvement* yang dapat diberikan kepada PT Bio Farma untuk meningkatkan implementasi *Green Production*?

1.3 Tujuan Penelitian

Dibawah ini merupakan tujuan penelitian yang ingin dicapai yaitu sebagai berikut:

1. Untuk mengevaluasi implementasi praktik *Green Production* yang diungkapkan dalam laporan keberlanjutan PT Bio Farma berdasarkan indikator *Global Reporting Initiative* (GRI) & *Best Practices* SCOR 14.
2. Untuk merumuskan usulan perbaikan yang tepat guna meningkatkan implementasi *Green Production* di PT Bio Farma, dengan mengacu pada standar GRI & *Best Practices* SCOR 14.

1.4 Manfaat Penelitian

Dibawah ini merupakan manfaat penelitian tugas akhir yang dilakukan di PT. Bio Farma yaitu sebagai berikut:

1.4.1 Bagi Peneliti

Berikut merupakan manfaat yang didapatkan peneliti dari melakukan penelitian tentang GSCM pada PT. Bio Farma.

1. Mengetahui dan memahami terkait bagaimana praktik *Green Production* pada PT. Bio Farma berdasarkan standar *Global Report Initiative* (GRI) & *Best Practices* SCOR 14.
2. Penelitian ini menambah pengetahuan dan wawasan peneliti dalam menganalisis data laporan keberlanjutan, menilai transparansi praktik *Green Production*, serta mengidentifikasi antara standar GRI dan implementasi dilapangan.

1.4.2 Bagi Perusahaan

Berikut ini merupakan manfaat yang didapatkan perusahaan PT. Bio Farma.

1. Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui kelebihan dan kekurangan implementasi *Green Production* sehingga membantu perusahaan dalam mengoptimalkan praktik yang berkelanjutan.
2. Penelitian ini membantu perusahaan untuk mengevaluasi transparansi laporan keberlanjutan berdasarkan standar *Global Report Initiative*.
3. Penelitian ini membantu perusahaan untuk meningkatkan daya saing global dan membangun kepercayaan dengan pemangku kepentingan serta melindungi reputasi perusahaan.

1.4.3 Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber referensi atau tambahan informasi dalam memperluas wawasan serta dapat digunakan untuk acuan penelitian selanjutnya terkait analisis transparansi praktik *Green Production*.

1.5 Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini, Adapun beberapa batasan-batasan penelitian agar penelitian ini berjalan dengan tepat. Dibawah ini merupakan batasan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini membahas *Green Production* yang dilakukan di PT Bio Farma.
2. Data yang akan digunakan dalam penelitian ini mencakup informasi dari *Sustainability Report* pada perusahaan terkait.
3. Penelitian ini berfokus pada transparansi praktik *Green Production* berdasarkan aspek dari *Global Report Initiative* (GRI) & *Best Practices* SCOR 14.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Induktif

Kajian literatur adalah suatu proses pencarian, penelaahan, dan analisis terhadap berbagai sumber tertulis seperti buku, jurnal, dan publikasi lainnya yang relevan dengan topik penelitian. Tujuannya adalah untuk memahami perkembangan penelitian sebelumnya, mengidentifikasi kesenjangan (*research gap*), serta menentukan landasan teori yang mendukung penelitian yang sedang dilakukan. Pendekatan ini digunakan sebagai dasar dalam kajian literatur untuk mengembangkan penelitian yang lebih inovatif (Sajeevanie, 2021).

Sebagai landasan fundamental bagi praktik keberlanjutan modern, transparansi melalui pelaporan, khususnya yang mengikuti kerangka *Global Reporting Initiative* (GRI), telah berkembang menjadi mekanisme awal untuk menilai sejauh mana perusahaan menjalankan komitmen terhadap prinsip keberlanjutan. Namun dalam praktik implementasi *Green Supply Chain Management* (GSCM), transparansi pelaporan hanya menjadi pintu masuk untuk memahami tindakan nyata di lapangan. GRI berfungsi sebagai alat utama bagi organisasi untuk mengkomunikasikan kinerja lingkungan, sosial, dan tata kelola (ESG) kepada para pemangku kepentingan, yang pada gilirannya meningkatkan akuntabilitas dan memungkinkan evaluasi komprehensif terhadap praktik keberlanjutan (Bais et al., 2024). Pelaporan GRI dipahami secara luas bukan hanya sebagai kewajiban formal, tetapi sebagai strategi membangun kepercayaan dan reputasi perusahaan.

Sejalan dengan pentingnya pelaporan transparan ini, GSCM menuntut implementasi nyata dari prinsip lingkungan di seluruh aktivitas rantai pasok, mulai dari pengadaan bahan baku hingga distribusi produk (Sahar et al., 2020) Untuk memastikan implementasi tersebut, diperlukan sistem seleksi yang menekankan keberlanjutan operasional seperti pemilihan pemasok hijau yang didasarkan pada metode multi-kriteria seperti *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan Fuzzy AHP. Proses ini bukan hanya soal keterbukaan informasi, tetapi cerminan dari integrasi prinsip keberlanjutan dalam praktik operasional (Agusinta et al., 2022). Lebih lanjut, Studi lain menunjukkan bahwa budaya organisasi yang mendukung menjadi prasyarat penting agar prinsip GSCM dapat diterapkan secara konsisten dalam operasional sehari-hari (Lunga & Pooe, 2024). Dengan kata lain, keberhasilan implementasi GSCM tidak

cukup hanya dilihat dari pelaporan, melainkan dari bagaimana prinsip tersebut diterjemahkan ke dalam sistem kerja dan proses produksi secara konkret (Agusinta et al., 2022).

Dalam konteks ini, standar pelaporan seperti GRI 2021 dapat berfungsi sebagai cermin awal yang mengindikasikan seberapa dalam perusahaan mengadopsi prinsip keberlanjutan dalam implementasinya. Perubahan pada "item yang harus diungkapkan tanpa terkecuali" di Standar GRI 2 telah memaksa perusahaan untuk menyelaraskan pelaporan dengan aksi nyata. Namun tantangan tetap ada, seperti yang terlihat pada studi kasus perbankan di Bangladesh, di mana penerapan GRI masih lemah meskipun terdapat potensi penggunaan teknologi seperti AI untuk memperkuat pengambilan keputusan berbasis data dalam mendukung (SDGs) (Main et al., 2025; Dewa Ayu Eka Pertiwi et al., 2024).

Setelah memahami pentingnya aspek pengungkapan yang kredibel, fokus utama bergeser pada bagaimana praktik *Green Production* diimplementasikan untuk menurunkan jejak lingkungan dan meningkatkan efisiensi sistem produksi. Produksi bersih *(Cleaner Production)* telah menjadi dasar operasional yang menekankan pada optimasi proses dan efisiensi sumber daya untuk mengurangi dampak lingkungan sepanjang siklus hidup produk (Schmidt et al., 2020). Implementasinya membutuhkan pendekatan sistemik, seperti Life Cycle Assessment (LCA) dan *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM), untuk memastikan bahwa setiap tahap produksi menyumbang pada keberlanjutan secara nyata (Schmidt et al., 2020).

Untuk mengimplementasikan *cleaner production* secara efektif, teknologi Industri 4.0 memberikan dukungan penting melalui otomasi dan digitalisasi proses produksi. *Internet of Things* (IoT), misalnya, telah terbukti meningkatkan efisiensi energi serta mengurangi emisi dalam praktik manufaktur cerdas (Alex & Johnson, 2025). Sinergi antara prinsip lean dan green manufacturing juga memperkuat implementasi *Green Production* melalui eliminasi pemborosan serta peningkatan efisiensi proses (Elemure et al., 2023).

Berkaitan erat dengan konsep produksi bersih, efisiensi energi adalah komponen kritis *Green Production* yang mendapatkan perhatian luas, terutama dalam konteks manufaktur. Literatur menyoroti berbagai pendekatan untuk mengoptimalkan konsumsi energi dalam proses produksi industri. Penjadwalan manufaktur yang efisien energi (*Energy-Efficient Manufacturing Scheduling*/EES) adalah area penelitian aktif yang berupaya meminimalkan konsumsi energi tanpa mengorbankan kinerja produksi, didorong oleh kekhawatiran lingkungan dan ekonomi (Missaoui et al., 2023; Shao et al., 2023). Sistem cerdas berbasis IoT juga menunjukkan potensi besar dalam mengoptimalkan penggunaan energi dan sumber daya melalui pemantauan waktu

nyata dan analitik data, menghasilkan pengurangan konsumsi energi yang signifikan (Alex & Johnson, 2025).

Secara spesifik, dalam industri farmasi, peluang untuk peningkatan kinerja energi sangat substansial, sebagaimana ditunjukkan oleh studi yang menganalisis potensi penghematan dari audit energi dan adopsi teknologi yang lebih efisien (Bruni et al., 2023; Schmidt et al., 2020). Lebih lanjut, penggunaan kecerdasan buatan (AI) untuk prediksi permintaan energi dapat secara substansial meningkatkan manajemen energi hijau, memungkinkan optimalisasi konsumsi dan integrasi sumber energi terbarukan (Rojek et al., 2024). Secara umum, mencapai efisiensi energi di manufaktur industri dipandang sebagai keharusan strategis untuk keberlanjutan dan daya saing (Schmitt et al., 2025). Literatur ini secara konsisten menunjukkan bahwa inovasi teknologi dan strategi manajemen adalah kunci untuk efisiensi energi.

Melengkapi upaya produksi bersih dan efisiensi energi, pengurangan limbah adalah pilar fundamental *Green Production*, dengan fokus pada minimalisasi limbah yang dihasilkan di setiap tahap operasional. Strategi produksi bersih secara intrinsik mengintegrasikan pengurangan limbah sebagai tujuan utama, melalui identifikasi dan eliminasi sumber limbah di seluruh proses produksi (Schmidt et al., 2020). Menariknya, teknologi Industri 4.0, seperti yang diimplementasikan dalam manufaktur cerdas, turut berperan besar dalam mencapai pengurangan limbah ini. Dengan adanya optimasi sumber daya dan proses yang didukung data *real-time*, timbulan limbah dapat diminimalkan melalui manajemen yang lebih presisi dan efisien (Alex & Johnson, 2025).

Lebih jauh, pendekatan *Lean Manufacturing*, ketika diintegrasikan dengan prinsip-prinsip hijau *(Lean Green)*, secara fundamental diarahkan pada penghapusan pemborosan (*waste*) dalam segala bentuknya, mulai dari *overproduction* hingga cacat yang secara langsung berkontribusi pada pengurangan limbah operasional (Elemure et al., 2023). Tinjauan literatur mengenai GSCM juga menegaskan bahwa manajemen limbah, termasuk upaya pengurangan, penggunaan kembali, dan daur ulang limbah yang dihasilkan selama produksi, merupakan praktik berkelanjutan yang krusial (Sahar et al., 2020). Literatur ini sepakat bahwa pengurangan limbah adalah hasil dari efisiensi proses dan pendekatan manajemen yang terintegrasi.

Sebagai hasil dari semua inisiatif tersebut, *Green Production* terbukti memberikan dampak transformatif bagi keberlanjutan organisasi, terutama jika prinsip-prinsipnya benar-benar diinternalisasi dalam sistem produksi dan bukan sekadar strategi dokumentatif. GSCM yang menekankan pada praktik hijau menyeluruh dapat meningkatkan efisiensi biaya, performa

lingkungan, dan reputasi sosial perusahaan (Sahar et al., 2020). Dalam hal ini, pelaporan berbasis GRI memang berperan penting, tetapi hanya bermakna jika mencerminkan praktik yang dijalankan secara riil (Bais et al., 2024).

Berbagai praktik seperti *cleaner production* (Schmidt et al., 2020), efisiensi energi (Missaoui et al., 2023; Alex & Johnson, 2025; Schmitt et al., 2025), dan pengurangan limbah, menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi *Green Production* membutuhkan sinergi antara sistem teknologi, strategi manajerial, dan budaya operasional. Jika dilaksanakan secara utuh dan terintegrasi, *Green Production* menjadi bukan hanya alat kepatuhan, melainkan sumber keunggulan kompetitif dan landasan menuju keberlanjutan jangka panjang (Elemure et al., 2023). Literatur ini secara konsisten menyimpulkan bahwa *Green Production* bukan hanya tentang kepatuhan terhadap regulasi lingkungan, tetapi merupakan imperatif strategis untuk menciptakan nilai jangka panjang, meningkatkan daya saing, dan berkontribusi positif terhadap tujuan pembangunan berkelanjutan.

Sebagai penguatan literatur mengenai praktik *Green Production*, berbagai penelitian terkini menyoroti pentingnya faktor manusia, kolaborasi, dan pemilihan material dalam mendorong kinerja lingkungan yang berkelanjutan. Studi Ferrazzi et al., (2025) menegaskan bahwa praktik *soft Lean* berbasis manusia seperti komunikasi efektif, komitmen manajemen, pelatihan, dan budaya organisasi memegang peran krusial dalam menurunkan hambatan implementasi praktik hijau. Budaya kolaboratif juga menjadi elemen kunci, sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian Camarinha-Matos et al., (2024) yang menekankan keterhubungan vertikal dan horizontal rantai pasok untuk mewujudkan manufaktur berkelanjutan dan tangguh melalui pemanfaatan teknologi eksponensial, *digital twin*, hingga blockchain. Relevansi pendekatan ini tercermin dalam pentingnya ekosistem kolaborasi yang mendukung efisiensi energi, pengurangan limbah, dan penguatan ketahanan sistem produksi. Selain itu, kajian Ugural et al., (2024) menunjukkan bahwa pemilihan material berbasis LCA mampu mengurangi jejak karbon secara signifikan, di mana kayu memiliki potensi sebagai penyerap karbon, sementara beton dan baja menuntut strategi logistik dan optimasi pasokan untuk menekan dampak lingkungan. Pendekatan analitis ini diperkuat oleh studi Ng et al., (2020), yang menggabungkan *Data Envelopment Analysis* (DEA) dan LCA untuk mengevaluasi efisiensi lingkungan berbagai fasilitas produksi, memberikan tolok ukur objektif sekaligus target perbaikan yang konkret.

Dalam konteks pengelolaan proses, kerangka *Sustainability-Oriented Process Analysis (SOPA)* menawarkan integrasi LCA dan *Activity-Based Costing* ke dalam *Business Process*

Management guna menilai dampak lingkungan setiap aktivitas bisnis dan merancang ulang proses agar lebih rendah emisi (Klessascheck et al., 2025). Lebih jauh, pemanfaatan *Green Internet of Things* (G-IoT) dengan sensor cerdas menghadirkan peluang besar dalam pemantauan energi, kualitas udara, dan manajemen limbah secara *real-time*, seperti yang diilustrasikan melalui proyek berbasis Arduino untuk pertanian presisi dan daur ulang air. Seluruh temuan ini memperkuat argumen bahwa implementasi *Green Production* tidak hanya bergantung pada teknologi canggih, tetapi juga membutuhkan keterlibatan manusia, sinergi antar pemangku kepentingan, dan pemilihan material yang tepat. Integrasi *soft practices*, analisis siklus hidup, sistem pemantauan pintar, serta metodologi pengukuran kinerja seperti DEA dan SOPA membentuk fondasi yang memungkinkan perusahaan mencapai efisiensi energi, mengurangi emisi, dan menekan limbah secara terukur, sehingga prinsip keberlanjutan dapat diinternalisasi sebagai keunggulan kompetitif yang nyata (Cipi & Zanaj, 2025).

Tabel 2. 1 Kajian Induktif

No	Nama Peneliti	Judul	Metode
1	(Amin et al., 2025)	*Industry 5.0 and Green Supply Chain Management Synergy for Sustainable Development in Bangladeshi RMG Industries*	Kualitatif – *Interpretive Structural Modeling (ISM) dan MICMAC Analysis*
2	(Lunga & Pooe, 2024)	*Organisational Culture and Institutionalisation of Green Supply Chain Management*	Kualitatif – *Thematic Analysis* (dengan pendekatan eksploratori dan *purposive sampling*)
3	(Sahar et al., 2020)	*Review of Green Supply Chain Management in Manufacturing: A Case Study*	Kualitatif – Studi Pustaka dan Studi Kasus
4	(Agusinta et al., 2022)	Analisis Pengaruh *Green Manufacturing, Green Distribution, dan Reverse Logistics* dalam Membangun *Green Supply Chain Management*	Kuantitatif – Regresi Linier, Korelasi, Analisis Jalur (Path Analysis)

No	Nama Peneliti	Judul	Metode
5	(Dewa Ayu Eka Pertiwi et al., 2024)	Analisis *Sustainability Reporting* Sebelum dan Sesudah Penerapan Standar *Global Reporting Initiative* (GRI) 2021	Kualitatif – Content Analysis (dengan pendekatan skor dan indeks pengungkapan/SRDI)
6	(Main et al., 2025)	*Assessing Sustainability Reporting Practice in Accordance with the Global Reporting Initiative (G4) Towards Achieving SDGs Using Artificial Intelligence*	Kuantitatif – *Content Analysis + K-Means Clustering (Machine Learning)*
7	(Bais et al., 2024)	*Global Reporting Initiative: Literature Review and Research Directions*	Kualitatif – *Systematic Literature Review (SLR)*
8	(Shao et al., 2023)	*Event-triggered Hybrid Energy-aware Scheduling in Manufacturing Systems*	Kuantitatif – Simulasi Sistem (*Event-Triggered Hybrid Scheduling* dengan Model Dinamis)
9	(Missaoui et al., 2023)	*Energy Efficient Manufacturing Scheduling: A Systematic Literature Review*	Kualitatif – Systematic Literature Review (SLR)
10	(Alex & Johnson, 2025)	*A Framework for IoT-Enabled Smart Manufacturing for Energy and Resource Optimization*	Kuantitatif – Simulasi dan Studi Kasus (menggunakan MATLAB Simulink)
11	(Schmitt et al., 2025)	*Achieving Energy Efficiency in Industrial Manufacturing*	Kualitatif – Review Literatur
12	(Rojek et al., 2024)	*Green Energy Management in Manufacturing Based on Demand Prediction by Artificial Intelligence*	Kualitatif – Review Literatur Sistematis
13	(Schmidt et al., 2020)	*Technical Potential for Energy and GWP Reduction in Chemical–*	Kualitatif – Studi Literatur & Analisis Teknis (Studi Kasus)

No	Nama Peneliti	Judul	Metode
		Pharmaceutical Industry in Germany and EU	
14	(Bruni et al., 2023)	*On the Energy Performance and Energy Saving Potential of the Pharmaceutical Industry: A Study Based on the Italian Energy Audits*	Kuantitatif – *Audit Energi & Analisis Statistik (Energy Performance Indicators & EPIAs)*
15	(Elemure et al., 2023)	*Integration of Lean Green and Sustainability in Manufacturing: A Review on Current State and Future Perspectives*	Kualitatif – Review Literatur Sistematis
16	(Ferrazzi et al., 2025)	*From People to Performance: Leveraging Soft Lean Practices for Environmental Sustainability in Large-Scale Production*	Kualitatif – *Multi-case study*, wawancara semi-terstruktur, *deductive coding*
17	(Camarinha-Matos et al., 2024)	*Collaborative Approaches in Sustainable and Resilient Manufacturing*	Kualitatif – *Systematic Literature Review* dan sintesis hasil proyek riset
18	(Ugural et al., 2024)	*Life Cycle Assessment Analysis Based on Material Selection in Sustainable Airport Buildings*	Kuantitatif – *Life Cycle Assessment* (LCA) dengan perangkat lunak OpenLCA & *database* ECOinvent
19	(Ng et al., 2020)	*An Integrated Approach for the Benchmarking of Production Facilities' Environmental Performance*	Kuantitatif – Kombinasi Data *Envelopment Analysis* (DEA) dan *Life Cycle Assessment* (LCA)
20	(Klessascheck et al., 2025)	*SOPA: A Framework for Sustainability-Oriented Process Analysis and Re-Design in Business Process Management*	Kualitatif – *Design Science Research*, integrasi BPM, LCA, dan *Activity-Based Costing*

No	Nama Peneliti	Judul	Metode
21	(Cipi & Zanaj, 2025)	*Green IoT Applications with Intelligent Sensors*	Kuantitatif – Studi konseptual dengan proyek implementasi Arduino *(soil moisture monitoring)*

Berdasarkan semua penelitian diatas, dapat dikatakan bahwa meskipun GRI dan *Green Production* yang merupakan bagian dari GSCM telah banyak dibahas, masih diperlukan penelitian empiris yang lebih spesifik mengenai dampak langsung transparansi GRI terhadap efektivitas GSCM, khususnya di sektor kompleks seperti farmasi. Potensi teknologi digital dan AI untuk meningkatkan transparansi pelaporan keberlanjutan secara *real-time* dan mengatasi ketidakpedulian adopsi GRI di berbagai wilayah juga menjadi area riset yang menjanjikan. Dalam konteks *Cleaner Production*, masih dibutuhkan studi mendalam tentang tantangan implementasi Industri 4.0 dan integrasi *Lean-Green*, serta eksplorasi model bisnis baru dan dampak regulasi terhadap inovasi pengurangan emisi.

Selain itu, efisiensi energi dalam manufaktur masih memerlukan studi kasus implementasi skala penuh, terutama pada ROI jangka panjang dan peran kebijakan insentif. Strategi pengurangan limbah seperti ekonomi sirkular juga memerlukan pendekatan praktis dan studi kasus di sektor limbah khusus seperti farmasi. Diperlukan metodologi terstandardisasi untuk mengukur dampak sosial *Green Production* serta penilaian manfaat ekonomi tidak langsung seperti peningkatan reputasi dan daya tarik investor ESG.

2.2 Kajian Deduktif

2.2.1 *Green Supply Chain Management*

Green Supply Chain Management (GSCM) adalah pendekatan dalam manajemen Rantai pasok yang berorientasi pada keberlanjutan, dengan tujuan utama mengurangi dampak *negative* terhadap lingkungan sambil tetap mempertahankan efisiensi operasional dan daya saing Perusahaan (Jumady et al., 2020). GSCM merupakan strategi yang menggabungkan prinsip lingkungan dalam rantai pasok untuk mengurangi dampak ekosistem sekaligus menjaga efesiensi operasional dengan memperhatikan berbagai aspek seperti produksi bersih yang didalamnya mencakup seperti penggunaan energi, emisi karbon, dan limbah industri (Ridhah et al., 2023).

2.2.2 *Green Production (GP)*

GSCM merupakan sebuah inovasi untuk menjaga kelestarian lingkungan yang di integrasikan ke dalam manajemen rantai pasok (Virupakshappa et al., 2022). GSCM terdiri dari berbagai praktik/aspek utama salah satu contohnya adalah *Green Production* (GP) yang dipahami sebagai proses produksi yang secara sadar mempertimbangkan keberlanjutan lingkungan dengan cara mengurangi penggunaan energi, meminimalkan emisi, serta memanfaatkan bahan baku yang ramah lingkungan (Bolaji et al., n.d.). Sejalan dengan itu, GP juga dipahami sebagai sistem produksi berbasis teknologi ramah lingkungan yang mampu mengurangi limbah, emisi, dan konsumsi sumber daya melalui efisiensi proses. (Mupfiga et al., 2024)

Konsep GP dalam konteks manajemen rantai pasok hijau telah menjadi elemen kunci dalam upaya perusahaan untuk mencapai keberlanjutan operasional. Menurut Asif et al. (2020), *Green Production* diidentifikasi melalui praktik *green manufacturing*, yaitu penerapan proses produksi yang bersih, efisien energi, rendah emisi, serta minim limbah dan penggunaan bahan baku. Fokus utamanya adalah pada pemanfaatan teknologi produksi yang inovatif dan ramah lingkungan untuk menurunkan jejak karbon dan meningkatkan efisiensi sumber daya. Dalam kerangka ini, Asif et al. (2020) menyoroti empat aspek penting yang menjadi indikator *Green Production*, yaitu: produksi bersih, efisiensi energi, pengelolaan limbah melalui daur ulang, serta penggunaan material berkelanjutan. Menariknya, praktik-praktik ini sangat ditekankan untuk diadopsi melalui pendekatan kolaboratif antar pemangku kepentingan, khususnya di negara-negara berkembang yang menghadapi tantangan struktural dan sumber daya (Asif et al., 2020).

GP sebagai strategi produksi yang tidak hanya bertujuan untuk mengurangi limbah dan emisi, tetapi juga mengintegrasikan prinsip lean and green, yaitu mengganti proses produksi konvensional yang boros dengan pendekatan yang lebih hemat sumber daya dan minim polusi. Konsep ini diperkuat dengan praktik *eco-design* dan *investment recovery*, yang bertujuan menciptakan siklus produksi tertutup dan mendukung keberlanjutan rantai pasok karbon netral (*carbon-neutral supply chain*). GP mencakup pengurangan limbah, efisiensi energi, dan penggunaan teknologi bersih dalam proses manufaktur. Ini mencakup seperti menggunakan energi terbarukan dalam produksi (Naz et al., 2024).

Berdasarkan berbagai perspektif dari literatur yang telah dibahas, dapat disimpulkan bahwa (GP) merupakan komponen strategis dalam praktik *Green Supply Chain Management (GSCM)* yang berperan penting dalam mendukung keberlanjutan operasional dan lingkungan. GP tidak

hanya dipahami sebagai upaya pengurangan limbah dan emisi, tetapi juga sebagai sistem produksi yang mengintegrasikan efisiensi energi, pemanfaatan teknologi bersih, dan pemilihan bahan baku yang ramah lingkungan. Dalam konteks evaluasi implementasi GP, empat indikator utama dapat dijadikan acuan, yaitu:

(1) *Green Production/Cleaner Production/Carbon Efficiency/Low Emission* : Mengadopsi praktik produksi yang lebih bersih dan efisien dalam penggunaan karbon serta rendah emisi.
(2) *Energy Efficiency* : Meningkatkan efisiensi energi dalam proses produksi untuk mengurangi konsumsi energi dan emisi.
(3) *Waste Reduction* : Mengurangi limbah yang dihasilkan selama proses produksi melalui berbagai strategi pengelolaan limbah.
(4) *Sustainable Materials & Resource Conservation* : Menggunakan material berkelanjutan dan menerapkan konservasi sumber daya dalam proses produksi.

Indikator-indikator tersebut akan dijadikan acuan untuk menilai tingkat penerapan prinsip produksi hijau oleh perusahaan, yang secara langsung berkontribusi terhadap pelestarian lingkungan. Selain itu, penerapan indikator ini juga memberikan dampak tidak langsung terhadap aspek ekonomi dan sosial, sebagaimana tercermin dalam isi laporan keberlanjutan perusahaan.

2.2.3 *Sustainabality Report (SR)*

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Akhda & Rianindita, (2024), laporan keberlanjutan atau *Sustainability Report* (SR) merupakan instrumen penting bagi perusahaan untuk menunjukkan akuntabilitas tidak hanya pada aspek ekonomi, tetapi juga dimensi sosial dan lingkungan. Dengan kata lain, SR dapat didefinisikan sebagai laporan non-keuangan yang memuat kinerja perusahaan terhadap aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan. Laporan ini menjadi media komunikasi antara perusahaan dengan pemangku kepentingan guna menunjukkan komitmen pada pembangunan berkelanjutan sekaligus sarana mengurangi kesenjangan informasi yang memengaruhi keputusan investasi. Penelitian Christie & Ekadjaja, (2020) turut mempertegas bahwa laporan keberlanjutan mencakup tiga dimensi utama sesuai standar GRI, yaitu ekonomi, sosial, dan lingkungan, dengan temuan bahwa aspek sosial dan lingkungan terbukti berpengaruh signifikan terhadap profitabilitas perusahaan, sedangkan aspek ekonomi tidak selalu memberikan dampak langsung.

Di sisi lain, (Satwika, 2023) menekankan bahwa kualitas laporan keberlanjutan menjadi faktor penting yang menentukan manfaatnya. Laporan yang disusun secara transparan dan sesuai standar, seperti GRI Standards, dapat meningkatkan profitabilitas perusahaan melalui pengurangan kesenjangan informasi antara manajemen dan investor. Semakin tinggi kualitas laporan, semakin besar pula tingkat kepercayaan pemangku kepentingan serta peluang investasi. Namun, penyusunan laporan ini juga membutuhkan biaya dan sumber daya manusia yang kompeten, sehingga kualitasnya dapat berbeda antar perusahaan. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa laporan keberlanjutan tidak hanya berfungsi sebagai dokumen formal, tetapi juga sebagai strategi perusahaan dalam membangun legitimasi, memperkuat hubungan dengan pemangku kepentingan, serta memperoleh keunggulan kompetitif di pasar.

2.2.4 *Global Report Initiative (GRI)*

Global Reporting Initiative (GRI) adalah standar internasional yang digunakan perusahaan untuk mengungkapkan informasi terkait kinerja keberlanjutan mereka. GRI bertujuan untuk meningkatkan transparansi dalam pelaporan keberlanjutan, khususnya terkait dampak lingkungan, sosial, dan ekonomi dari operasi perusahaan. Standar ini membantu perusahaan dalam menyusun laporan yang memungkinkan pemangku kepentingan menilai komitmen mereka terhadap keberlanjutan (Machado et al., 2023). GRI menyediakan kerangka kerja standar dalam pelaporan keberlanjutan yang digunakan oleh berbagai perusahaan di dunia, termasuk di kawasan Asia Tenggara. GRI membantu organisasi dalam mengidentifikasi, mengukur, dan menungkapkan dampak perusahaan terhadap keberlanjutan global.

Selain itu, penerapan GRI memungkinkan perusahaan untuk lebih akuntabel dalam mengelola dampak operasional mereka terhadap lingkungan dan masyarakat. Dengan adanya standar ini, perusahaan dapat menyusun laporan keberlanjutan yang lebih sistematis dan dapat dibandingkan antarindustri, sehingga meningkatkan transparansi bagi investor dan pemangku kepentingan lainnya. Tidak hanya itu, GRI juga berperan dalam membantu perusahaan memenuhi regulasi keberlanjutan yang semakin ketat serta mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs). Namun, meskipun GRI telah banyak diadopsi, masih terdapat tantangan dalam implementasinya, seperti kurangnya indikator spesifik untuk sektor tertentu dan masih adanya praktik pelaporan yang bersifat selektif. Oleh karena itu, diperlukan upaya lebih lanjut untuk memastikan bahwa standar GRI diterapkan secara optimal guna mencerminkan komitmen nyata perusahaan terhadap keberlanjutan (Wiraputra, 2024).

2.2.4.1 Standar Global Report Initiative (GRI)

GRI adalah standar global yang diakui dalam pelaporan keberlanjutan, mengukur dampak sosial, ekonomi, dan lingkungan organisasi dengan pendekatan materialitas dan stakeholder engagement. GRI juga dapat membantu organisasi memahami tantangan serta peluang keberlanjutan, meningkatkan transparansi, dan menciptakan nilai jangka panjang melalui strategi otomatis dan ramah lingkungan (Setyaningsih et al., 2024).

Kemudian menurut Petrescu et al., (2020), penerapan pelaporan keberlanjutan berdasarkan GRI mendorong terbentuknya hubungan jangka panjang dengan pemangku kepentingan termasuk investor, pelanggan, dan regulator yang pada akhirnya memperkuat kinerja dan profitabilitas perusahaan (Petrescu et al., 2020). Selain itu, sektor jasa keuangan dan kesehatan di Indonesia menemukan bahwa pelaksanaan GRI mendorong peningkatan efisiensi operasional dan risiko, sekaligus menuntut pelatihan dan kolaborasi antar pihak terkait. Namun, penelitian (Setyaningsih et al., 2024) juga mengungkap bahwa meskipun GRI seharusnya meningkatkan transparansi, implementasinya seringkali tidak memenuhi harapan karena standar yang rumit dan kurangnya pemahaman pada tingkat UMKM serta tantangan kontekstual. Kritik lain datang dari studi Roszkowska-Menkes et al., (2024) yang menunjukkan bahwa GRI tidak mampu mencegah praktik pelaporan selektif (cherry-picking) dan inkonsistensi dalam pelaku usaha besar (Roszkowska-Menkes et al., 2024).

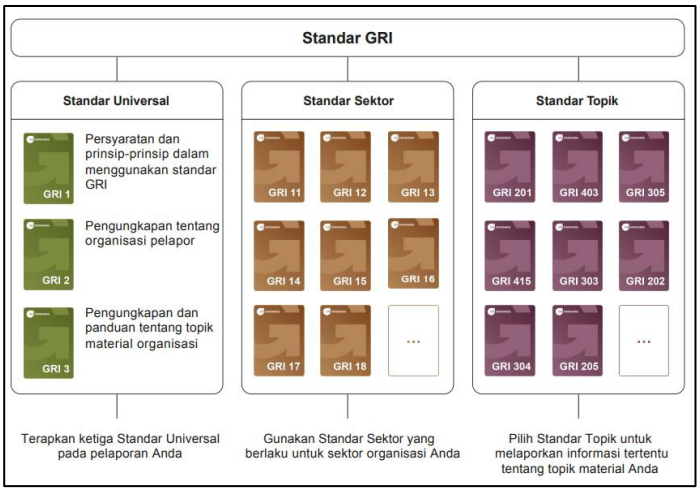
Bedasarkan dari buku GRI, (2023) yang berisi tentang Standar GRI memungkinkan suatu organisasi mengungkapkan secara publik dampak dari kegiatannya yang paling signifikan terhadap ekonomi, lingkungan, dan masyarakat, termasuk dampak terhadap hak asasi manusia serta cara organisasi mengelola dampak tersebut. Dengan demikian, standar ini meningkatkan transparansi dan akuntabilitas organisasi dalam mengkomunikasikan tanggung jawab keberlanjutan mereka. Selain itu, standar GRI berisi pengungkapan yang memungkinkan organisasi untuk melaporkan informasi tentang dampaknya secara konsisten dan kredibel. Hal ini tidak hanya meningkatkan komparabilitas global, tetapi juga memastikan kualitas informasi yang dilaporkan, sehingga mendukung pemangku kepentingan dalam membuat penilaian yang lebih akurat serta pengambilan keputusan yang lebih baik terkait dampak dan kontribusi organisasi terhadap pembangunan berkelanjutan.

Lebih lanjut, standar GRI disusun sebagai sistem standar yang saling berkaitan, yang terdiri dari Standar Universal GRI, Standar Sektor GRI, dan Standar Topik GRI. Standar Universal digunakan oleh semua organisasi saat menyusun laporan yang sesuai dengan GRI, sedangkan

Standar Sektor diterapkan berdasarkan sektor industri tempat organisasi beroperasi. Sementara itu, Standar Topik digunakan untuk melaporkan informasi terkait daftar topik material yang telah ditentukan oleh organisasi. Lebih lanjut, terdapat GRI 1, GRI 2, dan GRI 3. Lebih lanjut, standar GRI disusun sebagai sistem standar yang saling berkaitan, yang terdiri dari 3 kategori utama, yaitu:

1. GRI *Universal Standard,* digunakan oleh semua organisasi saat menyusun laporan yang sesuai dengan GRI, standar ini terdiri dari:
    - GRI 1 (Landasan 2021) : *Principles for Reporting* menyediakan prinsip dasar pelaporan keberlanjutan, seperti transparansi, materialitas, keterlibatan pemangku kepentingan, dan akuntabilitas. Prinsip ini menjadi fondasi yang harus diikuti agar laporan memiliki kualitas dan integritas.
    - GRI 2 (Pengungkapan Umum 2021) : *General Disclosures* mencakup pengungkapan umum organisasi, seperti profil perusahaan, struktur kepemilikan, kebijakan tata kelola, nilai-nilai organisasi, praktik keterlibatan pemangku kepentingan, dan strategi keberlanjutan.
    - GRI 3 (Topik Material 2021) : *Material Topics* memberikan panduan bertahap untuk mengidentifikasi, menentukan, dan mengelola topik material, serta bagaimana organisasi mengungkapkan informasi terkait topik tersebut dalam laporan.
2. GRI *Topic-Specific Standards,* memberikan panduan mengenai topik material yang paling relevan bagi industri tertentu, sehingga membantu organisasi dalam menentukan aspek yang harus diungkapkan. Pelaporan dampak berdasarkan tiga kategori utama, yaitu:
    - Seri 200 (Ekonomi): Dampak ekonomi organisasi terhadap pemangku kepentingan dan sistem ekonomi secara luas.
    - Seri 300 (Lingkungan): Dampak organisasi terhadap ekosistem, sumber daya alam, polusi, dan emisi gas rumah kaca.
    - Seri 400 (Sosial): Pengaruh organisasi terhadap masyarakat, hak asasi manusia, dan tenaga kerja.
3. GRI *Sector Standards,* Standar ini disusun secara khusus untuk sektor-sektor industri yang menghadapi tantangan keberlanjutan yang bersifat spesifik dan kompleks. Beberapa sektor yang telah memiliki standar tersendiri antara lain adalah industri energi dan minyak, pertambangan dan logam, sektor perbankan dan keuangan, serta bidang pertanian dan pangan. Tujuan dari standar sektoral ini adalah untuk membantu organisasi di masing-

masing sektor dalam menyusun laporan keberlanjutan yang selaras dengan karakteristik, kebutuhan, serta isu-isu keberlanjutan yang relevan dengan industri mereka. Dengan adanya sistem standar ini, GRI memungkinkan organisasi untuk melaporkan informasi keberlanjutan mereka secara lebih sistematis, relevan, dan dapat dibandingkan di tingkat global.



Gambar 2. 1 Standar GRI (GRI, 2023)

Gambar 2.1 tersebut menjelaskan struktur Standar *Global Reporting Initiative* (GRI) yang terbagi menjadi tiga kategori utama, yaitu Standar Universal, Standar Sektor, dan Standar Topik. Standar Universal mencakup tiga bagian utama, yaitu GRI 1, yang berisi persyaratan dan prinsip-prinsip dalam penggunaan standar GRI, GRI 2, yang berisi pengungkapan terkait organisasi pelapor, serta GRI 3, yang memberikan panduan dalam menentukan dan mengelola topik material organisasi. Standar Sektor digunakan oleh organisasi sesuai dengan sektor industri tempat mereka beroperasi, seperti yang terlihat pada beberapa contoh standar sektor dalam gambar, seperti GRI 11, GRI 12, GRI 13, dan seterusnya. Standar ini membantu organisasi dalam mengidentifikasi isu-isu keberlanjutan yang relevan dengan sektor industrinya. Sementara itu, Standar Topik mencakup berbagai kategori spesifik yang memungkinkan organisasi melaporkan informasi terkait dampak mereka pada aspek tertentu, seperti kesehatan dan keselamatan kerja (GRI 403), air dan limbah (GRI 303), serta emisi (GRI 305). Dengan struktur ini, GRI memberikan kerangka kerja pelaporan yang komprehensif, memungkinkan organisasi untuk menyusun laporan keberlanjutan yang sistematis, relevan, dan dapat dibandingkan secara global. Namun, untuk dapat menerapkan standar ini secara efektif, diperlukan pemahaman yang komprehensif serta dukungan sumber daya yang memadai, agar

laporan yang dihasilkan mampu merepresentasikan kinerja keberlanjutan organisasi secara tepat dan objektif.

2.2.5 *Nvivo*

Untuk menunjang proses analisis data kualitatif dalam penelitian ini, peneliti menggunakan perangkat lunak NVivo, yakni sebuah aplikasi analisis data non-numerik yang dirancang untuk memfasilitasi pengelolaan dan eksplorasi informasi berbasis teks, dokumen, maupun visual. NVivo digunakan karena kemampuannya dalam mengorganisasi data secara sistematis, memungkinkan peneliti melakukan proses *coding*, mengidentifikasi tema dan subtema, serta menemukan pola atau hubungan antar konsep dari data yang dikumpulkan.

Dalam praktiknya, seluruh data hasil studi dokumentasi berupa laporan keberlanjutan perusahaan dimasukkan ke dalam NVivo dan kemudian dikode berdasarkan kerangka indikator yang telah ditetapkan sebelumnya. Proses *coding* ini dilakukan untuk menyortir kutipan atau narasi berdasarkan kategori seperti *low emission*, *energy efficiency*, *waste management*, dan *sustainable material use*. Pemanfaatan NVivo dalam penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi, transparansi, dan konsistensi dalam analisis data kualitatif. Selain itu, NVivo juga membantu peneliti dalam menyajikan hasil temuan secara lebih terstruktur, komprehensif, dan kredibel, sehingga mendukung validitas dari interpretasi data yang disusun dalam pembahasan penelitian.

2.2.6 *Scoring*

Penelitian ini menggunakan metode *scoring* sebagai pendekatan kuantifikasi untuk menilai kualitas pengungkapan dan tingkat implementasi praktik GSCM, khususnya pada aspek *Green Production* dalam laporan keberlanjutan perusahaan. Pendekatan ini dikembangkan dari sejumlah penelitian terdahulu, seperti yang dilakukan oleh (Anggraeni & Djakman, 2018; Kurniawati & Hafni Diska Arliena, 2022), serta mengadopsi prinsip evaluasi dari model (Council, 2017). Metode ini memungkinkan evaluasi dilakukan secara terstruktur dan objektif, serta dapat dibandingkan antar perusahaan atau antar tahun.

Penilaian dibagi ke dalam dua dimensi utama, yaitu:

1. Penilaian Kualitas Pengungkapan *(Disclosure)*

   Penilaian ini bertujuan untuk menilai sejauh mana informasi terkait indikator *Green Production* disampaikan secara eksplisit dalam laporan keberlanjutan perusahaan. Penilaian ini tidak hanya melihat keberadaan informasi, tetapi juga kedalaman dan bentuk penyajiannya, baik secara naratif maupun kuantitatif.

- Nilai 0: Tidak terdapat pengungkapan sama sekali terkait indikator.
- Nilai 1: Informasi disampaikan secara simbolis atau pernyataan singkat tanpa penjelasan tambahan.
- Nilai 2: Informasi disampaikan secara kualitatif, disertai uraian naratif yang menjelaskan konteks indikator.
- Nilai 3: Informasi disampaikan lengkap secara kualitatif dan didukung data kuantitatif (grafik, persentase, tabel, target).

2. Penilaian Substansi atau Implementasi

   Penilaian ini digunakan untuk mengukur tingkat implementasi nyata dari praktik *Green Production* yang diungkapkan dalam laporan. Fokus penilaiannya adalah pada kedalaman penerapan, keterlibatan stakeholder, dukungan sistem manajemen, dan keterkaitan dengan strategi perusahaan.

   - Nilai 0: Tidak terdapat pengungkapan sama sekali terkait indikator.
   - Nilai 1: Memberikan pernyataan simbolis atau komitmen yang tidak disertai dengan bukti nyata atau konkret.
   - Nilai 2: Memberikan pernyataan implementasi yang masih terbatas, belum terstruktur dan tersistematis, serta dengan keterlibatan stakeholder yang terbatas.
   - Nilai 3: Memberikan pernyataan bagian strategi inti perusahaan, tersistematisasi dan tersturktur (ada budget, pelatihan ,keterlibatan stakeholder, pengukuran dan audit kinerja rutin, menggunakan bantuan teknologi, bukti perbaikan(CI)), Selaras dengan regulasi dan standard (ISO, permen dsb).

   Untuk menjaga objektivitas, Skor akhir kemudian dihitung menggunakan rumus:

$$QI_i = \frac{SQI_i}{SQMAX}$$

   Keterangan :

   QI_i : Kualitas pengungkapan indikator perusahaan (i)

   SQI_i : Skor pengungkapan indikator perusahaan (i)

   SQMAX : Skor maksimal kualitas indikator perusahaan.

2.2.7 *Fishbone Diagram*

Berdasarkan penelitian Holifahtus Sakdiyah et al., (2022), *Fishbone Diagram* atau disebut juga *Ishikawa Diagram* adalah alat analisis untuk menemukan akar penyebab masalah melalui pemetaan hubungan sebab-akibat. Diagram ini berbentuk seperti tulang ikan, di mana kepala

ikan menunjukkan masalah utama, sedangkan tulang-tulangnya mewakili kategori penyebab. Dalam penggunaannya, *Fishbone Diagram* memiliki beberapa kategori 6M (*Man, Machine, Material, Method, Measurement, Environment*). Berikut merupakan penjelasan dari semua kategori :

- *Man* (Manusia/SDM)

  Mengacu pada faktor yang berasal dari manusia, seperti kemampuan, keterampilan, motivasi, kedisiplinan, pengalaman, atau komunikasi. Masalah bisa muncul akibat kurangnya pelatihan, kesalahan manusia (human error), atau kurangnya kepemimpinan.
- *Machine* (Mesin/Peralatan)

  Berkaitan dengan mesin, alat, atau teknologi yang digunakan. Faktor penyebab masalah dapat berupa mesin rusak, kurang perawatan, desain alat yang tidak sesuai, atau keterbatasan teknologi.
- *Material* (Bahan Baku/Informasi)

  Menyangkut kualitas dan ketersediaan material yang dipakai dalam proses. Contohnya bahan baku tidak sesuai spesifikasi, keterlambatan pasokan, kualitas rendah, atau informasi/data yang tidak akurat.
- *Method* (Metode/Proses)

  Terkait dengan prosedur, cara kerja, atau sistem yang digunakan. Masalah bisa timbul karena prosedur tidak standar, metode tidak efisien, atau tidak ada SOP yang jelas.
- *Measurement* (Pengukuran)

  Berhubungan dengan sistem pengukuran, indikator, atau data hasil evaluasi. Permasalahan bisa terjadi jika alat ukur tidak akurat, metode pengumpulan data tidak tepat, atau standar evaluasi tidak konsisten.
- *Environment* (Lingkungan)

  Menyangkut kondisi eksternal maupun internal yang memengaruhi proses, seperti suhu, kelembaban, kebisingan, tata ruang, bahkan budaya organisasi atau regulasi eksternal. Lingkungan yang tidak kondusif dapat memperbesar kemungkinan terjadinya masalah.

2.2.8 *Improvement*

Dalam penelitian ini, tindakan improvement atau perbaikan diberikan kepada indikator *Green Production* yang memperoleh skor 1 atau 2. Skor 1 menunjukkan bahwa pengungkapan atau implementasi masih bersifat simbolis, yaitu hanya berupa komitmen umum tanpa penjelasan

yang mendalam atau bukti nyata. Sedangkan skor 2 mengindikasikan bahwa perusahaan telah melakukan implementasi, namun masih dalam lingkup terbatas, belum terdokumentasi secara sistematis, dan belum melibatkan seluruh elemen penting seperti stakeholder atau sistem pengukuran yang konsisten. Untuk itu, rekomendasi perbaikan disusun berdasarkan prinsip best practice dari kerangka (Council, 2017), serta pendekatan evaluatif yang telah digunakan dalam studi sebelumnya (Anggraeni & Djakman, 2018; Kurniawati & Hafni Diska Arliena, 2022).

Menurut (Council, 2017), *best practice* didefinisikan sebagai praktik operasional yang *current* (tidak usang dan relevan dengan kondisi terkini), *structured* (memiliki tujuan, ruang lingkup, proses, dan prosedur yang jelas), *proven* (telah diterapkan secara nyata dan terbukti berdampak positif pada metrik kinerja organisasi), serta *repeatable* (efektif dan dapat diterapkan ulang di berbagai sektor industri). Berpedoman pada prinsip tersebut, indikator dengan skor 1 dapat ditingkatkan dengan menyusun uraian naratif yang lebih komprehensif, menambahkan tujuan dan indikator awal pelaksanaan, serta menyusun dokumen pendukung seperti kebijakan, SOP, atau program inisiasi. Sedangkan pada indikator dengan skor 2, improvement diarahkan pada penyusunan program strategis yang lebih lengkap, misalnya melalui pelibatan pemangku kepentingan, alokasi anggaran, pelatihan internal, audit kinerja lingkungan, penggunaan teknologi pendukung, serta penyesuaian dengan standar eksternal seperti ISO 14001, ISO 50001, atau GRI 3.

Sebagaimana ditegaskan dalam penelitian Kurniawati & Hafni Diska Arliena, (2022), setiap indikator yang telah diungkapkan perlu diperkuat dengan bukti pelaksanaan nyata dan kerangka kerja yang terstruktur agar tidak bersifat simbolik. Sementara Anggraeni & Djakman, (2018) juga menekankan pentingnya keberadaan indikator kuantitatif dan keterkaitan pengungkapan dengan strategi keberlanjutan perusahaan. Oleh karena itu, pendekatan improvement dalam penelitian ini tidak hanya berfungsi untuk meningkatkan skor penilaian, tetapi juga sebagai sarana untuk mendorong organisasi menuju praktik GSCM yang lebih substansial, strategis, dan berdampak jangka panjang terhadap keberlanjutan operasional.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian yang dilakukan kali ini adalah *Sustainability Report* (SR) PT. BIO FARMA dengan menggunakan analisis content yang berfokus pada pelaporan praktik GSCM

berdasarkan standar GRI. PT Bio Farma adalah perusahaan yang bergerak di bidang produksi vaksin, antisera, dan produk biologi. Didirikan pada tahun 1890, Bio Farma merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang telah berpengalaman lebih dari 130 tahun dalam industri kesehatan. Perusahaan ini memiliki visi untuk menjadi penyedia layanan kesehatan berdaya saing global yang berkelanjutan dan misi untuk mengembangkan produk serta layanan kesehatan yang inovatif dan berkualitas tinggi. Beberapa contoh produk yang dihasilkan oleh PT Bio Farma meliputi vaksin BCG untuk pencegahan tuberkulosis, vaksin Bio-PCV untuk pencegahan pneumonia, serta vaksin DTP-HB-Hib yang melindungi dari difteri, tetanus, pertusis, hepatitis B, dan infeksi Haemophilus influenzae tipe b. Selain itu, perusahaan ini juga memproduksi antisera seperti Diphtheria Antitoxin (DAT) dan menyediakan kit diagnostik untuk deteksi virus SARS-CoV-2 dan HPV (https://www.biofarma.co.id).

3.2 Metode Pengumpulan Data

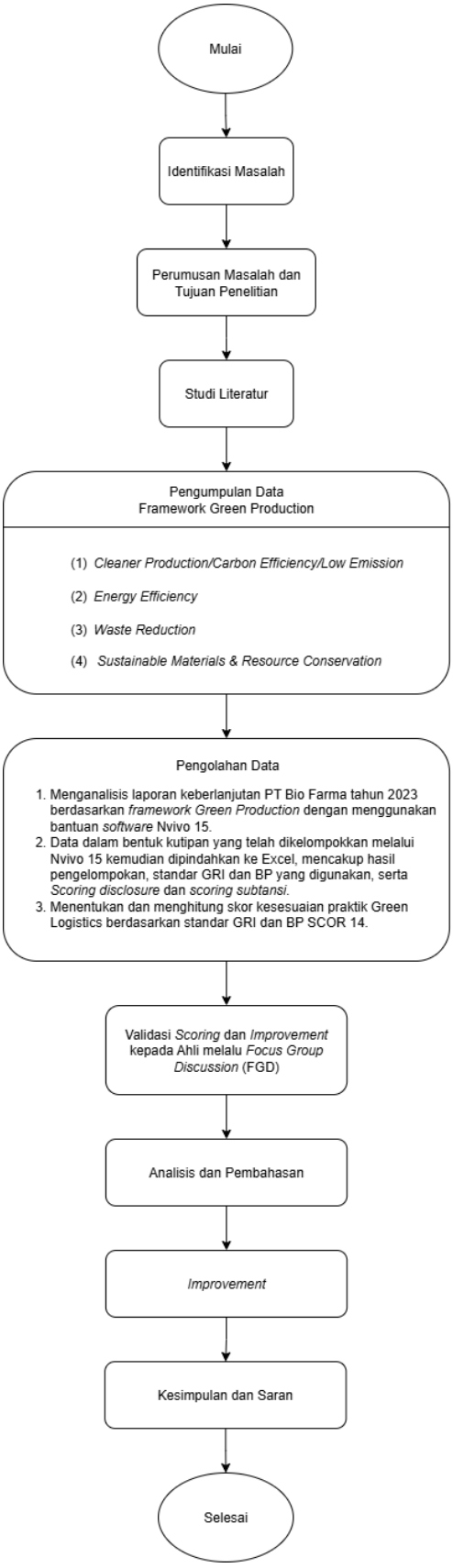
Metode pengumpulan data yang akan digunakan adalah *Content Analysis* menggunakan *Software* Nvivo 15 untuk mempermudah peneliti menemukan indikator pengungkapan *Green Production* yang terdapat pada laporan keberlanjutan PT Bio Farma tahun 2023 dan studi pustaka yang diperoleh dari berbagai sumber seperti jurnal dan artikel ataupun buku untuk memperluas data-data sebagai *framework* analisis serta metode yang digunakan.

3.3 Sumber Data

Data yang akan digunakan pada peneltian kali ini menggunakan data sekunder yang diperoleh dari laporan keberlanjutan PT Bio Farma tahun 2023 dan berbagai referensi sebagai informasi tambahan yang terkait pada peneltian yang ingin diteliti.

3.4 Alur Penelitian

Pada gambar 3. 1 merupakan alur penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 3. 1 Alur Penelitian

Berdasarkan gambar 3. 1, maka dapat dijelaskan bahwa penelitian ini dimulai dari :

1. Mulai

   Tahapan awal dari proses penelitian ini dimulai dengan menetapkan objek studi yang dipilih pada penelitian ini diarahkan pada laporan keberlanjutan PT Bio Farma tahun 2023. Tujuan pemilihan ini adalah untuk mengkaji isi laporan secara menyeluruh agar dapat ditemukan pokok-pokok permasalahan yang relevan untuk dianalisis lebih lanjut.

2. Identfikasi Masalah

   Pada tahapan ini, peneliti menentukan isu utama yang menjadi fokus studi, yaitu mengenai bagaimana bentuk penerapan *Green Production* (GP) dalam operasional PT Bio Farma, berdasarkan pengungkapan dalam laporan keberlanjutan perusahaan tersebut.

3. Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian

   Setelah permasalahan teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah menyusun rumusan masalah yang lebih spesifik dan terfokus. Bersamaan dengan itu, ditentukan pula tujuan penelitian agar arah analisis dapat berjalan secara sistematis sesuai dengan sasaran *Green Production*.

4. Studi Literatur & Analisis Content

   Penelitian dilengkapi dengan tinjauan pustaka guna memperkuat pemahaman terhadap teori dan konsep *Green Production*. Di samping itu, dilakukan juga analisis isi (*content analysis*) terhadap laporan keberlanjutan untuk melihat bagaimana perusahaan mengimplementasikan prinsip GP dalam praktik nyata.

5. Pengumpulan Data

   Tahap pengumpulan data menggunakan SR PT. BIO FARMA menggunakan *software* Nvivo 15 mengacu pada kerangka kerja dari (Asif et al., 2020; Naz et al., 2024) yang menekankan beberapa aspek penting dalam *Green Production* (GP). Fokus data yang dikaji mencakup indikator-indikator sebagai berikut:

Gambar 3. 2 Indikator *Green Production* (Asif et al., 2020; Naz et al., 2024)

Practices		Indikator
Green Production	1	*Green Production/Cleaner Production/ Carbon Efficiency/Low Emmision*
	2	*Energy Efficiency*
	3	*Waste Reduction*
	4	*Sustainable Materials & Resource Conservation*

6. Pengolahan Data

   Dalam pengolahan data memiliki beberapa tahap, yaitu :

   1) Menganalisis laporan keberlanjutan PT. Bio Farma tahun 2023, mencari pengungkapan berdasarkan dengan *framework Green Production* kemudian mengolompokkan kutipan menggunakan *software* Nvivo 15.
   2) Hasil kutipan yang telah dikelompokkan dari *software* Nvivo 15 kemudian diekspor ke *Excel*, dan dipadukan dengan standar GRI serta BP SCOR 14, disertai dengan *scoring disclosure* dan *scoring* subtansi yang nantinya akan disesuaikan dengan pengungkapan.
   3) Pada tahap *scoring* dilakukan pada dua aspek utama: tingkat pengungkapan atau *disclosure* (berdasarkan GRI) dan tingkat implementasi atau substansi (mengacu pada BP SCOR 14).
   4) Melakukan *Gap Analysis* menggunakan *Diagram Radar* untuk mengidentifikasi kesenjangan antara praktik dan keterbatasan pengungkapan dalam area *Green Production*.

7. Validasi *Scoring dan Improvement*

   Pada Proses validasi dilakukan melalui *Focus Group Discussion* (FGD) bersama para ahli di bidang *Green Production*. Tujuannya adalah untuk menilai kualitas hasil pengkodean dan akurasi penilaian (*scoring*).

8. Analisis dan pembahasan

   Tahapan ini berisi analisis mendalam terhadap data yang telah divalidasi sebelumnya. Pembahasan difokuskan pada penilaian implementasi praktik GP yang tercermin dalam laporan keberlanjutan PT Bio Farma, berdasarkan hasil analisis isi yang dilakukan sesuai dengan indikator yang telah ditentukan. Kemudian untuk memberikan tindakan lebih lanjut, berdasarkan hasil pengolahan data, maka analisis menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA) atau *Fishbone Diagram* berdasarkan 5 *Why's* untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah yang terjadi pada perusahaan.

9. *Improvement*

   Improvement dilakukan untuk menindak lanjuti faktor-faktor penyebab terjadinya masalah utama. Kemudian *improvement* dilakukan berdasarkan *Best Practice* (BP) SCOR 14 sesuai dengan kebutuhan dari penyebab masalah-masalah yang terjadi agar pelaksanaan praktik *Green Production* sesuai dengan panduan yang berlaku.

10. Kesimpulan dan saran

    Hasil analisis dirangkum dalam kesimpulan utama penelitian, yang diikuti oleh saran-saran strategis untuk mendorong perusahaan dalam meningkatkan kinerja *Green Production* di masa mendatang sebagai bagian integral dari pelaksanaan *Green Supply Chain Management* (GSCM).

11. Selesai

    Tahap akhir dari penelitian ini menyimpulkan keseluruhan proses yang telah dilakukan dan menyediakan dasar acuan bagi penelitian lanjutan, khususnya dalam evaluasi penerapan *Green Production* pada laporan keberlanjutan PT Bio Farma.

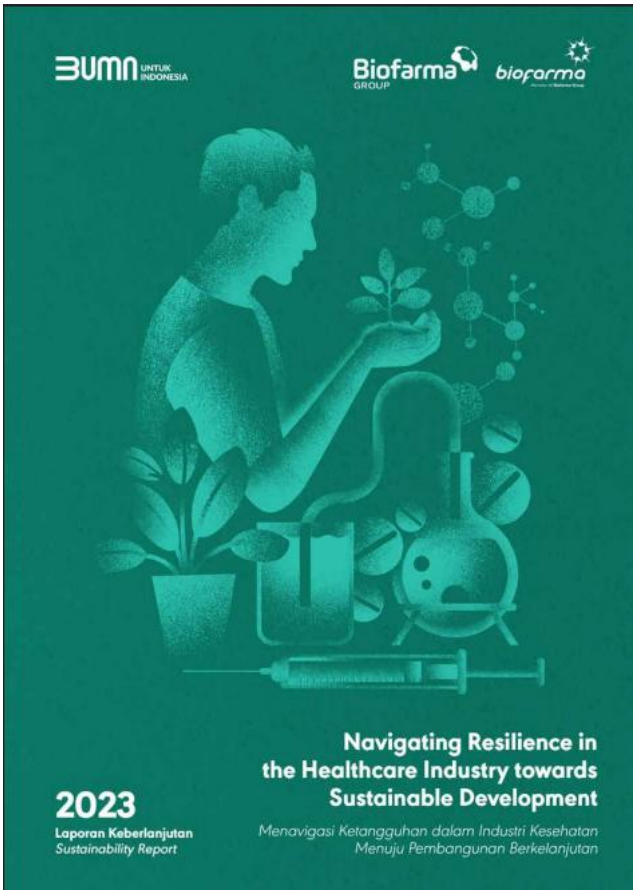
BAB IV
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumupulan Data

4.1.1 *Deskripsi Perusahaan*

PT Bio Farma (Persero) adalah institusi *lifescience* nasional dengan sejarah lebih dari 130 tahun yang telah bertransformasi menjadi pemain global di sektor vaksin dan farmasi. Sebagai perusahaan BUMN dan Holding BUMN Farmasi, Bio Farma memimpin transformasi industri kesehatan nasional melalui pendekatan *Life Science* yang menyeluruh, mencakup penyediaan layanan kesehatan holistik dan terintegrasi. Pasca pandemi COVID-19 berubah menjadi endemi, perusahaan mengambil peran berkelanjutan dalam mendukung program pemerintah menjaga kualitas kesehatan masyarakat melalui inovasi produk, peningkatan kompetensi, serta integrasi sistem produksi, layanan, dan distribusi berbasis teknologi informasi mutakhir. Bio Farma menjunjung prinsip *Availability, Accessibility,* dan *Affordability* dalam setiap layanan, serta terus berkomitmen pada transformasi digital untuk meningkatkan efisiensi operasional, kualitas produk, dan kepuasan pelanggan. Dengan visi kelas dunia dan misi untuk meningkatkan kualitas hidup, perusahaan ini tidak hanya mendukung program imunisasi nasional dan kedaulatan industri kesehatan Indonesia, tetapi juga berkontribusi pada pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDG 3) dan memperkuat posisi Indonesia sebagai *Center of Excellence* dalam pengembangan vaksin dan produk bioteknologi di antara negara-negara anggota Organisasi Kerja Sama Islam (OKI).

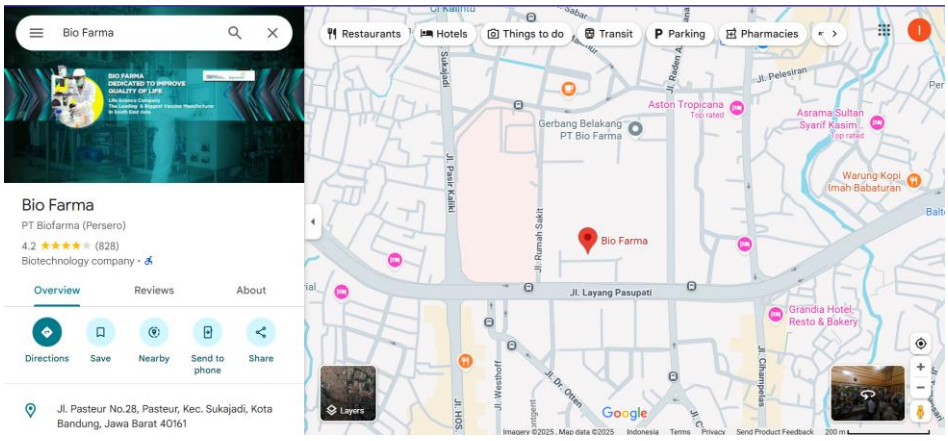
Penelitian ini memanfaatkan laporan keberlanjutan *(sustainability report)* PT Bio Farma tahun 2023 yang secara resmi dipublikasikan dan tersedia melalui situs web perusahaan sebagai sumber data sekunder. Laporan tersebut menjadi dasar dalam mengidentifikasi serta mengevaluasi praktik *Green Production* yang dijalankan oleh perusahaan. Data dikumpulkan melalui metode studi dokumen, dengan menelaah informasi yang relevan terhadap dimensi green logistics. Seluruh proses analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak NVivo, yang membantu dalam hal kategorisasi, pengkodean, dan penarikan kutipan data. Dengan menjadikan laporan keberlanjutan sebagai acuan utama, penelitian ini bertujuan untuk menilai sejauh mana tingkat pengungkapan *(disclosure)* dan penerapan substansi *(implementasi)* dari setiap praktik *Green Production* yang disampaikan perusahaan secara sistematis.



Gambar 4. 1 *Cover Sustainable Report* PT Bio Farma

4.1.2 *Lokasi Perusahaan*

Berikut merupakan lokasi kantor PT Bio Farma yang berada di Jl. Pasteur No.28, Pasteur, Kec. Sukajadi, Kota Bandung, Jawa Barat 40161.

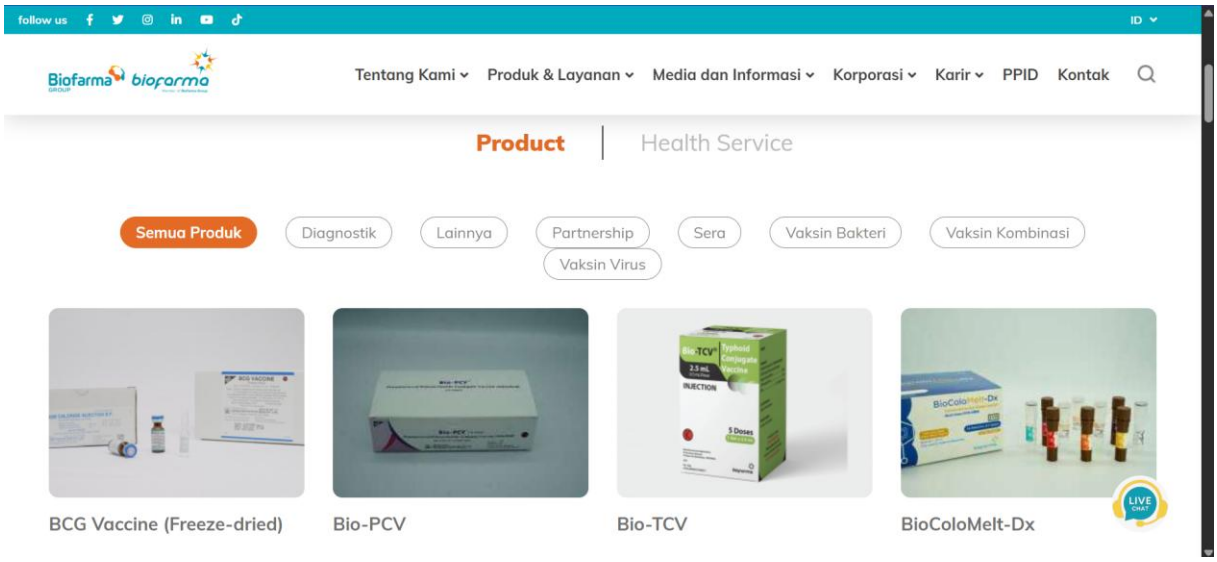


Gambar 4. 2 Lokasi Kantor PT Bio Farma

4.1.3 *Hasil Produk*

PT Bio Farma merupakan perusahaan *lifescience* nasional yang memproduksi berbagai jenis vaksin dan produk biologi untuk mendukung program kesehatan masyarakat, baik di dalam

negeri maupun luar negeri. Produk yang dihasilkan mencakup vaksin Pentabio (DTP-HB-Hib), vaksin campak, Hepatitis B, DTP *(whole cell)*, TT *(Tetanus Toxoid)*, serta vaksin polio oral seperti bOPV dan nOPV2. Selain itu, Bio Farma juga mengembangkan produk inovatif seperti IndoVac, yaitu vaksin COVID-19 berbasis protein rekombinan. Produk-produk tersebut digunakan untuk memenuhi kebutuhan imunisasi nasional, mendukung program eradikasi penyakit, serta memperkuat sistem ketahanan kesehatan global melalui ekspor ke lebih dari 130 negara.

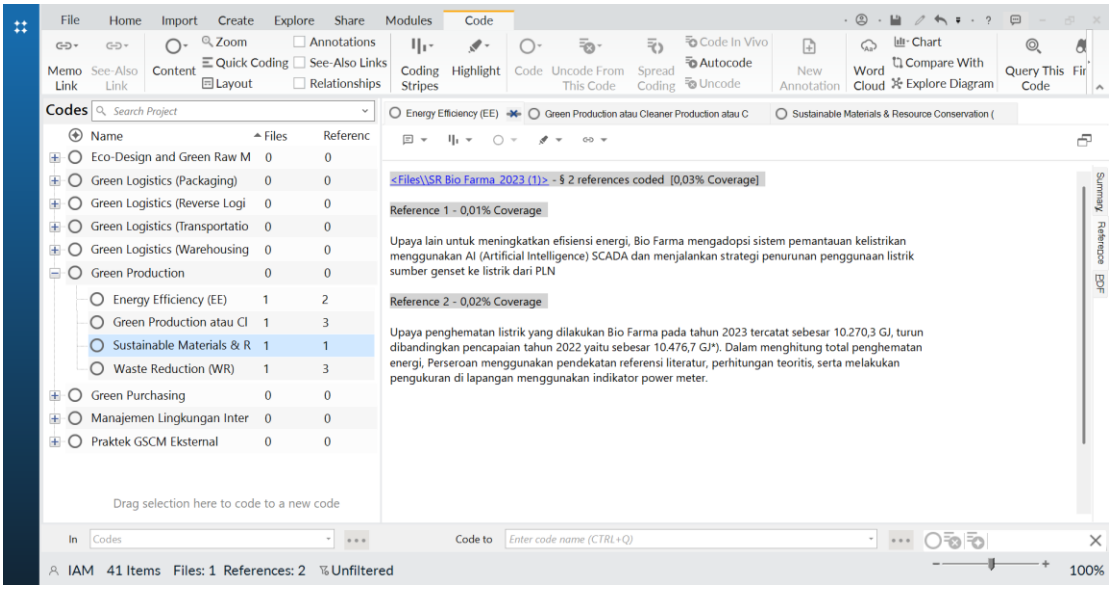


Gambar 4. 3 Produk PT Bio Farma

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 *Pengungkapan Sustainabity Report mengunnakan Nvivo 15*

Penelitian ini berfokus pada pengungkapan praktik *Green Production* sebagai bagian dari tanggung jawab perusahaan terhadap lingkungan. Praktik ini mencakup sejumlah elemen penting seperti produksi bersih *(cleaner production)*, efisiensi karbon *(carbon efficiency)*, emisi rendah *(low emission)*, efisiensi energi *(energy efficiency)*, pengurangan limbah *(waste reduction)*, serta konservasi sumber daya dan penggunaan bahan baku berkelanjutan *(sustainable materials and resource conservation)*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai sejauh mana transparansi pengungkapan praktik *Green Production* dicantumkan dalam laporan keberlanjutan PT Bio Farma tahun 2023. Analisis data dilakukan menggunakan pendekatan analisis isi *(content analysis)* yang dibantu oleh perangkat lunak Nvivo 15. Data yang diperoleh kemudian diolah dan disesuaikan dengan kerangka kerja praktik *Green Production* sebagaimana ditampilkan dalam gambar dan tabel berikut:



Gambar 4. 4 Hasil *Software* Nvivo 15

Berdasarkan pengelompokan kutipan dalam laporan keberlanjutan dari masing-masing indikator yang dilakukan memalui *software* Nvivo 15, maka diberikan pengkodean pada indikator untuk memudahkan pengelompokan-pengelompokan berikutnya dalam bentuk tabel. Berikut merupakan kode dari masing-masing indikator yang seterusnya akan disebutkan dengan kodenya:

1. *Green Production/Cleaner Production/ Carbon Efficiency/Low Emmision* (CP)
2. *Energy Efficiency* (EE)
3. *Waste Reduction* (WR)
4. *Sustainable Materials & Resource Conservation* (SMRC)

Berikut merupakan hasil dari pengelompokkan kutipan dalam laporan keberlanjutan berdasarakan indikator yang telah ditetapkan :

Tabel 4. 1 Hasil *Software* Nvivo 15

Green Production	
Indikator	Kutipan
CP	Komitmen Bio Farma untuk mengurangi emisi dilakukan melalui penghematan energi sebagai sumber emisi, bahkan Perseroan membentuk Tim Penghematan Energi. Upaya tersebut membawa hasil dengan berkurangnya emisi per 31 Desember 2023 sebesar 4.303,55 ton CO2 eq. Data pengurangan emisi diperoleh dari perhitungan data emisi udara yang telah dikonversi ke dalam satuan CO2

Green Production	
Indikator	Kutipan
	Eq, lalu dibandingkan dengan tahun sebelumnya (selisih). Perhitungan mencakup emisi partikel CO2, SO2 dan N2O.
	Efisiensi energi dan sumber daya alam melalui penerapan produksi bersih mulai dari tahap perencanaan produksi, optimalisasi proses produksi, hingga pengelolaan limbah.
	Kebijakan Ramah Lingkungan telah terintegrasi dalam proses produksi vaksin di Bio Farma. Dalam setiap tahapan produksi, Bio Farma telah mengidentifikasi dan mengelola risiko serta dampak terkait lingkungan". "Bio Farma mempelopori produksi Pentabio (Five in one) atau lima jenis vaksin (Difteri, Pertusis, Tetanus, Hepatitis B dan Haemophilus Influenzae tipe b/Hib) dalam satu kemasan yang memiliki dampak pengurangan energi, air dan sampah.
EE	Upaya penghematan listrik yang dilakukan Bio Farma pada tahun 2023 tercatat sebesar 10.270,3 GJ, turun dibandingkan pencapaian tahun 2022 yaitu sebesar 10.476,7 GJ*). Dalam menghitung total penghematan energi, Perseroan menggunakan pendekatan referensi literatur, perhitungan teoritis, serta melakukan pengukuran di lapangan menggunakan indikator power meter.
	Bio Farma mengadopsi sistem pemantauan kelistrikan menggunakan AI (*Artificial Intelligence*) SCADA dan menjalankan strategi penurunan penggunaan listrik sumber genset ke listrik dari PLN.
WR	Limbah yang Dialihkan dari Pembuangan Akhir (Didaur Ulang) dan Limbah yang Dikirimkan ke Pembuangan Akhir, Limbah B3 didaur ulang : 8,839, Limbah Non-B3 didaur ulang : 126,83.
	Melakukan pemilahan sampah dalam lima kategori untuk memudahkan proses pengolahan di tempat pembuangan akhir.
	Sebagai bentuk kepatuhan, Bio Farma melaporkan kegiatan pengelolaan limbah B3 secara rutin kepada pemerintah pusat serta pemerintah daerah tempat Bio Farma beroperasi, yaitu Pemerintah Provinsi Jawa Barat, dan Pemerintah Kota

Green Production	
Indikator	Kutipan
	Bandung. Selama tahun pelaporan tidak terdapat tumpahan di Bio Farma, baik yang bersifat signifikan maupun non-signifikan (100% bebas tumpahan).
SMRC	Penggantian kemasan produk nOPV2 20 dosis menjadi 50 dosis dengan berbagai dampak positifnya, seperti penghematan listrik yang sekaligus menurunkan emisi gas rumah kaca, pada tahun 2023, melakukan inovasi berupa modifikasi sistem HVAC *Clean Room* Fasilitas produksi dengan cara menggunakan *Higher COP Air-Cooled Chiller System*. Dampak positif inovasi ini di antaranya mengurangi emisi GRK sebagai dampak dari efisiensi energi sebesar 358,55 ton CO2 eq.

Melalui analisis data yang dilakukan menggunakan perangkat lunak Nvivo 15, diperoleh gambaran mengenai tingkat pengungkapan aspek-aspek *Green Production* dalam laporan keberlanjutan PT Bio Farma tahun 2023. Aspek-aspek yang dianalisis mencakup *Cleaner Production* (produksi bersih), *Carbon Efficiency* (efisiensi karbon), *Low Emission* (emisi rendah), *Energy Efficiency* (efisiensi energi), *Waste Reduction* (pengurangan limbah), serta *Sustainable Material & Resource Conservation* (konservasi sumber daya dan penggunaan bahan baku berkelanjutan). Proses analisis dilakukan dengan mengacu pada kerangka kerja dan indikator yang telah ditetapkan sebelumnya. Hasil dari proses pengungkapan ini kemudian disusun secara sistematis dalam bentuk tabel, yang menampilkan jumlah serta distribusi pengungkapan setiap aspek dalam laporan keberlanjutan. Berikut merupakan tabel yang menampilkan jumlah pengungkapan:

Tabel 4. 2 Jumlah Pengungkapan Berdasarkan *Practices*

No	*Practices*	Jumlah Pengungkapan
1	CP	3
2	EE	2
3	WR	3
4	SMRC	1
Total Pengungkapan		9

Berdasarkan tabel 4. 2, PT Bio Farma telah mengungkapkan 9 praktik *Green Production* dalam laporan keberlanjutannya. Aspek *Green Production/Cleaner Production/Carbon*

Efficiency/Low Emission dan *Waste Reduction* paling dominan dengan masing-masing 3 pengungkapan. *Energy Efficiency* diungkapkan 2 kali, sedangkan *Sustainable Materials & Resource Conservation* hanya 1 kali.

4.2.2 *Pengelompokan Praktik Green Production Berdasarkan GRI dan Best Practices*

Data kinerja lingkungan dalam laporan keberlanjutan mencerminkan sejauh mana perusahaan menerapkan prinsip *Green Production* secara konkret. Untuk menilai hal ini secara menyeluruh, dilakukan pemetaan indikator berdasarkan dua pendekatan utama, yaitu standar *Global Reporting Initiative* (GRI) dan kerangka *Best Practices* (BP) dari model rantai pasok seperti SCOR 12 atau 14. Standar GRI, khususnya GRI 300 Series, mencakup indikator-indikator lingkungan seperti efisiensi energi, emisi, penggunaan air, limbah, dan konservasi sumber daya, yang digunakan untuk menilai keterbukaan perusahaan dalam pelaporan aspek lingkungan.

Sementara itu, pendekatan *Best Practices* mengacu pada praktik-praktik unggulan yang terbukti efektif dalam mengurangi dampak lingkungan dan meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya di sepanjang rantai pasok. Model SCOR digunakan sebagai acuan dalam menilai sejauh mana *Green Production* telah diintegrasikan secara substansial ke dalam proses bisnis perusahaan. Dengan menggabungkan kedua pendekatan ini, analisis terhadap praktik *Green Production* dapat dilakukan secara lebih komprehensif, baik dari segi kepatuhan terhadap standar pelaporan global maupun implementasi aktual di lapangan. Berikut merupakan tabel yang menyajikan pemetaan berdasarkan indikator GRI & *Best Practices* yang berkaitan dengan *Green Production* yang digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi implementasi keberlanjutan perusahaan di sektor industri :

Tabel 4. 3 Standard *Best Practices* dan Standard GRI

No	Practices	Kutipan	Standar Best Practices SCOR 14	Standard GRI
1	CP	Komitmen Bio Farma untuk mengurangi emisi dilakukan melalui penghematan energi sebagai sumber emisi, bahkan Perseroan membentuk Tim Penghematan Energi. Upaya tersebut membawa hasil dengan berkurangnya emisi per 31 Desember 2023 sebesar 4.303,55 ton CO2 eq. Data pengurangan emisi diperoleh dari perhitungan data emisi udara yang telah dikonversi ke dalam satuan CO2 Eq, lalu dibandingkan dengan tahun sebelumnya (selisih). Perhitungan mencakup emisi partikel CO2, SO2 dan N2O.	BP.295 *Emission Reduction*	GRI 305-5 (Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK))
2		Efisiensi energi dan sumber daya alam melalui penerapan produksi bersih mulai dari tahap perencanaan produksi, optimalisasi proses produksi, hingga pengelolaan limbah.	BP.291 *Energy Efficiency Management*	GRI 3-3 (Manajemen topik material), GRI 302-4 (Pengurangan Konsumsi Energi)
3		Kebijakan Ramah Lingkungan telah terintegrasi dalam proses produksi vaksin di Bio Farma. Dalam setiap tahapan produksi, Bio Farma telah mengidentifikasi dan mengelola risiko serta dampak terkait lingkungan". "Bio Farma mempelopori produksi Pentabio (Five in one) atau lima jenis vaksin (Difteri, Pertusis, Tetanus,	BP.290 *Material Efficiency Management*	GRI 3-3, GRI 302-4 (Pengurangan Konsumsi Energi), GRI 303-5 (Pengurangan Konsumsi Air), GRI

No	Practices	Kutipan	Standar Best Practices SCOR 14	Standard GRI
		Hepatitis B dan Haemophilus Influenzae tipe b/Hib) dalam satu kemasan yang memiliki dampak pengurangan energi, air dan sampah.		306-2 (Pengelolaan Limbah).
1	EE	Upaya penghematan listrik yang dilakukan Bio Farma pada tahun 2023 tercatat sebesar 10.270,3 GJ, turun dibandingkan pencapaian tahun 2022 yaitu sebesar 10.476,7 GJ*). Dalam menghitung total penghematan energi, Perseroan menggunakan pendekatan referensi literatur, perhitungan teoritis, serta melakukan pengukuran di lapangan menggunakan indikator power meter.	BP.291 *Energy Efficiency Management*	GRI 302-4 (Pengurangan Konsumsi Energi)
2		Bio Farma mengadopsi sistem pemantauan kelistrikan menggunakan AI (Artificial Intelligence) SCADA dan menjalankan strategi penurunan penggunaan listrik sumber genset ke listrik dari PLN.	BP.291 *Energy Efficiency Management*	GRI 302-4 (Pengurangan Konsumsi Energi)
1	WR	Limbah yang Dialihkan dari Pembuangan Akhir (Didaur Ulang) dan Limbah yang Dikirimkan ke Pembuangan Akhir, Limbah B3 didaur ulang : 8,839, Limbah Non-B3 didaur ulang : 126,83.	BP.288 *Life Cycle Assessment*	GRI 306-4 (Limbah yang Dialihkan dari Pembuangan Akhir), GRI 306-5 (Limbah yang Dikirim ke Pembuangan Akhir)

No	Practices	Kutipan	Standar Best Practices SCOR 14	Standard GRI
2		Melakukan pemilahan sampah dalam lima kategori untuk memudahkan proses pengolahan di tempat pembuangan akhir.	BP.290 *Material Efficiency Management*	GRI 3-3, GRI 306-2 (Manajemen Dampak Terkait Limbah)
3		Sebagai bentuk kepatuhan, Bio Farma melaporkan kegiatan pengelolaan limbah B3 secara rutin kepada pemerintah pusat serta pemerintah daerah tempat Bio Farma beroperasi, yaitu Pemerintah Provinsi Jawa Barat, dan Pemerintah Kota Bandung. Selama tahun pelaporan tidak terdapat tumpahan di Bio Farma, baik yang bersifat signifikan maupun non-signifikan (100% bebas tumpahan).	BP.294 *Sustainability Reporting*	GRI 306-3 (Tumpahan Signifikan), GRI 306-2 (Pengelolaan Limbah)
1	SMRC	Penggantian kemasan produk nOPV2 20 dosis menjadi 50 dosis dengan berbagai dampak positifnya, seperti penghematan listrik yang sekaligus menurunkan emisi gas rumah kaca, pada tahun 2023, melakukan inovasi berupa modifikasi sistem HVAC Clean Room Fasilitas produksi dengan cara menggunakan Higher COP Air-Cooled Chiller System. Dampak positif inovasi ini di antaranya mengurangi emisi GRK sebagai dampak dari efisiensi energi sebesar 358,55 ton CO2 eq.	BP.288 *Life Cycle Assessment*	GRI 305-5 (Pengurangan Emisi GRK), GRI 302-4 (Pengurangan Konsumsi Energi)

4.2.3 *Scoring*

Berdasarkan hasil pencarian dan pendefinisian pada kutipan berdasarkan Standard GRI dan Best Practice 14 dalam laporan keberlanjutan PT Bio Farma, tahap selanjutnya adalah melakukan penilaian skor terhadap setiap praktik *Green Production*. Penilaian ini mengacu pada dua dimensi utama, yaitu tingkat pengungkapan (*disclosure*) dan substansi atau implementasinya sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Anggraeni & Djakman, 2018; Kurniawati & Hafni Diska Arliena, 2022). Skor diberikan menggunakan skala 0 hingga 3, dengan kriteria penilaian yang telah ditetapkan sebagai berikut:

a) Penilaian Kualitas Pengungkapan *(Disclosure)*

Penilaian ini bertujuan untuk menilai sejauh mana informasi terkait indikator *Green Production* disampaikan secara eksplisit dalam laporan keberlanjutan perusahaan. Penilaian ini tidak hanya melihat keberadaan informasi, tetapi juga kedalaman dan bentuk penyajiannya, baik secara naratif maupun kuantitatif.

- Nilai 0: Tidak terdapat pengungkapan sama sekali terkait indikator.
- Nilai 1: Informasi disampaikan secara simbolis atau pernyataan singkat tanpa penjelasan tambahan.
- Nilai 2: Informasi disampaikan secara kualitatif, disertai uraian naratif yang menjelaskan konteks indikator.
- Nilai 3: Informasi disampaikan lengkap secara kualitatif dan didukung data kuantitatif (grafik, persentase, tabel, target).

b) Penilaian Substansi atau Implementasi

Penilaian ini digunakan untuk mengukur tingkat implementasi nyata dari praktik *Green Production* yang diungkapkan dalam laporan. Fokus penilaiannya adalah pada kedalaman penerapan, keterlibatan stakeholder, dukungan sistem manajemen, dan keterkaitan dengan strategi perusahaan.

- Nilai 0: Tidak terdapat pengungkapan sama sekali terkait indikator.
- Nilai 1: Memberikan pernyataan simbolis atau komitmen yang tidak disertai dengan bukti nyata atau konkret.
- Nilai 2: Memberikan pernyataan implementasi yang masih terbatas, belum terstruktur dan tersistematis, serta dengan keterlibatan stakeholder yang terbatas.
- Nilai 3: Memberikan pernyataan bagian strategi inti perusahaan, tersistematisasi dan tersturktur (ada budget, pelatihan ,keterlibatan stakeholder, pengukuran dan audit kinerja

rutin, menggunakan bantuan teknologi, bukti perbaikan(CI)), Selaras dengan regulasi dan standard (ISO, permen dsb).

Untuk menjaga objektivitas, Skor akhir kemudian dihitung menggunakan rumus:

$$QI_i = \frac{SQI_i}{SQMAX}$$

Keterangan :

QI_i : Kualitas pengungkapan indikator perusahaan (i)

SQI_i : Skor pengungkapan indikator perusahaan (i)

SQMAX : Skor maksimal kualitas indikator perusahaan.

Mengacu pada kriteria penilaian yang telah dijelaskan sebelumnya, dilakukan penilaian terhadap setiap indikator pengungkapan keberlanjutan yang terdapat dalam laporan keberlanjutan PT Bio Farma. Hasil penilaian tersebut kemudian disusun dalam bentuk tabel guna memberikan gambaran yang lebih sistematis dan terstruktur terkait tingkat pengungkapan serta implementasi substansi yang dijalankan oleh perusahaan.

Tabel 4. 4 Hasil *Scoring*

Green Production				
No	**Indikator**	**Kutipan**	***Disclosure***	**Substansi**
1	CP	Komitmen Bio Farma untuk mengurangi emisi dilakukan melalui penghematan energi sebagai sumber emisi, bahkan Perseroan membentuk Tim Penghematan Energi. Upaya tersebut membawa hasil dengan berkurangnya emisi per 31 Desember 2023 sebesar 4.303,55 ton CO2 eq. Data pengurangan emisi diperoleh dari perhitungan data emisi udara yang telah dikonversi ke dalam satuan CO2 Eq, lalu dibandingkan dengan tahun sebelumnya (selisih). Perhitungan mencakup emisi partikel CO2, SO2 dan N2O.	3	3
2		Efisiensi energi dan sumber daya alam melalui penerapan produksi bersih mulai dari tahap	3	3

Green Production				
No	**Indikator**	**Kutipan**	***Disclosure***	**Substansi**
		perencanaan produksi, optimalisasi proses produksi, hingga pengelolaan limbah.		
3		Kebijakan Ramah Lingkungan telah terintegrasi dalam proses produksi vaksin di Bio Farma. Dalam setiap tahapan produksi, Bio Farma telah mengidentifikasi dan mengelola risiko serta dampak terkait lingkungan". "Bio Farma mempelopori produksi Pentabio (Five in one) atau lima jenis vaksin (Difteri, Pertusis, Tetanus, Hepatitis B dan Haemophilus Influenzae tipe b/Hib) dalam satu kemasan yang memiliki dampak pengurangan energi, air dan sampah.	2	3
		Total Pengungkapan	**89%**	**100%**
1	EE	Upaya penghematan listrik yang dilakukan Bio Farma pada tahun 2023 tercatat sebesar 10.270,3 GJ, turun dibandingkan pencapaian tahun 2022 yaitu sebesar 10.476,7 GJ*). Dalam menghitung total penghematan energi, Perseroan menggunakan pendekatan referensi literatur, perhitungan teoritis, serta melakukan pengukuran di lapangan menggunakan indikator power meter.	3	3
2		Bio Farma mengadopsi sistem pemantauan kelistrikan menggunakan AI *(Artificial Intelligence)* SCADA dan menjalankan strategi penurunan penggunaan listrik sumber genset ke listrik dari PLN.	3	3
		Total Pengungkapan	**100%**	**100%**
1	WR	Limbah yang Dialihkan dari Pembuangan Akhir (Didaur Ulang) dan Limbah yang Dikirimkan ke	3	3

Green Production				
No	**Indikator**	**Kutipan**	***Disclosure***	**Substansi**
		Pembuangan Akhir, Limbah B3 didaur ulang : 8,839, Limbah Non-B3 didaur ulang : 126,83.		
2		Melakukan pemilahan sampah dalam lima kategori untuk memudahkan proses pengolahan di tempat pembuangan akhir.	3	3
3		Sebagai bentuk kepatuhan, Bio Farma melaporkan kegiatan pengelolaan limbah B3 secara rutin kepada pemerintah pusat serta pemerintah daerah tempat Bio Farma beroperasi, yaitu Pemerintah Provinsi Jawa Barat, dan Pemerintah Kota Bandung. Selama tahun pelaporan tidak terdapat tumpahan di Bio Farma, baik yang bersifat signifikan maupun non-signifikan (100% bebas tumpahan).	3	3
		Total Pengungkapan	**100%**	**100%**
1	SMRC	Penggantian kemasan produk nOPV2 20 dosis menjadi 50 dosis dengan berbagai dampak positifnya, seperti penghematan listrik yang sekaligus menurunkan emisi gas rumah kaca, pada tahun 2023, melakukan inovasi berupa modifikasi sistem HVAC Clean Room Fasilitas produksi dengan cara menggunakan Higher COP Air-Cooled Chiller System. Dampak positif inovasi ini di antaranya mengurangi emisi GRK sebagai dampak dari efisiensi energi sebesar 358,55 ton CO2 eq.	3	3
		Total Pengungkapan	**100%**	**100%**

4.2.4 *Data Validasi Expert*

Proses validasi dilakukan melalui *Forum Group Discussion* (FGD) dengan melibatkan 5 responden, yang terdiri dari praktisi dan akademisi yang dapat disebut sebagai *Experts*. FGD ini bertujuan untuk meninjau hasil penilaian terhadap indikator keberlanjutan *Green Production* yang dilakukan oleh peneliti telah sejalan dengan persepsi dan pemahaman para ahli di bidangnya serta memberikan usulan perbaikan terhadap indikator praktik keberlanjutan berdasarkan acuan *Global Report Initiative* (GRI) dalam konteks *Green Production*. Validasi ini meliputi empat aspek yaitu *Scoring Disclosure* (SD) untuk menilai tingkat pengungkapan, *Scoring* Subtansi (SS) untuk menilai tingkat implementasi, *Improvement Disclosure* (ID) untuk perbaikan pengungkapan, serta *Improvement* Substansi (IS) untuk perbaikan implementasi. Skala penilaian yang digunakan adalah nilai 1 untuk sangat tidak setuju, 2 untuk tidak setuju, 3 untuk netral, 4 setuju dan nilai 5 untuk sangat setuju. Berikut merupakan hasil penilaian dari para *Experts.*

Tabel 4. 5 Hasil Penilaian *Experts*

Praktisi	**Jabatan**	**SD**	**SS**	**ID**	**IS**
PT. Indoroti Prima Cemerlang	Supervisor Produksi	4	4	4	4
PT. Nusa Halmahera Minerals	Engineer	5	4	5	5
Kementrian Perindustrian	Teknisi Penelitian Dan Perekayasaan	4	4	4	4
PT Sucofindo	VP	5	5	5	5
CV RQ Interwood	Direktur	5	5	4	4

Tabel 4. 5 di atas menunjukkan hasil validasi dari lima praktisi terhadap penilaian indikator *Green Production* dalam laporan keberlanjutan, yang mencakup empat aspek utama: *Scoring Disclosure*, Scoring Substansi/Implementasi, Improvement Disclosure, dan Improvement Substansi/Implementasi. Setiap aspek dinilai menggunakan skala Likert 1–5, di mana 1 berarti "Sangat Tidak Setuju" dan 5 berarti "Sangat Setuju". Berdasarkan hasil penilaian, mayoritas responden memberikan nilai 4 dan 5 untuk seluruh aspek, yang menunjukkan tingkat persetujuan tinggi terhadap keakuratan dan kesesuaian penilaian yang dilakukan oleh peneliti. Hal ini mencerminkan bahwa proses penilaian telah dianggap valid oleh para Ahli atau Expert yang terlibat.

BAB V
PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengungkapan berdasarkan GRI & *Best Practices*

Berdasarkan hasil pengolahan mengenai kutipan berdasarkan indikator *Green Production* dalam laporan keberlanjutan PT Bio Farma, maka didapatkan mengenai implementasi praktik *Green Production* pada PT Bio Farma. Berikut merupakan penerapan praktik *Green Production* yang ada di PT Bio Farma :

Tabel 5. 1 Penerapan Praktik *Green Production* PT Bio Farma

Indikator	Praktik	GRI	BP
CP	Pembentukan tim penghematan energi yang melakukan penerapan produksi bersih serta kebijakan ramah lingkungan yang telah terintegrasi dalam proses produksi vaksin dan berhasil menurunkan emisi CO2 eq hingga akhir tahun.	• GRI 305-5 (Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)) • GRI 3-3 (Manajemen topik material) • 302-4 (Pengurangan Konsumsi Energi) • GRI 303-5 (Pengurangan Konsumsi Air) • GRI 306-2 (Pengelolaan Limbah)	• BP.295 *Emission Reduction* • BP.291 *Energy Efficiency Management* • BP.290 *Material Efficiency Management*
EF	Melakukan efisiensi energi melalui pemantauan konsumsi listrik secara digital menggunakan teknologi AI	• GRI 302-4 (Pengurangan Konsumsi Energi)	BP. 291 *Energy Efficiency Management*

Indikator	Praktik	GRI	BP
	serta optimalisasi penggunaan sumber energi utama dalam proses produksi.		
WD	melakukan pengelolaan limbah melalui sistem pemilahan dan daur ulang limbah B3 maupun non-B3, serta pelaporan limbah secara berkala kepada otoritas terkait.	• GRI 306-4 (Limbah yang Dialihkan dari Pembuangan Akhir) • GRI 306-5 (Limbah yang Dikirim ke Pembuangan Akhir) • GRI 306-2 (Manajemen Dampak Terkait Limbah) • GRI 306-3 (Tumpahan Signifikan)	• BP. 288 *Life Cycle Assessment* • BP.290 *Material Efficiency Management* • BP.294 *Sustainability Reporting*
SMRC	Melakukan pergantian kemasan produk dan menerapkan inovasi sistem utilitas hemat energi untuk mendukung konservasi sumber daya dan pengurangan emisi gas rumah kaca.	• GRI 305-5 (Pengurangan Emisi GRK) • GRI 302-4 (Pengurangan Konsumsi Energi)	BP.288 *Life Cycle Assessment*

PT Bio Farma menunjukkan penerapan prinsip *Green Production* yang konsisten dan komprehensif sebagaimana tercermin dalam sejumlah indikator strategis berbasis standar GRI dan BP. Pada *Green Production/Cleaner Production/ Carbon Efficiency/Low Emmision*, PT Bio Farma menunjukkan komitmen serius terhadap pengurangan emisi karbon dengan menempatkan efisiensi energi sebagai fokus utama dalam strategi keberlanjutan. Hal ini

tercermin dari pembentukan Tim Penghematan Energi serta penerapan sistem pengukuran emisi yang menghitung CO_2, SO_2, dan N_2O secara terintegrasi, yang dikonversi ke dalam satuan CO_2 eq. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa perusahaan berhasil menurunkan emisi hingga 4.303,55 ton CO_2 eq pada akhir 2023 dibandingkan tahun sebelumnya, sebagaimana diungkapkan dalam BP.295 *Emission Reduction* dan GRI 305-5 (Pengurangan Emisi GRK) (1). Selain itu, efisiensi energi dan penggunaan sumber daya juga diterapkan di seluruh tahapan produksi, mulai dari perencanaan, optimalisasi proses, hingga pengelolaan limbah, yang sejalan dengan BP.291 *Energy Efficiency Management* dan selaras dengan GRI 302-4 (Pengurangan Konsumsi Energi) dan GRI 3-3 (Manajemen Topik Material) (2). Lebih jauh, dalam pelaksanaan kebijakan ramah lingkungan, PT Bio Farma mengintegrasikan manajemen risiko lingkungan di setiap tahap produksi vaksin, seperti dalam penggabungan lima jenis vaksin dalam produk Pentabio. Langkah ini tidak hanya mengurangi dampak terhadap lingkungan tetapi juga menghemat energi, air, dan mengurangi limbah, sejalan dengan BP.290 *Material Efficiency Management* serta GRI 3-3 (Manajemen Topik Material), GRI 302-4 (Pengurangan Konsumsi Energi), GRI 303-5 (Pengurangan Konsumsi Air), GRI 306-2 (Pengelolaan Limbah) (3).

Dalam hal *Energy Efficiency,* PT Bio Farma berhasil mencatatkan pengurangan konsumsi listrik yang signifikan pada tahun 2023. Total penggunaan energi tercatat sebesar 10.270,3 GJ, menurun dari pencapaian tahun sebelumnya sebesar 10.476,7 GJ, hal ini memiliki keterkaitan dengan yang dijelaskan dalam BP.291 *Energy Efficiency Management* dan GRI 302-4 (Pengurangan Konsumsi Energi). Penurunan konsumsi ini merupakan hasil dari pendekatan berbasis literatur, *benchmarking*, dan strategi efisiensi internal yang matang (1). Selain itu, PT Bio Farma mengimplementasikan sistem monitoring kelistrikan berbasis teknologi *Artificial Intelligence* (AI) dan SCADA, yang digunakan untuk mengontrol dan memantau penggunaan listrik dari sumber seperti genset dan jaringan PLN secara *real-time*. Langkah ini merupakan bagian dari strategi digitalisasi sistem energi yang semakin adaptif dan efisien. Implementasi teknologi ini menunjukkan konsistensi perusahaan dalam menjalankan program efisiensi energi yang tidak hanya mengurangi konsumsi tetapi juga menurunkan beban emisi secara keseluruhan, sejalan dengan prinsip-prinsip dalam BP.291 *Energy Efficiency Management* dan GRI 302-4 (Pengurangan Konsumsi Energi) (2).

Kemudian dalam hal *Waste Reduction,* PT Bio Farma berhasil melakukan pengelolaan limbah B3 dan non-B3 secara efisien, di mana sepanjang tahun 2023 tercatat sebanyak 8.839

ton limbah B3 didaur ulang dan 126,83 ton limbah non-B3 juga berhasil dialihkan dari pembuangan akhir, sebagaimana dalam BP.288 *Life Cycle Assessment* mencakup aspek input-output lingkungan secara menyeluruh dan lintas siklus hidup produk termasuk dalam pengelolaan limbah dari produk dan GRI 306-4 (Limbah yang Dialihkan dari Pembuangan Akhir), GRI 306-5 (Limbah yang Dikirim ke Pembuangan Akhir) (1). Di sisi operasional, PT Bio Farma juga menerapkan sistem pemilahan sampah menjadi lima kategori, yang bertujuan untuk memudahkan proses pengolahan limbah di tempat pembuangan akhir, langkah ini menunjukkan penerapan sistem internal yang terstruktur dalam pengelolaan limbah sesuai dengan BP.290 *Material Efficiency Management* dan GRI 3-3 (Manajemen Topik Material), GRI 306-2 (Manajemen Dampak Terkait Limbah) (2). Selain itu, dalam rangka memenuhi kepatuhan terhadap regulasi pemerintah, perusahaan melaporkan secara rutin pengelolaan limbah B3 kepada berbagai lembaga pemerintah baik di tingkat kota maupun provinsi, yang juga mencakup penanganan limbah tumpahan signifikan dan non-signifikan di area produksi, sesuai dengan BP.294 *Sustainability Reporting* serta GRI 306-3 (Tumpahan Signifikan), GRI 306-2 (Pengelolaan Limbah) (3).

PT Bio Farma juga menaruh perhatian besar pada *Sustainable Materials & Resource Conservation* melalui berbagai inovasi berkelanjutan. Salah satu langkah signifikan dilakukan dengan mengganti kemasan produk vaksin nOPV2 dari ukuran 20 dosis menjadi 50 dosis. Inovasi ini membawa dampak positif dalam bentuk penghematan listrik dan penurunan emisi gas rumah kaca, sejalan dengan GRI 305-5 (Pengurangan Emisi GRK), GRI 302-4 (Pengurangan Konsumsi Energi). Di tahun yang sama, Bio Farma juga menerapkan modifikasi sistem HVAC *(Heating, Ventilation, and Air Conditioning)* di fasilitas produksi dengan menggunakan teknologi *Higher COP Air-Cooled Chiller System*. Sistem pendingin ini berkontribusi terhadap pengurangan emisi GRK sebesar 358,55 ton CO_2 eq, yang menjadi bukti komitmen perusahaan dalam efisiensi energi sekaligus mendukung prinsip konservasi energi. Seluruh inisiatif ini tergambar dalam BP.288 *Life Cycle Assessment* (LCA) yang menunjukkan menunjukkan adanya pengukuran input-output lingkungan yang menjadi ciri khas metode LCA, sekaligus memperkuat penerapan prinsip keberlanjutan dalam proses produksi PT Bio Farma.

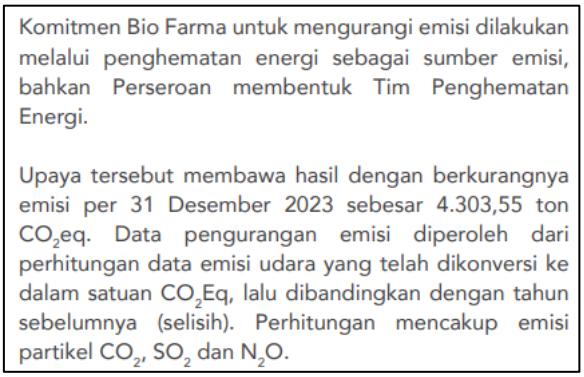
5.2 Hasil *Scoring* beserta Data Pendukung dari Pengungkapan *Sustaianability Report*

Berikut merupakan hasil dari analisis mengenai *Scoring* serta data-data yang mendukung penilaian pada kutipan yang diambil dari laporan keberlanjutan PT Bio Farma berdasarkan

framework Green Production. Hal ini bertujuan menilai implementasi *Green Production* PT Bio Farma berdasarkan empat indikator utama, yaitu *Green Production/Cleaner Production/ Carbon Efficiency/Low Emmision, Energy Efficiency, Waste Reduction, Sustainable Materials & Resource Conservation*. Penilaian dilakukan dengan pendekatan dua dimensi—pengungkapan (disclosure) dan substansi implementasi—untuk mengukur sejauh mana perusahaan mengintegrasikan prinsip keberlanjutan secara nyata dan terukur dalam operasionalnya. Kajian ini menggunakan kutipan-kutipan yang relevan dari laporan keberlanjutan 2023 yang telah diberi skor sebelumnya, sehingga setiap indikator dianalisis secara sistematis dan berbasis bukti.

5.2.1 *Hasil Scoring Green Production/Cleaner Production/Carbon Efficiency/Low Emmision beserta Data Pendukung*

Indikator ini menilai sejauh mana perusahaan menerapkan prinsip produksi bersih dan efisiensi karbon, termasuk melalui pengendalian emisi udara, manajemen energi, serta pengurangan intensitas karbon dalam proses operasional. Bio Farma mengungkapkan tiga bentuk praktik dalam indikator ini dengan kualitas yang bervariasi. Pertama, Bio Farma berhasil menurunkan emisi sebesar 4.303,55 ton CO_2 eq hingga 31 Desember 2023 melalui berbagai program yang dijalankan oleh Tim Penghematan Energi, meliputi pemanfaatan energi terbarukan, efisiensi peralatan, inovasi produksi, reduksi emisi kendaraan, serta optimalisasi fasilitas. Penghitungan emisi dilakukan menggunakan konversi CO_2eq dan mencakup CO_2, SO_2, dan N_2O. Kutipan ini memperoleh nilai *disclosure* dan substansi sejumlah (3–3) karena disampaikan secara eksplisit dengan data kuantitatif, metodologi pengukuran, serta struktur implementasi yang terencana dan terukur. Berikut adalah bukti berupa gambar dari kutipan tersebut nomor (1).


Komitmen Bio Farma untuk mengurangi emisi dilakukan melalui penghematan energi sebagai sumber emisi, bahkan Perseroan membentuk Tim Penghematan Energi.

Upaya tersebut membawa hasil dengan berkurangnya emisi per 31 Desember 2023 sebesar 4.303,55 ton CO_2eq. Data pengurangan emisi diperoleh dari perhitungan data emisi udara yang telah dikonversi ke dalam satuan CO_2Eq, lalu dibandingkan dengan tahun sebelumnya (selisih). Perhitungan mencakup emisi partikel CO_2, SO_2 dan N_2O.

Gambar 5. 1 Bukti Kutipan 1

Kutipan kedua menyoroti integrasi efisiensi energi dan sumber daya dalam seluruh tahapan produksi vaksin. PT Bio Farma mengklaim telah mengidentifikasi dan mengelola risiko

lingkungan sejak tahap perencanaan hingga pengelolaan limbah. Walaupun pengungkapan masih bersifat naratif, namun ada data efisiensi energi, air, atau limbah yang dikaitkan langsung dengan proses produksi bersih yang menjadi data pendukung kuantitatif. Karena itu, kutipan ini memperoleh nilai *disclosure* 3 dan substansi 3, dengan implementasi dinilai cukup sistematis dan terintegrasi, dan bentuk penyajian datanya sudah memenuhi syarat skor tertinggi. Berikut merupakan bentuk bukti utama dan pendukung dari kutipan nomor 2.

	Sasaran Program Pengelolaan Lingkungan Environmental Management Program Targets	
1	Efisiensi energi dan sumber daya alam melalui penerapan produksi bersih mulai dari tahap perencanaan produksi, optimalisasi proses produksi, hingga pengelolaan limbah.	Energy and natural resources efficiency by the practice of clean production from production planning stage, optimizing the production process, to waste management.

Gambar 5. 2 Bukti Kutipan 2

Komposisi Limbah Waste Composition	**2023** **Berat (ton)** Weight (ton)	**2022** **Berat (ton)** Weight (ton)	**2021** **Berat (ton)** Weight (ton)
Limbah B3 | B3 Waste			
Limbah B3 Asal Proses Produksi dan Litbang B3 Waste from Manufacturing and Research & Development Processes	270,63	243,36	179,33
Limbah B3 Asal Penunjang Produksi dan Utilitas B3 Waste from Manufacturing Support and Utilities	38,38	26,82	22,07

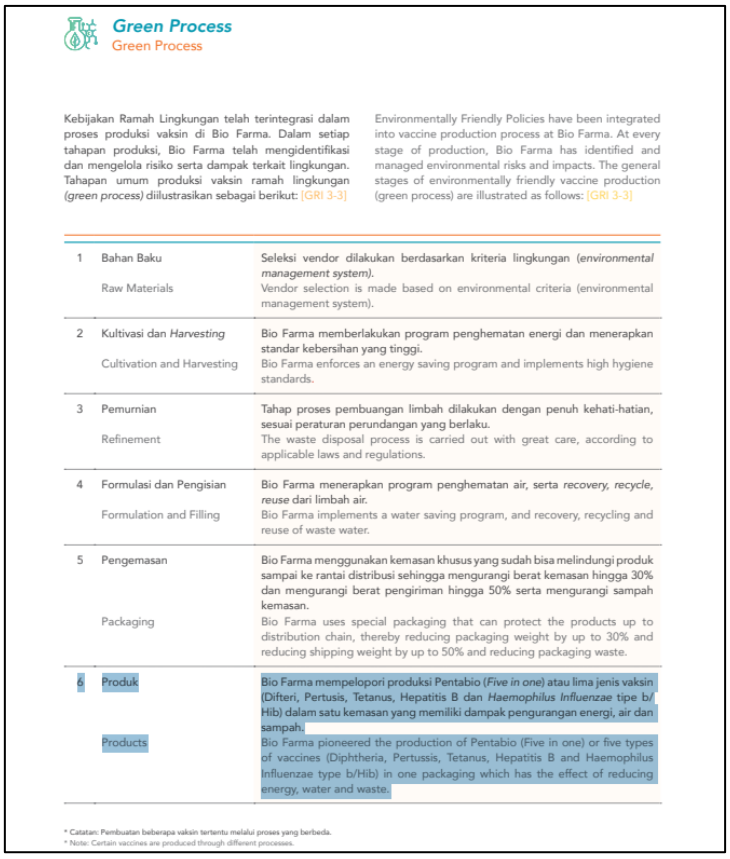
Gambar V.3 Bukti Pendukung 1 Kutipan 2

Hasil Absolut Efisiensi Energi Tahun 2022-2023
2022-2023 Energy Efficiency Absolute Result

Keterangan Description	**2023**)**	**2022*)**
Proses Produksi | Manufacturing Process	3.215,8	9.414,0

Gambar 5. 4 Bukti Pendukung 2 Kutipan 2

Kutipan ketiga mendeskripsikan integrasi kebijakan ramah lingkungan dalam proses produksi vaksin, termasuk desain produk dengan dampak lingkungan rendah pada energi, air, dan sampah. Meskipun secara substansi kuat dan sejalan dengan prinsip *eco-design* dan *cleaner production*, informasi yang disampaikan masih dominan deskriptif tanpa pendalaman kuantitatif, sehingga mendapat nilai *disclosure* 2 dan substansi 3. Pernyataan bersifat deklaratif tanpa menyebutkan berapa energi atau air yang dikurangi oleh penggunaan kemasan multidosis Pentabio. Tidak secara eksplisit menjelaskan hasil penghematan/produk.



Green Process
Green Process

Kebijakan Ramah Lingkungan telah terintegrasi dalam proses produksi vaksin di Bio Farma. Dalam setiap tahapan produksi, Bio Farma telah mengidentifikasi dan mengelola risiko serta dampak terkait lingkungan. Tahapan umum produksi vaksin ramah lingkungan *(green process)* diilustrasikan sebagai berikut: [GRI 3-3]

Environmentally Friendly Policies have been integrated into vaccine production process at Bio Farma. At every stage of production, Bio Farma has identified and managed environmental risks and impacts. The general stages of environmentally friendly vaccine production (green process) are illustrated as follows: [GRI 3-3]

1	Bahan Baku Raw Materials	Seleksi vendor dilakukan berdasarkan kriteria lingkungan (*environmental management system*). Vendor selection is made based on environmental criteria (environmental management system).
2	Kultivasi dan *Harvesting* Cultivation and Harvesting	Bio Farma memberlakukan program penghematan energi dan menerapkan standar kebersihan yang tinggi. Bio Farma enforces an energy saving program and implements high hygiene standards.
3	Pemurnian Refinement	Tahap proses pembuangan limbah dilakukan dengan penuh kehati-hatian, sesuai peraturan perundangan yang berlaku. The waste disposal process is carried out with great care, according to applicable laws and regulations.
4	Formulasi dan Pengisian Formulation and Filling	Bio Farma menerapkan program penghematan air, serta *recovery, recycle, reuse* dari limbah air. Bio Farma implements a water saving program, and recovery, recycling and reuse of waste water.
5	Pengemasan Packaging	Bio Farma menggunakan kemasan khusus yang sudah bisa melindungi produk sampai ke rantai distribusi sehingga mengurangi berat kemasan hingga 30% dan mengurangi berat pengiriman hingga 50% serta mengurangi sampah kemasan. Bio Farma uses special packaging that can protect the products up to distribution chain, thereby reducing packaging weight by up to 30% and reducing shipping weight by up to 50% and reducing packaging waste.
6	Produk Products	Bio Farma mempelopori produksi Pentabio (*Five in one*) atau lima jenis vaksin (Difteri, Pertusis, Tetanus, Hepatitis B dan *Haemophilus Influenzae* tipe b/ Hib) dalam satu kemasan yang memiliki dampak pengurangan energi, air dan sampah. Bio Farma pioneered the production of Pentabio (Five in one) or five types of vaccines (Diphtheria, Pertussis, Tetanus, Hepatitis B and Haemophilus Influenzae type b/Hib) in one packaging which has the effect of reducing energy, water and waste.

* Catatan: Pembuatan beberapa vaksin tertentu melalui proses yang berbeda.
* Note: Certain vaccines are produced through different processes.

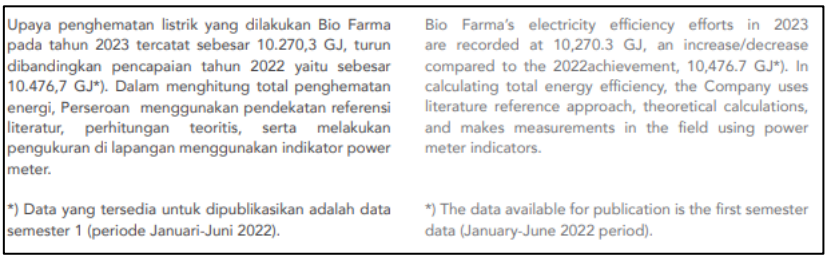
Gambar 5. 5 Bukti 1 Kutipan 3

Secara keseluruhan, indikator *Green Production/Cleaner Production/Carbon Efficiency/Low Emmision* menunjukkan kinerja yang kuat dalam praktik implementasi, tercermin dari rata-rata skor substansi tinggi (semua bernilai 3). Namun, dari sisi pengungkapan *(disclosure),* masih terdapat ruang perbaikan, terutama pada penyampaian kuantitatif yang lebih konsisten di semua bagian. Hal ini menunjukkan bahwa PT Bio Farma telah menjalankan prinsip produksi bersih secara terstruktur dan terintegrasi, meskipun belum seluruhnya diungkapkan dalam bentuk data yang sistematis di setiap narasi.

5.2.2 *Hasil Scoring Energy Efficiency beserta Data Pendukung*

Indikator ini mengevaluasi sejauh mana perusahaan berupaya mengoptimalkan penggunaan energi melalui efisiensi, inovasi teknologi, dan sistem pemantauan energi yang terukur. Bio Farma menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam aspek ini berdasarkan dua kutipan utama, yang semuanya memperoleh nilai *disclosure* dan substansi sejumlah (3–3). Dalam kutipan pertama, perusahaan melaporkan penghematan listrik sebesar 10.270,3 GJ pada tahun 2023, yang menurun dibanding tahun sebelumnya sebesar 10.476,7 GJ dan didukung oleh data perbandingan hasil *absolute* efisiensi energi tahun 2022-2023. Perhitungan energi dilakukan

melalui pendekatan referensi literatur, teori, dan alat ukur seperti *power meter*, yang mencerminkan kedalaman metode dan akurasi pengukuran.



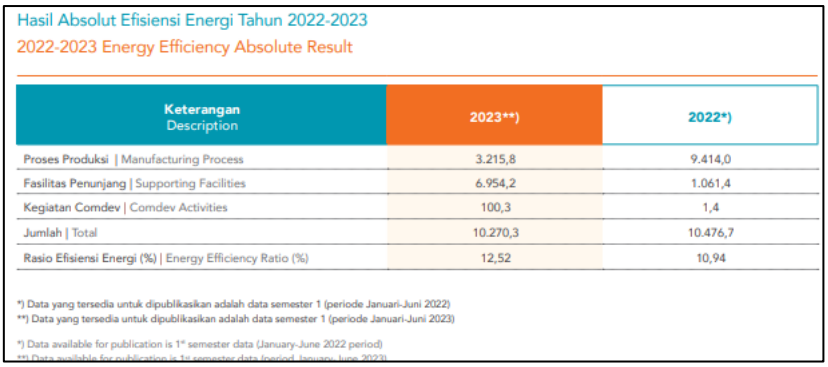
Upaya penghematan listrik yang dilakukan Bio Farma pada tahun 2023 tercatat sebesar 10.270,3 GJ, turun dibandingkan pencapaian tahun 2022 yaitu sebesar 10.476,7 GJ*). Dalam menghitung total penghematan energi, Perseroan menggunakan pendekatan referensi literatur, perhitungan teoritis, serta melakukan pengukuran di lapangan menggunakan indikator power meter.

*) Data yang tersedia untuk dipublikasikan adalah data semester 1 (periode Januari-Juni 2022).

Bio Farma's electricity efficiency efforts in 2023 are recorded at 10,270.3 GJ, an increase/decrease compared to the 2022achievement, 10,476.7 GJ*). In calculating total energy efficiency, the Company uses literature reference approach, theoretical calculations, and makes measurements in the field using power meter indicators.

*) The data available for publication is the first semester data (January-June 2022 period).

Gambar 5. 6 Bukti Kutipan 4



Hasil Absolut Efisiensi Energi Tahun 2022-2023

2022-2023 Energy Efficiency Absolute Result

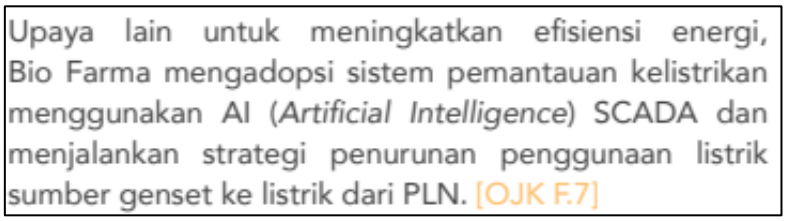
Keterangan Description	2023**)	2022*)
Proses Produksi | Manufacturing Process	3.215,8	9.414,0
Fasilitas Penunjang | Supporting Facilities	6.954,2	1.061,4
Kegiatan Comdev | Comdev Activities	100,3	1,4
Jumlah | Total	10.270,3	10.476,7
Rasio Efisiensi Energi (%) | Energy Efficiency Ratio (%)	12,52	10,94

*) Data yang tersedia untuk dipublikasikan adalah data semester 1 (periode Januari-Juni 2022)
**) Data yang tersedia untuk dipublikasikan adalah data semester 1 (periode Januari-Juni 2023)

*) Data available for publication is 1st semester data (January-June 2022 period)

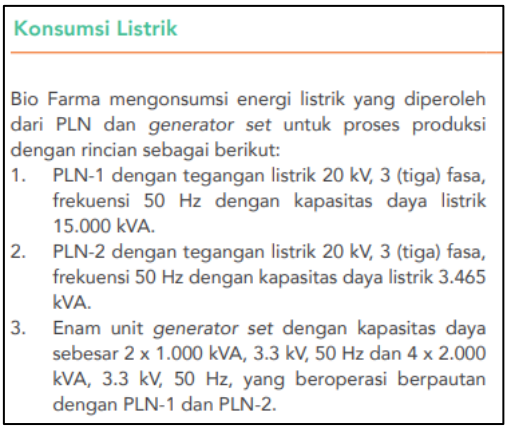
Gambar 5. 7 Bukti Pendukung Kutipan 4

Kemudian pada kutipan kedua, Bio Farma menjelaskan penerapan sistem pemantauan kelistrikan menggunakan teknologi SCADA berbasis *Artificial Intelligence* (AI), serta strategi penurunan beban listrik dari sumber PLN. Penggunaan teknologi ini menunjukan integrasi pendekatan digital untuk efisiensi energi dan pengendalian operasional yang memiliki beberapa bukti pendukung terkait pelaporan konsumsi energi listrik untuk proses produksi. Hal ini menyatakan bahwa secara *disclosure* dan substansi bernilai (3-3), ini menunjukkan adanya sistem manajemen energi yang tersistematis, berbasis teknologi, dan diukur secara rutin.



Upaya lain untuk meningkatkan efisiensi energi, Bio Farma mengadopsi sistem pemantauan kelistrikan menggunakan AI (*Artificial Intelligence*) SCADA dan menjalankan strategi penurunan penggunaan listrik sumber genset ke listrik dari PLN. [OJK F.7]

Gambar 5. 8 Bukti Kutipan 5

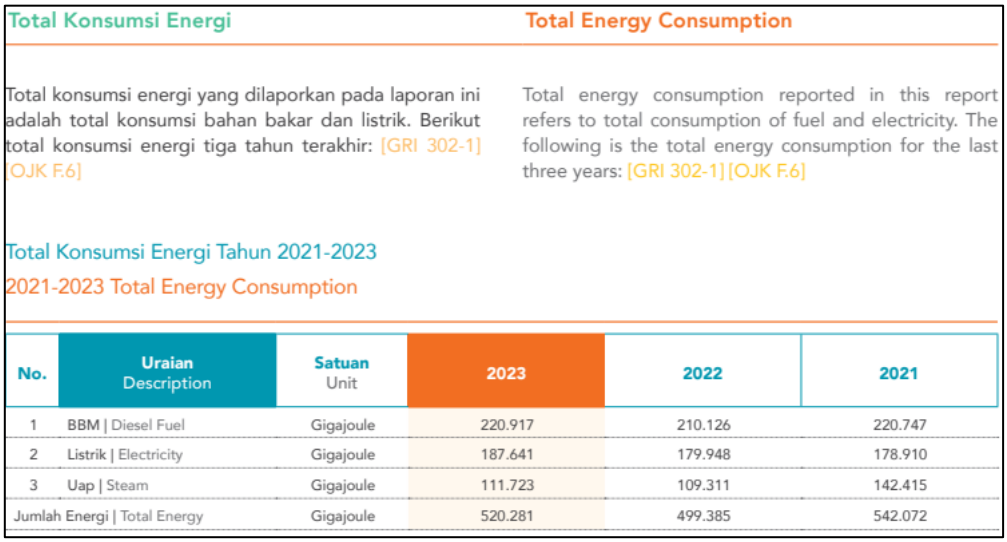


Konsumsi Listrik

Bio Farma mengonsumsi energi listrik yang diperoleh dari PLN dan *generator set* untuk proses produksi dengan rincian sebagai berikut:

1. PLN-1 dengan tegangan listrik 20 kV, 3 (tiga) fasa, frekuensi 50 Hz dengan kapasitas daya listrik 15.000 kVA.
2. PLN-2 dengan tegangan listrik 20 kV, 3 (tiga) fasa, frekuensi 50 Hz dengan kapasitas daya listrik 3.465 kVA.
3. Enam unit *generator set* dengan kapasitas daya sebesar 2 x 1.000 kVA, 3.3 kV, 50 Hz dan 4 x 2.000 kVA, 3.3 kV, 50 Hz, yang beroperasi berpautan dengan PLN-1 dan PLN-2.

Gambar 5. 9 Bukti Pendukung 1 Kutipan 5



Total Konsumsi Energi

Total konsumsi energi yang dilaporkan pada laporan ini adalah total konsumsi bahan bakar dan listrik. Berikut total konsumsi energi tiga tahun terakhir: [GRI 302-1] [OJK F.6]

Total Energy Consumption

Total energy consumption reported in this report refers to total consumption of fuel and electricity. The following is the total energy consumption for the last three years: [GRI 302-1] [OJK F.6]

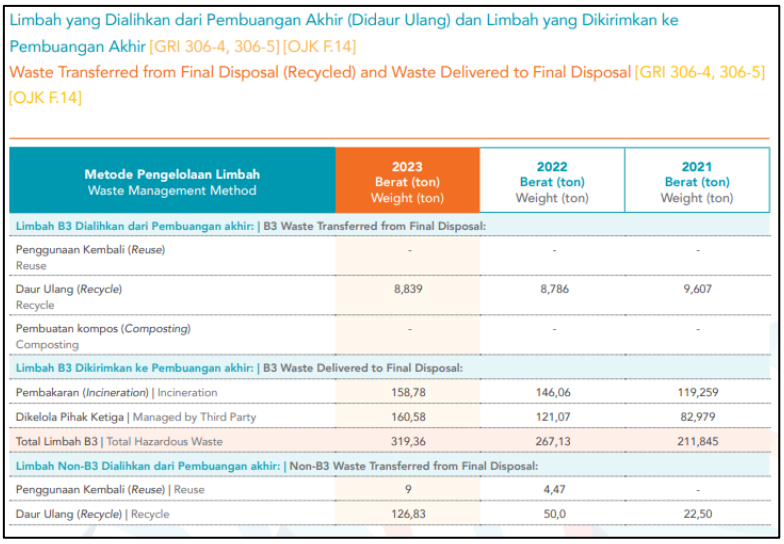
Total Konsumsi Energi Tahun 2021-2023
2021-2023 Total Energy Consumption

No.	Uraian Description	Satuan Unit	2023	2022	2021
1	BBM | Diesel Fuel	Gigajoule	220.917	210.126	220.747
2	Listrik | Electricity	Gigajoule	187.641	179.948	178.910
3	Uap | Steam	Gigajoule	111.723	109.311	142.415
Jumlah Energi | Total Energy		Gigajoule	520.281	499.385	542.072

Gambar 5. 10 Bukti Pendukung 2 Kutipan 5

5.2.3 *Hasil Scoring Waste Reduction beserta Data Pendukung*

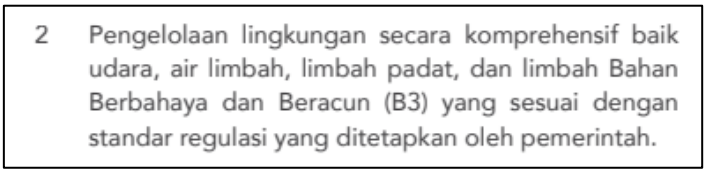
Indikator pengurangan limbah mencerminkan sejauh mana perusahaan mengelola, mengurangi, dan memanfaatkan kembali limbah dari proses produksinya. PT Bio Farma menunjukkan kinerja yang sangat solid dalam aspek ini, berdasarkan tiga kutipan yang seluruhnya mendapat nilai *disclosure* dan substansi sebesar (3–3). Pada kutipan pertama, perusahaan menyampaikan data kuantitatif mengenai volume limbah yang dialihkan dari pembuangan akhir: limbah B3 sebesar 8.839 kg dan limbah non-B3 sebesar 126,83 ton didaur ulang. Ini menunjukkan pengurangan limbah melalui pendekatan daur ulang dan pemanfaatan ulang bahan sisa serta pengelolaan lingkungan yang mematuhi standar regulasi pemerintah.



Limbah yang Dialihkan dari Pembuangan Akhir (Didaur Ulang) dan Limbah yang Dikirimkan ke Pembuangan Akhir [GRI 306-4, 306-5] [OJK F.14]
Waste Transferred from Final Disposal (Recycled) and Waste Delivered to Final Disposal [GRI 306-4, 306-5] [OJK F.14]

Metode Pengelolaan Limbah Waste Management Method	2023 Berat (ton) Weight (ton)	2022 Berat (ton) Weight (ton)	2021 Berat (ton) Weight (ton)
Limbah B3 Dialihkan dari Pembuangan akhir: | B3 Waste Transferred from Final Disposal:			
Penggunaan Kembali (*Reuse*) Reuse	-	-	-
Daur Ulang (*Recycle*) Recycle	8,839	8,786	9,607
Pembuatan kompos (*Composting*) Composting	-	-	-
Limbah B3 Dikirimkan ke Pembuangan akhir: | B3 Waste Delivered to Final Disposal:			
Pembakaran (*Incineration*) | Incineration	158,78	146,06	119,259
Dikelola Pihak Ketiga | Managed by Third Party	160,58	121,07	82,979
Total Limbah B3 | Total Hazardous Waste	319,36	267,13	211,845
Limbah Non-B3 Dialihkan dari Pembuangan akhir: | Non-B3 Waste Transferred from Final Disposal:			
Penggunaan Kembali (*Reuse*) | Reuse	9	4,47	-
Daur Ulang (*Recycle*) | Recycle	126,83	50,0	22,50

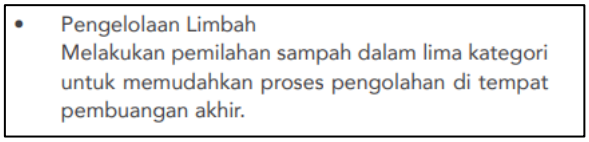
Gambar 5. 11 Bukti Kutipan 6



2 Pengelolaan lingkungan secara komprehensif baik udara, air limbah, limbah padat, dan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) yang sesuai dengan standar regulasi yang ditetapkan oleh pemerintah.

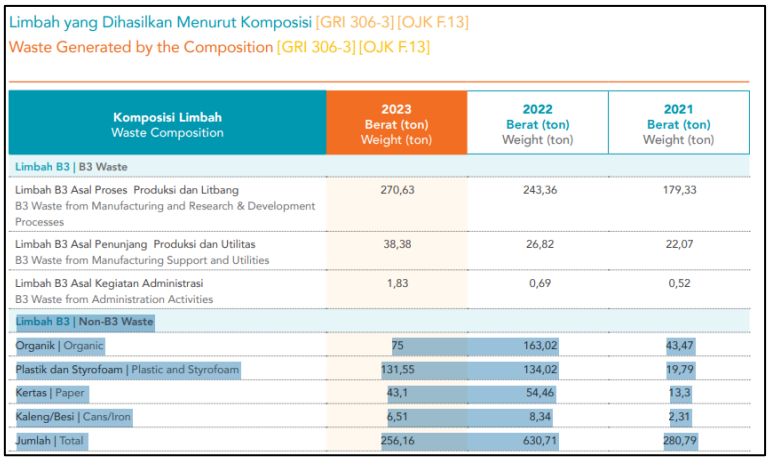
Gambar 5. 12 Bukti Pendukung Kutipan 6

Pada kutipan kedua menjelaskan proses pemilahan sampah ke dalam lima kategori untuk mempermudah pengolahan di tempat pembuangan akhir. Langkah ini mencerminkan praktik dasar dari *waste segregation* yang penting dalam sistem pengelolaan limbah terintegrasi. Meskipun pada kutipan tidak menyebut pemilahan secara spesifik dan menampilkan data kuantitatif, namun pada proses pengelolaan limbah B3 menyebutkan data komposisi limbah yang dapat menjadi data pendukung. Hal ini menguatkan bahwa seluruh alur limbah padat termasuk sampah umum ditangani melalui pendekatan sistemik serta mendapatkan nilai *disclosure* dan substansi sebesar (3–3).



- Pengelolaan Limbah
  Melakukan pemilahan sampah dalam lima kategori untuk memudahkan proses pengolahan di tempat pembuangan akhir.

Gambar 5. 13 Bukti Kutipan 7

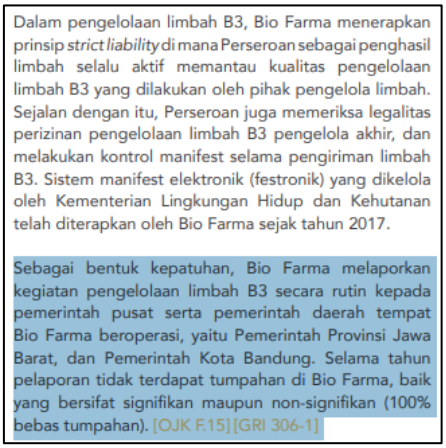


Limbah yang Dihasilkan Menurut Komposisi [GRI 306-3] [OJK F.13]
Waste Generated by the Composition [GRI 306-3] [OJK F.13]

Komposisi Limbah Waste Composition	2023 Berat (ton) Weight (ton)	2022 Berat (ton) Weight (ton)	2021 Berat (ton) Weight (ton)
Limbah B3 | B3 Waste			
Limbah B3 Asal Proses Produksi dan Litbang B3 Waste from Manufacturing and Research & Development Processes	270,63	243,36	179,33
Limbah B3 Asal Penunjang Produksi dan Utilitas B3 Waste from Manufacturing Support and Utilities	38,38	26,82	22,07
Limbah B3 Asal Kegiatan Administrasi B3 Waste from Administration Activities	1,83	0,69	0,52
Limbah B3 | Non-B3 Waste			
Organik | Organic	75	163,02	43,47
Plastik dan Styrofoam | Plastic and Styrofoam	131,55	134,02	19,79
Kertas | Paper	43,1	54,46	13,3
Kaleng/Besi | Cans/Iron	6,51	8,34	2,31
Jumlah | Total	256,16	630,71	280,79

Gambar 5. 14 Bukti Pendukung Kutipan 7

Sementara kutipan ketiga menyoroti kepatuhan terhadap pengelolaan limbah B3 secara berkala kepada pemerintah daerah, serta 100% bebas tumpahan atau kebocoran selama periode pelaporan. Ini menegaskan bahwa manajemen limbah B3 dilakukan dengan pengawasan ketat, selaras dengan regulasi lingkungan yang berlaku. Kombinasi antara pelaporan kuantitatif, sistem pemilahan, dan kepatuhan regulatif mencerminkan pengelolaan limbah yang sistemik, akuntabel, dan efektif sehingga mendapatkan nilai *disclosure* dan substansi sebesar (3–3) . Oleh karena itu, indikator ini menunjukkan pencapaian yang sangat baik baik dari sisi keterbukaan informasi maupun implementasi nyata.



Dalam pengelolaan limbah B3, Bio Farma menerapkan prinsip *strict liability* di mana Perseroan sebagai penghasil limbah selalu aktif memantau kualitas pengelolaan limbah B3 yang dilakukan oleh pihak pengelola limbah. Sejalan dengan itu, Perseroan juga memeriksa legalitas perizinan pengelolaan limbah B3 pengelola akhir, dan melakukan kontrol manifest selama pengiriman limbah B3. Sistem manifest elektronik (festronik) yang dikelola oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan telah diterapkan oleh Bio Farma sejak tahun 2017.

Sebagai bentuk kepatuhan, Bio Farma melaporkan kegiatan pengelolaan limbah B3 secara rutin kepada pemerintah pusat serta pemerintah daerah tempat Bio Farma beroperasi, yaitu Pemerintah Provinsi Jawa Barat, dan Pemerintah Kota Bandung. Selama tahun pelaporan tidak terdapat tumpahan di Bio Farma, baik yang bersifat signifikan maupun non-signifikan (100% bebas tumpahan). [OJK F.15] [GRI 306-1]

Gambar 5. 15 Bukti Kutipan 8

Tahapan Kegiatan/ Aktivitas Action/Activity Stage	Bentuk Timbulan Limbah Form of Waste Generation	Pengaruh Terhadap Lingkungan Effect on the Environment
Produksi Manufacturing	Limbah cair produksi, limbah B3, limbah padat (sampah), emisi udara dan GRK. Production liquid waste, B3 waste, solid waste (trash), air and GHG emissions.	Beracun, infeksius, mencemari tanah dan perairan, mengubah kualitas atmosfer dan menyebabkan perubahan iklim. Toxic, infectious, polluting soil and waters, changing the quality of the atmosphere and resulting in climate change.
Administrasi Administration	Limbah cair produksi, limbah B3, limbah padat (sampah), emisi udara dan GRK. Production liquid waste, B3 waste, solid waste (trash), air and GHG emissions.	Beracun, infeksius, mencemari tanah dan perairan, mengubah kualitas atmosfer dan menyebabkan perubahan iklim. Toxic, infectious, polluting soil and waters, changing the quality of the atmosphere and resulting in climate change.
Litbang Research & Development	Limbah cair produksi, limbah B3, limbah padat (sampah), emisi udara dan GRK. Production liquid waste, B3 waste, solid waste (trash), air and GHG emissions.	Beracun, infeksius, mencemari tanah dan perairan, mengubah kualitas atmosfer dan menyebabkan perubahan iklim. Toxic, infectious, polluting soil and waters, changing the quality of the atmosphere and resulting in climate change.
Penunjang Produksi (Utilitas) Manufacturing Support (Utilities	Limbah cair produksi, limbah B3, limbah padat (sampah), emisi udara dan GRK. Production liquid waste, B3 waste, solid waste (trash), air and GHG emissions.	Beracun, infeksius, mencemari tanah dan perairan, mengubah kualitas atmosfer dan menyebabkan perubahan iklim. Toxic, infectious, polluting soil and waters, changing the quality of the atmosphere and resulting in climate change.
Pemasaran (Termasuk Distribusi) Marketing (Including Distribution)	Limbah cair produksi, limbah B3, limbah padat (sampah), emisi udara dan GRK. Production liquid waste, B3 waste, solid waste (trash), air and GHG emissions.	Beracun, infeksius, mencemari tanah dan perairan, mengubah kualitas atmosfer dan menyebabkan perubahan iklim. Toxic, infectious, polluting soil and waters, changing the quality of the atmosphere and resulting in climate change.

Gambar 5. 16 Bukti Pendukung Kutipan 8

5.2.4 *Hasil Scoring Sustainable Materials & Resource Conservation beserta Data Pendukung*

PT Bio Farma menunjukkan praktik yang kuat dalam indikator ini dengan satu kutipan yang mendapatkan nilai sebesar (3-3). Perusahaan melaporkan penggantian kemasan vaksin nOPV2 dari 20 dosis menjadi 50 dosis, yang berdampak pada pengurangan konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca. Secara spesifik, inovasi ini menghasilkan penghematan energi melalui sistem HVAC baru berbasis *Air-Cooled Chiller System* dan berhasil menurunkan emisi sebesar 358,55 ton CO_2eq. Selain memuat data kuantitatif yang akurat, pengungkapan juga mencakup dampak positif dari sisi efisiensi energi dan penggunaan material yang lebih sedikit per satuan produk. Dari sisi substansi, praktik ini menunjukan keterlibatan langsung dalam pelestarian lingkungan, dan juga mencerminkan transformasi operasional yang tidak hanya mendukung keberlanjutan lingkungan, tetapi juga memberikan efisiensi biaya dan operasional.

Inovasi Produksi untuk Lingkungan
Production Innovation for the Environment

Inovasi merupakan salah satu kunci bagi Bio Farma untuk terus maju dan berkembang sesuai dengan tuntutan para pemangku kepentingan terkini. Perseroan melakukan inovasi di berbagai lini, termasuk inovasi yang berkaitan dengan efisiensi energi yang dibutuhkan dalam proses produksi vaksin, inovasi untuk mengurangi timbulan sampah dan sebagainya. Menyusul inovasi tahun sebelumnya berupa penggantian kemasan produk nOPV2 20 dosis menjadi 50 dosis dengan berbagai dampak positifnya, seperti penghematan listrik yang sekaligus menurunkan emisi gas rumah kaca, pada tahun 2023, melakukan inovasi berupa modifikasi sistem HVAC *Clean Room* Fasilitas produksi dengan cara menggunakan *Higher COP Air-Cooled Chiller System*. Dampak positif inovasi ini di antaranya mengurangi emisi GRK sebagai dampak dari efisiensi energi sebesar 358,55 ton CO_2 eq. [GRI 3-3, 302-5]

Innovation is one of the keys for Bio Farma to continue to progress and develop as per the latest demands of stakeholders. The Company carries out innovations in various lines, including innovations related to energy efficiency required in the vaccine manufacturing process, innovations to reduce waste generation and so on. Following the previous year's innovation in the form of changing nOPV2 product packaging from 20 doses to 50 doses with various positive impacts, such as electricity efficiency while reducing greenhouse gas emissions, in 2023, innovation will be carried out in the form of modifying the HVAC system of the Clean Room Production Facility by using the Higher COP Air-Cooled Chiller System.The positive impacts of this innovation include reducing GHG emissions as a result of energy efficiency by 358.55 tons of CO_2 eq. [GRI 3-3, 302-5]

Gambar 5. 17 Bukti Kutipan 9

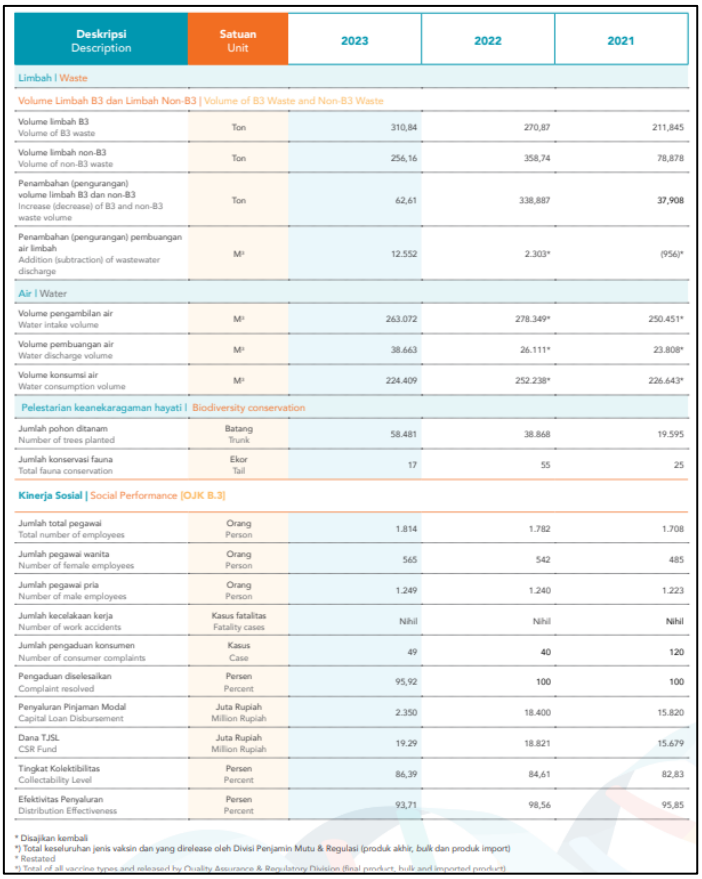
5.2.5 *Bukti Pendukung Keseluruhan Kutipan*

Sebagai perusahaan biofarmasi yang berperan strategis dalam sektor kesehatan nasional, PT Bio Farma menunjukkan komitmen yang konsisten terhadap keberlanjutan lingkungan sebagai bagian dari tanggung jawab sosial dan korporatnya. Komitmen ini tidak hanya tercermin dalam kebijakan dan pernyataan perusahaan, tetapi juga didukung oleh data dan praktik yang terdokumentasi dalam laporan keberlanjutan. PT Bio Farma mengintegrasikan prinsip keberlanjutan dalam berbagai aspek operasional, mulai dari alokasi anggaran lingkungan, efisiensi energi, hingga pengelolaan limbah dan emisi. Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan tidak sekadar mendeklarasikan komitmen lingkungan, tetapi juga secara aktif menjalankannya melalui tindakan yang terukur dan sistematis. Berikut merupakan bukti pendukung yang kuat atas komitmen keberlanjutan bahkan dalam implementasi *Green Production* PT Bio Farma.

Ikhtisar Kinerja Keberlanjutan
Sustainability Performance Overview

Deskripsi Description	Satuan Unit	2023	2022	2021
Kinerja Ekonomi | Economic Performance [OJK B.1]				
Nilai Produksi Vaksin Vaccine Production Value	Miliar Rupiah Billion Rupiah	2.715,44	4.647,30	24.685,80
Penjualan Neto Net Sales	Miliar Rupiah Billion Rupiah	15.228	20.996*	43.460*
Laba/(Rugi) Bersih Net Income/(Loss)	Juta Rupiah Million Rupiah	(2.043.455)	523.973*	1.942.897*
Pelibatan Pemasok Lokal (Barang dan Jasa) Engagement of Local Suppliers (Goods and Services)	Orang/Perusahaan Person/Company	788	669	551
Kuantitas Produk yang Dijual Quantity of Products Sold	Batch *) Batch *)	1.486 batch release	1.538 batch release	1.644 batch release
Produk Ramah Lingkungan Environmentally Friendly Products	Unit produk Product unit	COVID-19 InduVac, penggantian Invivo tes menjadi *in vitro test (3R principal)* COVID-19 InduVac, replacement of Invivo test to in vitro test (3R principal)	1. Penggantian Kemasan Produk nOPV2 20 dosis menjadi 50 dosis. Penghematan energi = 45,2 GJ/bulan. 2. Peralihan media pertumbuhan virus dari Primary Cell ke Vero Cell Mengeliminasi timbulan limbah B3 cadaver. 1. Change of Product Packaging nOPV2 20 doses to 50 doses. Energy savings = 45.2 GJ/month. 2. Switching virus growth media from Primary Cell to Vero Cell Eliminates cadaver hazardous waste generation.	Peralihan media pertumbuhan virus dari Primary Cell ke Vero Cell Mengeliminasi timbulan limbah B3 cadaver Switching virus growth media from Primary Cell to Vero Cell Eliminating cadaver hazardous waste generation
Kinerja Lingkungan | Environmental Performance [OJK B.2]				
Energi | Energy				
Konsumsi Energi | Energy Consumption				
Bahan bakar minyak (solar) Fuel oil (diesel)	Liter | Litre	6.141.138	5.836.832	6.137.006
	Gigajoule	220.896,73	210.126	220.747
Listrik Electricity	kWh	52.124.602	49.985.824	49.697.401
	Gigajoule	187.641	179.948	178.910
Intensitas Energi | Energy Intensity				
Produksi Production	Gigajoule	176.382	172.650	170.432
Penunjang Support	Gigajoule	11.258	7.299	8.814
Total konsumsi energi Total energy consumption	Gigajoule	187.641	179.949*	179.246*
Emisi gas rumah kaca | Greenhouse gas emissions				
Penambahan (Pengurangan) emisi Cakupan 1 dan 2 Addition (Subtraction) of Scope 1 and 2 emissions	$TonCO_2eq$	1.293,98	11.786,81	60.358,2
Intensitas Emisi GRK Cakupan 1 | Scope 1 GHG Emission Intensity				
CO_2	Ton/batch	31,16	30,89	12,01
CH_4	Ton/batch	0,00125	0,00125	0,0005
N_2O	Ton/batch	0,00025	0,00025	0,0001

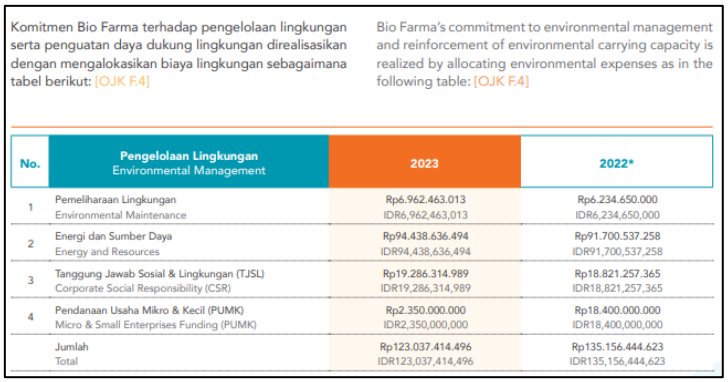
Gambar 5. 18 Bukti Pendukung Keseluruhan 1 (Ikhtisar Kinerja Berkelanjutan)



Deskripsi Description	Satuan Unit	2023	2022	2021
Limbah | Waste				
Volume Limbah B3 dan Limbah Non-B3 | Volume of B3 Waste and Non-B3 Waste				
Volume limbah B3 Volume of B3 waste	Ton	310,84	270,87	211,845
Volume limbah non-B3 Volume of non-B3 waste	Ton	256,16	358,74	78,878
Penambahan (pengurangan) volume limbah B3 dan non-B3 Increase (decrease) of B3 and non-B3 waste volume	Ton	62,61	338,887	37,908
Penambahan (pengurangan) pembuangan air limbah Addition (subtraction) of wastewater discharge	M^3	12.552	2.303*	(956)*
Air | Water				
Volume pengambilan air Water intake volume	M^3	263.072	278.349*	250.451*
Volume pembuangan air Water discharge volume	M^3	38.663	26.111*	23.808*
Volume konsumsi air Water consumption volume	M^3	224.409	252.238*	226.643*
Pelestarian keanekaragaman hayati | Biodiversity conservation				
Jumlah pohon ditanam Number of trees planted	Batang Trunk	58.481	38.868	19.595
Jumlah konservasi fauna Total fauna conservation	Ekor Tail	17	55	25
Kinerja Sosial | Social Performance [OJK B.3]				
Jumlah total pegawai Total number of employees	Orang Person	1.814	1.782	1.708
Jumlah pegawai wanita Number of female employees	Orang Person	565	542	485
Jumlah pegawai pria Number of male employees	Orang Person	1.249	1.240	1.223
Jumlah kecelakaan kerja Number of work accidents	Kasus fatalitas Fatality cases	Nihil	Nihil	Nihil
Jumlah pengaduan konsumen Number of consumer complaints	Kasus Case	49	40	120
Pengaduan diselesaikan Complaint resolved	Persen Percent	95,92	100	100
Penyaluran Pinjaman Modal Capital Loan Disbursement	Juta Rupiah Million Rupiah	2.350	18.400	15.820
Dana TJSL CSR Fund	Juta Rupiah Million Rupiah	19.29	18.821	15.679
Tingkat Kolektibilitas Collectability Level	Persen Percent	86,39	84,61	82,83
Efektivitas Penyaluran Distribution Effectiveness	Persen Percent	93,71	98,56	95,85

* Disajikan kembali
*) Total keseluruhan jenis vaksin dan yang direlease oleh Divisi Penjamin Mutu & Regulasi (produk akhir, bulk dan produk import)
* Restated
*) Total of all vaccine types and released by Quality Assurance & Regulatory Division (final product, bulk and imported product)

Gambar 5. 19 Bukti Pendukung Keseluruhan 2 (Ikhtisar Kinerja Berkelanjutan)



Komitmen Bio Farma terhadap pengelolaan lingkungan serta penguatan daya dukung lingkungan direalisasikan dengan mengalokasikan biaya lingkungan sebagaimana tabel berikut: [OJK F.4]

Bio Farma's commitment to environmental management and reinforcement of environmental carrying capacity is realized by allocating environmental expenses as in the following table: [OJK F.4]

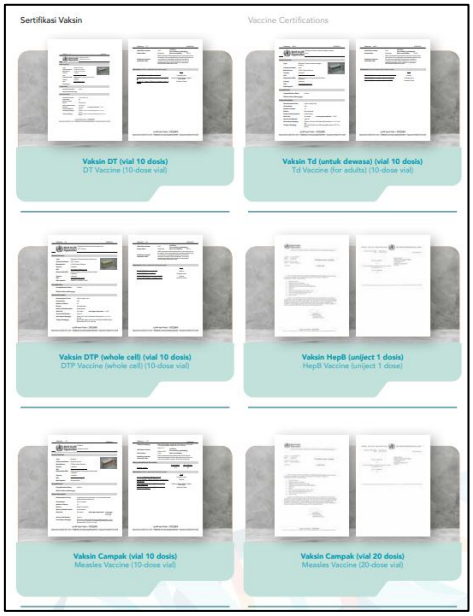
No.	Pengelolaan Lingkungan Environmental Management	2023	2022*
1	Pemeliharaan Lingkungan Environmental Maintenance	Rp6.962.463.013 IDR6,962,463,013	Rp6.234.650.000 IDR6,234,650,000
2	Energi dan Sumber Daya Energy and Resources	Rp94.438.636.494 IDR94,438,636,494	Rp91.700.537.258 IDR91,700,537,258
3	Tanggung Jawab Sosial & Lingkungan (TJSL) Corporate Social Responsibility (CSR)	Rp19.286.314.989 IDR19,286,314,989	Rp18.821.257.365 IDR18,821,257,365
4	Pendanaan Usaha Mikro & Kecil (PUMK) Micro & Small Enterprises Funding (PUMK)	Rp2.350.000.000 IDR2,350,000,000	Rp18.400.000.000 IDR18,400,000,000
	Jumlah Total	Rp123.037.414.496 IDR123,037,414,496	Rp135.156.444.623 IDR135,156,444,623

Gambar 5. 20 Bukti Pendukung Keseluruhan 3 (Rincian Alokasi Biaya Pengelolaan Lingkungan)

Berdasarkan kesuluruhan bukti pendukung, ada beberapa indikator proses produksi yang memang menunjukkan penurunan angka. Pada aspek energi, meskipun konsumsi total energi meningkat setiap tahun, intensitas energi per batch produksi justru menurun signifikan pada tahun 2023 dibandingkan 2022, yaitu dari 324,5 GJ/batch menjadi 203,6 GJ/batch. Hal ini menandakan adanya perbaikan efisiensi energi di lini produksi. Dari sisi emisi, total emisi CO_2 turun dari 16.435 ton pada tahun 2022 menjadi 16.143 ton pada tahun 2023, yang

mengindikasikan adanya penurunan beban karbon secara absolut. Sementara itu, pada aspek limbah, volume limbah non-B3 berkurang dari 358,74 ton pada tahun 2022 menjadi 256,16 ton pada tahun 2023, meskipun jumlahnya masih lebih tinggi dibandingkan 2021. Tren penurunan ini menunjukkan adanya upaya pengendalian emisi, peningkatan efisiensi energi, dan pengelolaan limbah non-B3 yang lebih baik di tahun terakhir. Dan dapat dikatakan bahwa PT Bio Farma menunjukkan komitmen nyata terhadap keberlanjutan dengan mengintegrasikan prinsip pengelolaan lingkungan dalam seluruh proses operasionalnya serta pengimplementasian *Green Production* yang sangat baik. Upaya-upaya tersebut tidak hanya menjadi bukti dari tanggung jawab lingkungan yang dijalankan secara sistematis, tetapi juga memperkuat posisi PT Bio Farma sebagai perusahaan yang mengedepankan keberlanjutan secara terukur dan berkelanjutan.

Lebih lanjut, adanya beberapa bukti pendukung yang dapat memperkuat pernyataan bahwa PT Bio Farma mengedepankan keberlanjutan, seperti beberapa sertifikasi ISO atau sertifikasi dari setiap produk yang dimiliki, dan beberapa penghargaan bergengsi seperti penghargaan emas dalam ajang PROPER (*Public Disclosure Program for Environmental Compliance*/Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup) sebagai sarana untuk mengukur seberapa *comply* kepatuhan PT Bio Farma terkait lingkungan.



Gambar 5. 21 Bukti Pendukung Keseluruhan 4 (Sertifikasi Vaksin)

Sertifikasi Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN)
Certification of Domestic Component Level (TKDN)

Nama Produk Product Name	Nilai TKDN TKDN Value	No. Sertifikat Certificate Number
VARSCREEN RxReady mBioCov-19+	45,00	685/SJ-IND.8/TKDN/3/2022
BioSaliva	53,63	684/SJ-IND.8/TKDN/3/2022
RECOMBINAT COVID-19 VACCINE	89,84	6757/SJ-IND.8/TKDN/11/2022
INDOVAC	89,84	6757/SJ-IND.8/TKDN/11/2022
Enoxaparin	48,80	6968/SJ-IND.8/TKDN/11/2022
Enoxaparin	48,80	6968/SJ-IND.8/TKDN/11/2022
CerviScan HPV-hr qPCR Diagnostic Kit	40,69	2850/SJ-IND.8/TKDN/3/2023
DIAGNOBIO HPV-hr qPCR Diagnostic Kit	40,69	2850/SJ-IND.8/TKDN/3/2023
BioColoMelt-Dx Colorectal Cancer Diagnostic Kit	40,10	2874/SJ-IND.8/TKDN/3/2023
mBioCov-19 RT-PCR Kit	42,00	5977/SJ-IND.8/TKDN/7/2023
Vaccarbio	40,52	6168/SJ-IND.8/TKDN/7/2023
BIOSAVE	83,40	8053/SJ-IND.8/TKDN/9/2023
BIOSAT 1,5	84,50	8053/SJ-IND.8/TKDN/9/2023
VAKSIN TT	77,63	8052/SJ-IND.8/TKDN/9/2023
PENTABIO	87,65	8053/SJ-IND.8/TKDN/9/2023
PENTABIO	87,65	8053/SJ-IND.8/TKDN/9/2023
VAKSIN HEPATITIS B REKOMBINAN	42,50	8052/SJ-IND.8/TKDN/9/2023
VAKSIN JERAP DT (ADSORBED DT VACCINE)	77,63	8052/SJ-IND.8/TKDN/9/2023
VAKSIN JERAP Td (ADSORBED Td VACCINE)	75,90	8052/SJ-IND.8/TKDN/9/2023

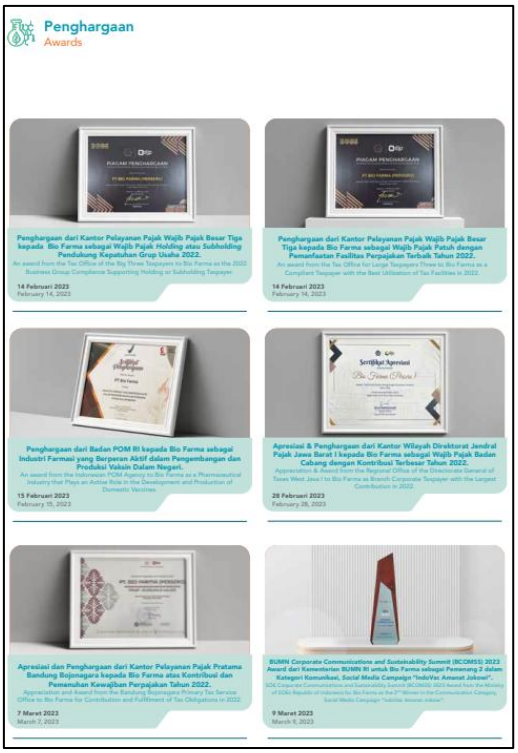
Gambar V.22 Sertifikasi Vaksin

The International Organization for Standardization (ISO)
The International Organization for Standardization (ISO)

1. Sertifikasi SNI ISO/IEC 17025:2017 (ISO/IEC 17025:2017) - Laboratorium Mikrobiologi Bio Farma, nomor akreditasi LP-1878-IDN, untuk Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi dengan Lingkup Pengujian Isolat Bakteri pada tanggal 22 November 2023 dari Komite Akreditasi Nasional.
2. Sertifikasi ISO 9001:2015 – Bio Farma tetap tersertifikasi ISO 9001:2015 mengenai Standar Sistem Manajemen Mutu (QMS – *Quality Management System*) dari lembaga sertifikasi Lloyd's *Register Quality Assurance* (LRQA) *Limited*, UK untuk periode Juni 2022 – Juni 2025.
3. Sertifikasi ISO 14001:2015 – Bio Farma tetap tersertifikasi ISO 14001:2015 mengenai Standar Sistem Manajemen Lingkungan (EMS – *Environment Management System*) dari lembaga sertifikasi Lloyd's *Register Quality Assurance (LRQA) Limited*, UK untuk periode Desember 2021 - Juli 2024.
4. Sertifikasi ISO 45001:2018 - Bio Farma tetap tersertifikasi ISO 45001:2018 mengenai Standar Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja dari lembaga sertifikasi Lloyd's *Register Quality Assurance (LRQA) Limited*, UK untuk periode November 2021 – Juli 2024.
5. Sertifikasi ISO 13485:2016 - Bio Farma memperoleh sertifikasi ISO 13485:2016 mengenai Standar Sistem Manajemen Mutu (QMS – *Quality Management System*) untuk *Medical Devices* dari lembaga sertifikasi TNV Certification Pvt. Ltd. untuk periode November 2022 - Oktober 2025.
6. Sertifikasi ISO 37001:2016 - Bio Farma tetap tersertifikasi ISO 37001:2016 mengenai Standar Sistem Manajemen Anti Penyuapan (*Anti-Bribery Management System*) dari lembaga sertifikasi CBQA Global untuk periode Agustus 2023 - Agustus 2026.

1. SNI ISO/IEC 17025 Certification: 2017 (ISO/IEC 17025:2017) - Bio Farma Microbiology Laboratory, accreditation number LP-1878-IDN, for the Competence of Testing Laboratory and Calibration Laboratory with the Scope of Testing Bacterial Isolates on November 22, 2023 from the National Accreditation Committee.
2. ISO 9001 Certification: 2015 - Bio Farma remains certified to ISO 9001:2015 regarding Quality Management System (QMS) Standard from certification body Lloyd's Register Quality Assurance (LRQA) Limited, UK for the period June 2022 - June 2025.
3. ISO 14001 Certification: 2015 - Bio Farma remains certified to ISO 14001:2015 Environmental Management System (EMS) standard from certification body Lloyd's Register Quality Assurance (LRQA) Limited, UK for the period December 2021 - July 2024.
4. ISO 45001 Certification: 2018 - Bio Farma remains certified to ISO 45001:2018 regarding Occupational Health and Safety Management System Standard from certification body Lloyd's Register Quality Assurance (LRQA) Limited, UK for the period November 2021 - July 2024.
5. ISO 13485 Certification: 2016 - Bio Farma obtained ISO 13485 certification: 2016 regarding Quality Management System (QMS) Standard for Medical Devices from certification body TNV Certification Pvt. Ltd. for the period November 2022 - October 2025.
6. ISO 37001 Certification: 2016 - Bio Farma remains certified to ISO 37001:2016 regarding Anti-Bribery Management System Standard from certification body CBQA Global for the period August 2023 - August 2026.

Gambar 5. 23 Sertifikasi ISO



Gambar 5. 24 Berbagai Penghargaan



Gambar 5. 25 Penghargaan Kategori Emas PROPER

Berdasarkan bukti-bukti diatas merupakan bentuk nilai tambah bagi perusahaan untuk dapat memberikan pernyataan yang kuat bahwa penerapan praktik keberlanjutan ataupun *Green Production* telah diimplementasikan secara baik dalam pengelolaannya. Walaupun pada pelaporan masi memiliki kekurangan dalam pengungkapan yang dapat memberikan sedikit kesan buruk terkait penerapan *Green Production* pada PT Bio Farma.

5.3 GAP Analysis

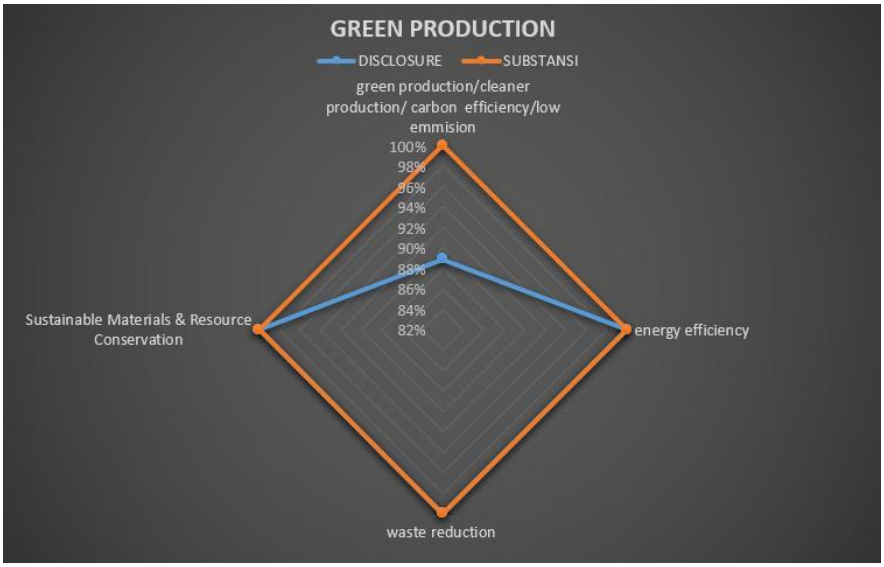
Gap analysis merupakan suatu metode sistematis yang memberikan kerangka kerja terstruktur bagi organisasi untuk membandingkan kondisi saat ini dengan kondisi masa depan yang diinginkan. Model ini memungkinkan manajemen untuk menyusun target yang realistis, menyelaraskan aktivitas dengan tujuan strategis, serta mengalokasikan sumber daya secara efektif demi mencapai keunggulan kompetitif dan pertumbuhan yang berkelanjutan (Gupta, 2020).

Dalam penelitian ini, dilakukan *gap analysis* untuk mengidentifikasi perbedaan antara tingkat pengungkapan informasi (*disclosure*) dan pelaksanaan nyata (*substansi*) dari praktik keberlanjutan yang diterapkan oleh perusahaan. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengevaluasi sejauh mana informasi yang disampaikan dalam laporan keberlanjutan benar-benar mencerminkan implementasi yang terjadi di lapangan. Analisis difokuskan pada empat praktik utama dalam *Green Production*, yaitu *Green Production/Cleaner Production/ Carbon Efficiency/Low Emmision, Energy Efficiency, Waste Reduction, Sustainable Materials & Resource Conservation*.. Berdasarkan hasil penilaian (*scoring*) sebelumnya, selisih antara pengungkapan dan implementasi disajikan dalam bentuk tabel persentase total *scoring*. Pada table 5. 1 merupakan penyajian yang bertujuan untuk memberikan gambaran yang lebih terukur dan komprehensif mengenai kesenjangan antara pelaporan dan realisasi praktik keberlanjutan oleh perusahaan.

Tabel 5. 2 Penjumlahan Hasil Scoring

No	Practices	*Scoring Disclosure*	*Scoring* Substansi
1	CP	89%	100%
2	EE	100%	100%
3	WR	100%	100%
4	SMRC	100%	100%

Untuk mempermudah visualisasi perbedaan antara tingkat pengungkapan *(disclosure)* dan pelaksanaan substansi pada setiap praktik keberlanjutan, berikut disajikan diagram radar pada gambar 5. 21 yang menunjukkan hasil dari analisis gap tersebut.



Gambar 5. 26 Diagram Radar *Green Production*

Berdasarkan diagram radar pada gambar 5. 21 tersebut dapat dilihat bahwa tiga dari empat indikator, yakni *Energy Efficiency*, *Waste Reduction*, dan *Sustainable Materials & Resource Conservation* menunjukkan tingkat keselarasan sempurna dengan penilaian 100% pada aspek *disclosure* maupun substansi. Artinya, perusahaan tidak hanya menjalankan praktik keberlanjutan tersebut secara nyata, tetapi juga mengomunikasikannya secara transparan dan lengkap melalui laporan keberlanjutannya. Hal ini tercermin dari keberadaan data kuantitatif dalam laporan seperti konsumsi energi tahunan, efisiensi air, jumlah limbah B3 dan non-B3, serta penggunaan bahan ramah lingkungan yang telah dilaporkan dengan baik dan utuh.

Namun, satu indikator yakni *Green Production/Cleaner Production/Carbon Efficiency/Low Emission* menunjukkan adanya gap sebesar 11%, dengan penilaian *disclosure* sejumlah 89% dibandingkan penilaian substansi yang telah mencapai 100%. Gap ini menandakan bahwa perusahaan sebenarnya telah menjalankan praktik *Green Production* dan efisiensi karbon secara optimal, seperti terlihat pada inisiatif desain multidosis (Pentabio) yang berdampak pada pengurangan energi, air, dan limbah. Akan tetapi, pengungkapan praktik tersebut dalam laporan keberlanjutan masih bersifat naratif dan belum dilengkapi data kuantitatif spesifik per produk, sehingga belum memenuhi ekspektasi pengungkapan yang ideal.

Temuan ini menjadi catatan penting bahwa masih terdapat ruang perbaikan dalam aspek keterbukaan informasi, khususnya dalam menyampaikan hasil dari inovasi-inovasi ramah lingkungan dalam bentuk metrik dan baseline yang terukur. Perusahaan disarankan untuk melengkapi laporan keberlanjutannya dengan indikator kuantitatif dampak lingkungan per produk, agar selaras dengan praktik *eco-design* dan pendekatan berbasis data yang terukur dan

dapat diverifikasi, bukan hanya narasi atau pernyataan umum. Dengan demikian, hasil radar *chart* gap ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai sejauh mana PT Bio Farma telah menyelaraskan implementasi nyata dengan pelaporan keberlanjutan, sekaligus mengidentifikasi area prioritas untuk peningkatan transparansi di masa depan.

5.4 Hasil Validasi Expert atau Ahli

Setelah dilakukan penilaian terhadap indikator keberlanjutan *Green Production* oleh peneliti, tahap selanjutnya adalah menganalisis hasil validasi dari para Ahli atau *Expert*. Langkah ini bertujuan untuk memastikan bahwa penilaian terhadap indikator keberlanjutan *Green Production* yang dilakukan oleh peneliti telah sejalan dengan persepsi dan pemahaman para Ahli atau *Expert* di bidangnya dan telah sesuai dengan pemahaman praktis dan teoritis yang berlaku di lapangan. Hasil validasi oleh para Ahli atau *Expert* di bidang *Green Production* disajikan dalam table 5. 2 berikut.

Tabel 5.3 Hasil Validasi dari Expert atau Ahli

Aspek Validasi	**Skor Rata-rata**	**Skor Tertinggi**	**Skor Terendah**	**Modus**
Green Production (Scoring Disclosure)	4,67	5	4	5
Green Production (Scoring Substansi / Implementasi*)*	4,33	5	4	4
Green Production (Improvement Disclosure)	4,33	5	4	4
Green Production (Improvement Substansi / Implementasi)	4,33	5	4	4

Berdasarkan hasil validasi skor indikator keberlanjutan *Green Production* yang diperoleh dari lima responden praktisi sebagai Ahli atau *Expert*, serta rangkuman statistik deskriptifnya, secara keseluruhan mencerminkan tingkat kesepakatan yang tinggi terhadap praktik

keberlanjutan yang dievaluasi. Nilai rata-rata untuk keempat aspek validasi yakni *Green Production (Scoring Disclosure)*, *Green Production (Scoring Substansi / Implementasi)*, *Green Production (Improvement Disclosure)*, dan *Green Production (Improvement Substansi / Implementasi)* berada pada kisaran 4,33 hingga 4,67. Rentang skor ini mengindikasikan bahwa pandangan para ahli secara umum berada pada kategori "setuju" dan cenderung mendekati kategori "sangat setuju".

Green Production (Scoring Disclosure) merupakan aspek yang menilai keterbukaan dan kelengkapan informasi yang diungkapkan perusahaan mengenai praktik *Green Production*, terutama yang sesuai dengan standar pelaporan keberlanjutan seperti GRI. Berdasarkan hasil validasi, aspek ini memperoleh skor rata-rata sebesar 4,67 dengan skor tertinggi 5, skor terendah 4, dan modus 5. Nilai ini menunjukkan bahwa mayoritas ahli sangat setuju bahwa indikator ini mampu menangkap elemen penting dari keterbukaan informasi. Skor tinggi dan konsisten ini mencerminkan bahwa instrumen penilaian pada aspek pengungkapan dinilai sangat representatif dan relevan terhadap praktik pelaporan keberlanjutan yang dijalankan perusahaan.

Green Production (*Scoring* Substansi / Implementasi) merupakan aspek yang mengevaluasi sejauh mana substansi dari praktik *Green Production* benar-benar diimplementasikan dalam kegiatan operasional perusahaan. Hasil validasi menunjukkan skor rata-rata sebesar 4,33 dengan skor tertinggi 5, skor terendah 4, dan modus 4. Hal ini menandakan bahwa para ahli sepakat bahwa indikator yang disusun telah mencerminkan praktik nyata keberlanjutan, meskipun masih ada ruang untuk penyempurnaan. Dengan persepsi umum berada pada kategori "setuju", dapat disimpulkan bahwa instrumen ini cukup baik dalam menangkap substansi implementasi *Green Production* di lapangan.

Green Production (Improvement Disclosure) menilai sejauh mana perusahaan mengungkapkan perbaikan atau pengembangan praktik *Green Production* dari waktu ke waktu dalam dokumen publik. Aspek ini juga memperoleh skor rata-rata sebesar 4,33 dengan skor tertinggi 5, skor terendah 4, dan modus 4. Nilai ini menunjukkan bahwa ahli menilai pengungkapan terkait perbaikan keberlanjutan masih cukup baik, meskipun tidak semua perusahaan menunjukkan keterbukaan maksimal dalam aspek perbaikan. Artinya, indikator pada aspek ini sudah dianggap cukup relevan untuk menilai konsistensi pengungkapan perbaikan keberlanjutan oleh perusahaan.

Green Production (*Improvement* Substansi / Implementasi) adalah aspek yang mengevaluasi sejauh mana perusahaan menunjukkan kemajuan konkret dalam implementasi *Green*

Production dari sisi teknis dan operasional. Validasi terhadap aspek ini menghasilkan skor rata-rata 4,33 dengan skor tertinggi 5, skor terendah 4, dan modus 4. Ini menunjukkan bahwa para ahli menilai indikator pada aspek ini telah cukup menggambarkan upaya peningkatan yang dilakukan perusahaan dalam praktik *Green Production*. Namun, seperti halnya pada aspek substansi lainnya, terdapat kecenderungan bahwa beberapa perusahaan belum mencapai konsistensi maksimal dalam meningkatkan praktik keberlanjutan secara substansial.

Secara umum, hasil validasi dari para ahli dan praktisi yang tercermin melalui data statistik deskriptif yang kuat dan bernuansa positif, serta berbagai masukan konstruktif dari praktisi, telah memperkuat kerangka interpretasi hasil penelitian. Kontribusi eksternal ini tidak hanya menegaskan pentingnya ketepatan dan objektivitas dalam riset keberlanjutan, tetapi juga memberikan arahan praktis untuk menyempurnakan pendekatan metodologis di masa depan, khususnya terkait verifikasi di lapangan dan pengelolaan potensi bias subjektif. Maka melalui hasil validasi ini, dapat disimpulkan pula bahwa rekomendasi dalam penelitian memiliki relevansi yang tinggi dan layak untuk diterapkan. Selain itu, rekomendasi tersebut berpotensi menjadi pedoman praktis bagi perusahaan dalam meningkatkan pelaporan *Green Production* secara lebih sistematis, terukur, dan sesuai dengan standar GRI.

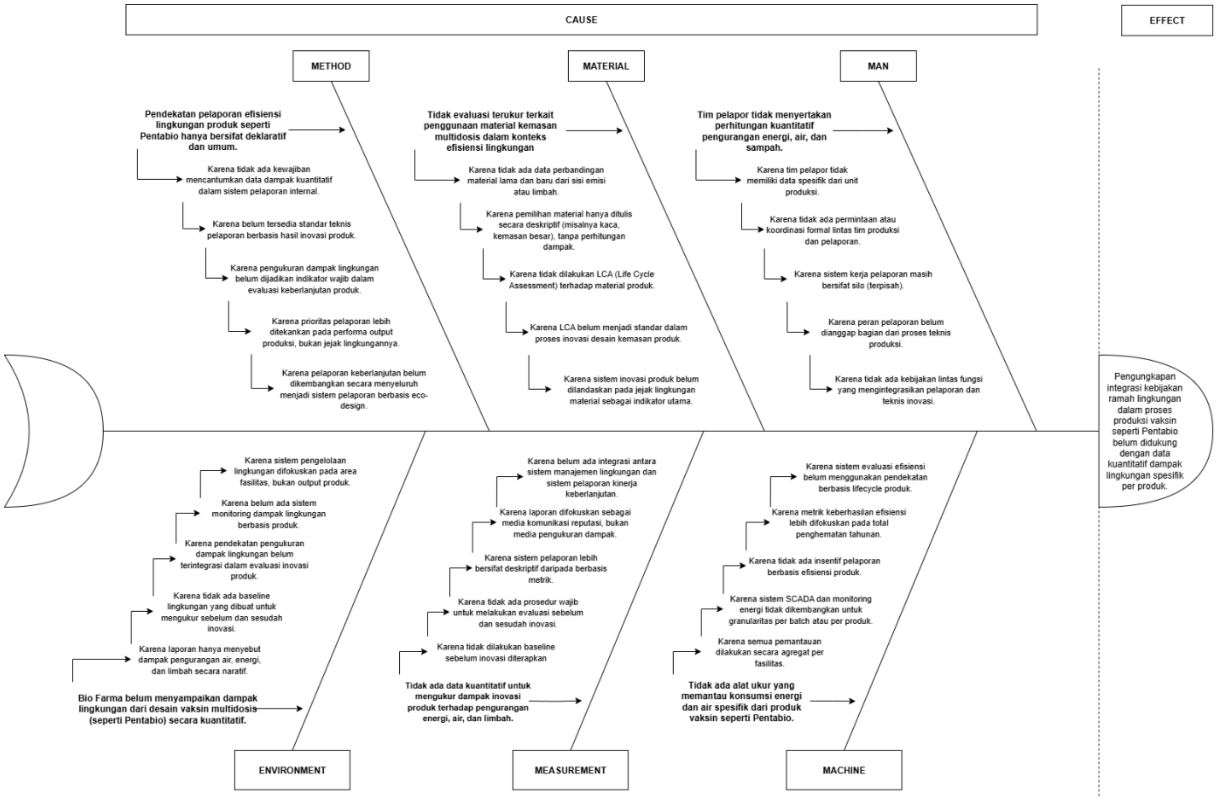
5.5 Improvement

Berdasarkan hasil *scoring* terhadap pengungkapan laporan keberlanjutan PT Bio Farma serta analisis kesenjangan sebelumnya, ditemukan bahwa masih terdapat sejumlah area yang memerlukan perbaikan dalam hal pengungkapan praktik *Green Production* sesuai dengan *Best Practices* SCOR 14. Salah satu indikator menunjukkan skor yang belum optimal, yang disebabkan oleh keterbatasan dalam penyajian data kuantitatif yang relevan. Maka dari itu, *Fishbone Diagram* di bawah ini digunakan untuk mengidentifikasi berbagai faktor yang mempengaruhi kurang maksimalnya pelaporan keberlanjutan dalam implementasi praktik *Green Production*.

5.5.1 *Fishbone Diagram*

Fishbone Diagram atau *Ishikawa diagram* merupakan alat analisis visual yang efektif untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah secara sistematis dengan menggabungkan teknik *brainstorming* dan metode 5 WHY. Dalam penggunaannya, *Fishbone Diagram* membantu untuk mengeksplorasi semua kemungkinan penyebab dari suatu masalah utama dengan mengelompokkannya ke dalam kategori seperti *Man, Machine, Method, Material, Measurement & Environment.* Pendekatan ini telah terbukti meningkatkan efektivitas analisis

sebab-akibat karena memaksa tim untuk berpikir kritis dan terstruktur dalam menyelesaikan masalah yang kompleks (Holifahtus Sakdiyah et al., 2022). Pada gambar 5.22 merupakan visual dari *Fishbone Diagram.*



Gambar 5. 27 *Fishbone Diagram*

Untuk mengidentifikasi akar penyebab dari belum optimalnya penerapan *Green Production* pada indikator *Green Production/Cleaner Production/Carbon Efficiency/Low Emission* yang memiliki masalah utama yaitu "Informasi integrasi kebijakan ramah lingkungan dalam proses produksi masih bersifat deklaratif dan tidak didukung dengan data kuantitatif terkait dampak pengurangan energi, air, dan sampah per produk", maka dari itu telah dilakukan analisis menggunakan *Fishbone Diagram*. Analisis ini bertujuan untuk menggambarkan secara sistematis faktor-faktor akar penyebab masalah berdasarkan enam kategori utama, yaitu *Man, Machine, Material, Measurement, Method, & Environment*. Masing-masing kategori dianalisis berdasarkan pendekatan *5 Why's* untuk mengungkap akar masalah yang paling mendasar. Berikut adalah penjabaran dari masing-masing kategori tersebut:

1) *Man*

Pada aspek *man*, penelitian yang dilakukan oleh Cheng et al., (2023) menekankan bahwa keberhasilan *green process innovation* (GPI) dan *green productivity* (GP) sangat

dipengaruhi oleh tingkat *environmental awareness* yang dimiliki individu maupun organisasi. Studi ini secara empiris membuktikan bahwa kesadaran lingkungan memiliki peran signifikan dalam memperkuat hubungan antara GPI, GP, dan keberlanjutan. Dalam konteks ini, permasalahan utama yang dihadapi adalah bahwa tim pelapor tidak menyertakan perhitungan kuantitatif pengurangan energi, air, dan sampah per produk. Hal ini disebabkan karena tim pelapor tidak memiliki data spesifik dari unit produksi yang dibutuhkan untuk menyusun laporan berbasis kuantitatif. Ketiadaan data ini terjadi karena tidak adanya permintaan atau koordinasi formal antara tim produksi dan tim pelaporan, yang seharusnya menjadi jembatan dalam pertukaran informasi teknis. Kurangnya koordinasi ini menunjukkan bahwa sistem kerja pelaporan masih bersifat silo, di mana masing-masing tim bekerja secara terpisah tanpa integrasi lintas fungsi. Situasi ini dapat dikatakan bahwa peran pelaporan belum dianggap sebagai bagian dari proses teknis produksi, sehingga proses pelaporan tidak diikutsertakan dalam perencanaan maupun pelaksanaan kegiatan produksi. Lebih lanjut, akar penyebab yang paling mendalam adalah tidak terdapatnya kebijakan lintas fungsi yang mengintegrasikan pelaporan dan inovasi teknis, sehingga pelaporan kuantitatif dampak lingkungan tidak menjadi bagian dari sistem kerja yang terstruktur dan kolaboratif. Oleh karena itu, pelibatan lintas fungsi dan pelatihan spesifik dampak produksi menjadi sangat krusial sebagai fondasi bagi koordinasi lintas fungsi yang lebih efektif, serta sebagai dasar untuk membentuk sistem pelaporan yang berbasis data dan kolaboratif (Cheng et al., 2023).

2) *Machine*

Penelitian yang dilakukan oleh Lee & Kim, (2020) menunjukkan bahwa keberhasilan dalam mengukur keberlanjutan sangat ditentukan oleh keberadaan sistem pengukuran yang kuantitatif dan terotomatisasi. Permasalahan pada kategori *machine* adalah bahwa tidak ada alat ukur yang memantau konsumsi energi dan air spesifik dari produk vaksin seperti Pentabio. Hal ini disebabkan karena semua pemantauan dilakukan secara agregat per fasilitas, sehingga tidak ada pemisahan data konsumsi energi atau air berdasarkan produk. Ketiadaan pemisahan data ini terjadi karena sistem SCADA dan monitoring energi tidak dikembangkan untuk granularitas per batch atau per produk, sehingga data yang tersedia tidak cukup mendetail untuk mengukur efisiensi pada level produk. Selain itu, tidak ada insentif pelaporan berbasis efisiensi produk, yang menyebabkan evaluasi performa energi dan air tidak dilakukan secara rutin berdasarkan hasil produksi tertentu. Di sisi lain, metrik

keberhasilan efisiensi lebih difokuskan pada total penghematan tahunan, bukan pada kontribusi masing-masing produk, sehingga informasi pelaporan tidak bisa digunakan untuk mengukur efisiensi dari produk tertentu. Penyebab utama dari semua permasalahan ini adalah bahwa sistem evaluasi efisiensi belum menggunakan pendekatan berbasis *lifecycle* produk, sehingga konsumsi energi dan air tidak dikaitkan dengan siklus hidup atau jejak lingkungan per unit produk. Oleh karena itu dalam konteks *Green Production*, penerapan peralatan produksi dengan sistem pengukuran dampak terintegrasi bukan hanya mendukung transparansi data, tetapi juga memperkuat kemampuan perusahaan dalam mengambil keputusan berbasis bukti kuantitatif (Lee & Kim, 2020).

3) *Material*

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Simboli et al., (2024), permasalahan pada aspek *material* sering kali berkaitan dengan evaluasi yang tidak efektif dan tidak terukur terkait penggunaan bahan baku atau material. Dalam konteks ini, permasalahan utama dalam kategori *material* adalah bahwa tidak ada evaluasi terukur terkait penggunaan material kemasan multidosis dalam konteks efisiensi lingkungan. Hal ini disebabkan karena tidak ada data perbandingan material lama dan baru dari sisi emisi atau limbah, sehingga belum ada dasar analisis untuk menilai peningkatan atau penurunan dampak lingkungan. Kondisi ini terjadi karena pemilihan material hanya ditulis secara deskriptif (misalnya kaca, kemasan besar), tanpa perhitungan dampak, sehingga informasi yang diberikan bersifat umum dan tidak berbasis data lingkungan. Lebih jauh, hal ini terjadi karena tidak dilakukan LCA *(Life Cycle Assessment)* terhadap material produk, yaitu metode evaluasi siklus hidup yang biasa digunakan untuk menilai dampak lingkungan dari suatu material. Padahal, LCA belum menjadi standar dalam proses inovasi desain kemasan produk, sehingga pemilihan material belum disertai evaluasi menyeluruh. Akar permasalahannya adalah bahwa sistem inovasi produk belum dilandaskan pada jejak lingkungan material sebagai indikator utama, sehingga keputusan inovasi belum mempertimbangkan dampak lingkungan dari sisi material secara terukur. Oleh karena itu, perusahaan perlu melakukan klasifikasi bahan baku dan data material berbasis dampak per produk, karena setiap usulan perubahan kemasan ataupun produk harus diuji dampaknya terhadap lingkungan melalui metode terukur, dan hasil tersebut harus menjadi pertimbangan utama dalam pengambilan keputusan (Simboli et al., 2024).

4) *Measurement*

Penelitian yang dilakukan oleh Pemi et al., (2023) memperkuat pentingnya pendekatan kuantitatif dan sistematis dalam pengukuran keberlanjutan, khususnya untuk menerapkan *Green Production* secara efektif. Permasalahan utama dalam kategori *measurement* adalah bahwa tidak ada data kuantitatif untuk mengukur dampak inovasi produk terhadap pengurangan energi, air, dan limbah. Permasalahan ini terjadi karena tidak dilakukan baseline sebelum inovasi diterapkan, sehingga tidak tersedia tolok ukur awal yang bisa digunakan untuk membandingkan dampak sebelum dan sesudah inovasi dilakukan. Ketiadaan baseline ini disebabkan karena tidak ada prosedur wajib untuk melakukan evaluasi sebelum dan sesudah inovasi, yang artinya perusahaan belum memiliki sistem yang mengatur evaluasi dampak secara menyeluruh. Hal ini diperparah oleh fakta bahwa sistem pelaporan lebih bersifat deskriptif daripada berbasis metrik, sehingga laporan yang disusun belum menyajikan data dalam bentuk angka yang bisa diukur dan dibandingkan. Akar penyebab dari pendekatan deskriptif ini adalah karena laporan difokuskan sebagai media komunikasi reputasi, bukan media pengukuran dampak. Pada tingkat paling mendasar, penyebab utamanya adalah belum ada integrasi antara sistem manajemen lingkungan dan sistem pelaporan kinerja keberlanjutan, sehingga pelaporan dampak inovasi produk tidak dapat dilakukan secara terstruktur dan berbasis data. Oleh karena itu, perusahaan perlu melakukan integrasi baseline lingkungan dan evaluasi kuantitatif dampak produksi per produk, perusahaan dapat membangun sistem pengukuran yang dapat mendeteksi perubahan performa lingkungan akibat inovasi secara langsung (Pemi et al., 2023)

5) *Method*

Penelitian yang dilakukan oleh Baehr et al., (2024) menunjukkan secara jelas bagaimana metode yang diterapkan perusahaan sering kali tidak efektif untuk mengevaluasi kinerja keberlanjutan secara menyeluruh. Permasalahan utama dalam kategori *method* adalah bahwa pendekatan pelaporan efisiensi lingkungan produk seperti Pentabio hanya bersifat deklaratif dan umum. Hal ini disebabkan karena tidak ada kewajiban mencantumkan data dampak kuantitatif dalam sistem pelaporan internal, sehingga pelaporan tidak didasarkan pada angka atau data terukur. Ketiadaan kewajiban ini terjadi karena belum tersedia standar teknis pelaporan berbasis hasil inovasi produk, sehingga perusahaan tidak memiliki pedoman pelaporan yang baku dan rinci. Selain itu, pengukuran dampak lingkungan belum dijadikan indikator wajib dalam evaluasi keberlanjutan produk, yang menyebabkan dampak lingkungan belum menjadi perhatian utama dalam proses evaluasi. Kondisi ini muncul

karena prioritas pelaporan lebih ditekankan pada performa output produksi, bukan jejak lingkungannya, artinya pelaporan difokuskan pada hasil produksi tanpa mempertimbangkan dampak lingkungan. Penyebab mendasarnya adalah bahwa pelaporan keberlanjutan belum dikembangkan secara menyeluruh menjadi sistem pelaporan berbasis *eco-design*, sehingga pelaporan belum mencakup prinsip desain berkelanjutan dan efisiensi lingkungan secara terstruktur. Oleh karena itu, diperlukan adanya metode yang relevan seperti penerapan *Green SOP* & *Life Cycle Asessment* (LCA) yang dapat digunakan sebagai alat untuk evaluasi teknis untuk membandingkan dampak lingkungan (Baehr et al., 2024).

6) *Environment*

Dengan mengacu pada penelitian yang dilakukan ole C. Li et al., (2023), permasalahan dalam aspek *Environment* sering kali mengacu pada tidak berkembangnya sistem pengelolaan berbasis data yang kredibel dan menyebabkan tidak mendukung keberlanjutan jangka panjang. Permasalahan utama dalam kategori *environment* adalah bahwa Bio Farma belum menyampaikan dampak lingkungan dari desain vaksin multidosis (seperti Pentabio) secara kuantitatif. Hal ini terjadi karena laporan hanya menyebut dampak pengurangan air, energi, dan limbah secara naratif, tanpa mencantumkan data angka atau perhitungan kuantitatif. Laporan yang bersifat naratif ini disebabkan karena tidak ada *baseline* lingkungan yang dibuat untuk mengukur sebelum dan sesudah inovasi, sehingga tidak ada pembanding yang dapat digunakan untuk menilai efektivitas dari inovasi multidosis tersebut. Baseline tidak tersedia karena pendekatan pengukuran dampak lingkungan belum terintegrasi dalam evaluasi inovasi produk, yang menyebabkan inovasi tidak dianalisis dari sisi dampak terhadap lingkungan. Selain itu, belum ada sistem monitoring dampak lingkungan berbasis produk, yang membuat pengukuran hanya dilakukan pada level fasilitas, bukan unit produk. Pada akar permasalahannya, sistem pengelolaan lingkungan difokuskan pada area fasilitas, bukan output produk, sehingga belum ada kebijakan yang mengarahkan pengelolaan lingkungan untuk mengevaluasi jejak lingkungan berdasarkan produk yang dihasilkan. Oleh karena itu, perusahaan perlu melakukan peningkatan infrastruktur lingkungan untuk validasi dampak nyata dengan mengembangkan sistem evaluasi dampak lingkungan berbasis produk yang menerapkan prinsip *Green Production* (C. Li et al., 2023).

Berdasarkan akar permasalahan yang telah diidentifikasi melalui analisis *Fishbone Diagram* pada gambar sebelumnya, maka diketahui solusi yang dapat diterapkan untuk melakukan

perbaikan. Solusi yang telah diketahui disajikan kembali dalam bentuk tabel untuk memberikan gambaran yang lebih ringkas dan terstruktur. Tabel 5. 3 berikut merangkum masing-masing aspek permasalahan beserta isu utama yang muncul berdasarkan kategori *Man, Machine, Material, Measurement, Method, & Environment*.

Tabel 5. 4 Solusi dari akar permasalahan *Fishbone Diagram*

Aspek	Solusi
Man	Pelibatan Lintas Fungsi dan Pelatihan Spesifik Dampak Produksi
Machine	Penerapan Peralatan Produksi dengan Sistem Pengukuran Dampak Terintegrasi
Material	Klasifikasi Bahan Baku dan Data Material Berbasis Dampak Per Produk
Measurement	Integrasi Baseline Lingkungan dan Evaluasi Kuantitatif Dampak Produksi per Produk
Method	Standarisasi *Green SOP & Life Cycle Assessment* (LCA) untuk Menjamin Implementasi dan Evaluasi Terukur
Environment	Peningkatan Infrastruktur Lingkungan untuk Validasi Dampak Nyata

5.5.2 *Improvement Berdasarkan Best Practices & Penelitian Terdahulu*

Berdasarkan hasil analisis dari penjumlahan *scoring, gap analysis, & Fishbone Diagram* yang telah dilakukan sebelumnya, dapat dikatakan bahwa diperlukan perbaikan pada pelaporan implementasi *Green Production* pada indikator *Green Production/Cleaner Production/Carbon Efficiency/Low Emission.* Hal ini dikarenakan pada indikator tersebut memiliki pengungkapan *disclosure* yang bernilai 2, meskipun pada pengungkapan substansinya bernilai 3. Dengan itu, menunjukan bahwa informasi yang diungkapkan masih bersifat deskriptif dan belum disertai dengan data kuantitatif yang relevan meskipun pada implementasinya telah berjalan dengan baik. Oleh karena itu perlunya perbaikan untuk meningkatkan transparansi dengan data kuantitatif sejalan dengan SCOR 14. Sebagaimana yang dikatakan oleh Kartika Dewi et al., (2024) bahwa dengan mengacu pada pendekatan SCOR 14, maka diperlukan upaya perbaikan yang difokuskan pada peningkatan kualitas pengungkapan melalui penyajian data kinerja secara kuantitatif, guna memastikan transparansi, akurasi, dan keberlanjutan evaluasi kinerja *supply chain* secara menyeluruh (Kartika Dewi et al., 2024). Berikut merupakan usulan perbaikan berdasarkan *Best Practice* SCOR 14 dan penelitian terdahulu agar menjadi lebih efektif yang akan dijelaskan secara rinci :

5.5.2.1 Pelibatan Lintas Fungsi dan Pelatihan Spesifik Dampak Produksi

Minimnya integrasi lintas fungsi menyebabkan kebijakan ramah lingkungan tidak diterjemahkan ke dalam praktik nyata. Oleh karena itu, perusahaan perlu membentuk tim lintas fungsi antara produksi, lingkungan, dan *sustainability* dengan mengadopsi *BP.113 Cross Functional Teams*. Solusi ini mendorong kolaboratif untuk menangani isu-isu terkait dampak linkungan dalam proses produksi dan memastikan bahwa berbagai perspektif, data, serta kebutuhan operasional dan strategis perusahaan terpenuhi dalam perencanaan keberlanjutan linkungan. Maka dari itu, dengan pendekatan ini pelibatan SDM akan menjadi penggerak utama agar integrasi kebijakan benar-benar masuk ke dalam proses produksi dan tercermin pada data yang dihasilkan. Namun, definisi dari BP.113 cenderung fokus pada struktur tugas tanpa menekankan aspek pelatihan dan pengembangan kapabilitas. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan seperti penguatan peran tim sebagai agen pembelajaran lingkungan agar lebih relevan dalam konteks *Green Production*.

Sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Ferrazzi et al., (2025), yaitu melakukan **integrasi *soft lean practices* yang menitikberatkan aspek manusia *(human-centered),*** untuk mendorong kinerja lingkungan terbukti mampu memperkuat peran tim lintas fungsi dalam mendorong kinerja lingkungan di sistem produksi skala besar. Pendekatan ini dapat diterapkan dengan menitikberatkan pada aspek manusia (*human-centered*) melalui komunikasi lintas tingkatan manajemen, pelatihan kesadaran lingkungan, dan kolaborasi aktif. Dengan penerapan tersebut, tim lintas fungsi tidak hanya hadir sebagai wadah koordinasi formal, tetapi juga menjadi agen pembelajaran yang membentuk budaya kolaboratif inklusif dan berorientasi lingkungan.

Namun, keterbatasan pendekatan ini adalah membutuhkan banyak waktu, sumber daya, serta perubahan budaya organisasi, dan hasilnya baru terlihat dalam jangka menengah hingga panjang, sehingga perusahaan mungkin tidak langsung melihat dampak kuantitatif yang signifikan dalam waktu singkat. Meskipun demikian, saran ini tetap relevan dengan solusi yang ada karena mampu menutupi kekurangan BP.113 yang hanya berfokus pada struktur tanpa penguatan kompetensi. Dengan membangun budaya kolaborasi dan meningkatkan kesadaran lingkungan melalui *soft Lean practices*, perusahaan dapat memastikan bahwa kebijakan ramah lingkungan tidak berhenti pada level formalitas prosedural, melainkan benar-benar masuk ke dalam praktik operasional sehari-hari. Hal ini menjadikan integrasi lintas fungsi lebih efektif dan berkelanjutan, serta memperkuat posisi SDM sebagai penggerak utama keberlanjutan.

5.5.2.2 Penerapan Peralatan Produksi dengan Sistem Pengukuran Dampak Terintegrasi

Kurangnya alat ukur menyebabkan pelaporan dampak per produk menjadi lemah. Perusahaan dapat menerapkan BP.319 untuk memperkuat infrastruktur sistem internal perusahaan dengan dukungan teknologi yang mampu mengintegrasikan data penggunaan energi, air, emisi, dan limbah secara otomatis dari peralatan produksi. Sehingga memungkinkan pengukuran dampak lingkungan dilakukan secara *real-time* dan menjadi bagian langsung dari proses operasional, bukan sekadar aktivitas pemantauan manual yang dilakukan secara terpisah. Namun definisi dari BP.319 cenderung lebih menyoroti penerapan sistem IT dalam konteks *supply chain* dan efisiensi bisnis secara umum, tanpa secara khusus menekankan pentingnya integrasi data lingkungan di tingkat mesin produksi. Sementara itu, BP.288 menawarkan kerangka penilaian dampak lingkungan melalui *Life Cycle Assessment* (LCA), yang menilai jejak lingkungan suatu produk dari ekstraksi bahan baku, manufaktur, distribusi, penggunaan, hingga daur ulang. Maka dari itu, diperlukan pendekatan yang relevan untuk memperkuat penerapan BP.319 dan BP.288 sehingga tidak hanya mendukung sistem IT umum, tetapi juga mencakup infrastruktur teknologi pengukuran dampak lingkungan terintegrasi dalam produksi, diperlukan solusi yang benar-benar relevan dan efektif.

Untuk menutupi kekurangan tersebut, penelitian yang telah dilakukan oleh Camarinha-Matos et al., (2024), yaitu melakukan pendekatan seperti **penerapan sistem berbasis kolaborasi digital dengan dukungan *Internet of Things* (IoT)** yang dapat diaplikasikan karena terbukti efektif dalam membangun infrastruktur monitoring lingkungan secara *real-time*. Dengan memasukkan sensor IoT ke dalam proses produksi, data lingkungan dapat dikumpulkan, dianalisis, dan dibagikan lintas fungsi secara otomatis melalui kerangka Industry 4.0/5.0. Manfaat utamanya adalah meningkatnya akurasi dan kecepatan deteksi dampak lingkungan, sehingga perusahaan mampu merespons lebih cepat terhadap potensi inefisiensi energi, kebocoran emisi, maupun limbah berlebih. Selain itu, integrasi data lingkungan ke dalam sistem digital seperti model *Supplier, Input, Process, Output, & Customer* (SIPOC) memungkinkan perusahaan tidak hanya memperkuat fungsi pelaporan, tetapi juga membangun ekosistem pengendalian yang berorientasi pada keberlanjutan.

Meski demikian, keterbatasan pendekatan ini meliputi kebutuhan investasi awal yang tinggi, tantangan keamanan data, keterbatasan konektivitas, dan kesiapan tenaga kerja dalam mengoperasikan teknologi. Walaupun terdapat tantangan tersebut, saran ini tetap relevan karena secara langsung menutupi kelemahan BP.319 dan BP.288 yang belum sepenuhnya terintegrasi

dengan infrastruktur teknologi pengukuran dampak lingkungan. Dengan mengintegrasikan sistem monitoring berbasis IoT, perusahaan dapat memastikan data lingkungan tidak hanya dikumpulkan secara manual atau parsial, tetapi benar-benar menjadi bagian dari sistem operasional yang berkelanjutan. Relevansi ini memperkuat peran teknologi sebagai alat pengendalian dampak lingkungan yang akurat, terukur, dan selaras dengan tujuan *Green Production* perusahaan.

5.5.2.3 Klasifikasi Bahan Baku dan Data Material Berbasis Dampak Per Produk

Informasi keberlanjutan material yang tidak terhubung ke dampak produk menyebabkan lemahnya pengungkapan kuantitatif. Untuk itu, BP.290 mendorong efisiensi material dengan mempertimbangkan dampak lingkungan dari setiap bahan baku. Artinya, pemilihan material tidak hanya didasarkan pada aspek teknis atau biaya, tetapi juga pada sejauh mana bahan tersebut berkontribusi dalam pengurangan emisi, konsumsi energi, dan limbah. Sementara itu, BP.288 memberikan kerangka evaluasi dampak lingkungan melalui pendekatan *Life Cycle Assessment* (LCA), yang memungkinkan perusahaan memahami jejak lingkungan suatu material sejak awal hingga akhir siklus hidup produk. Namun, BP.290 saat ini masih lebih menekankan pada pengurangan kuantitas material yang digunakan, dan belum secara eksplisit mendorong pengembangan data dampak lingkungan spesifik per material. Di sisi lain, pendekatan LCA dalam BP.288 memang kuat secara metodologis, tetapi dalam praktik sering kali hanya digunakan untuk evaluasi skala makro, bukan sebagai alat bantu teknis dalam pemilihan material harian. Untuk menutup kekurangan pada BP.290 dan BP.288 yakni kurangnya klasifikasi material berdasarkan dampak lingkungan spesifik per material serta belum adanya *material database* operasional, diperlukan adanya pendekatan yang relevan dan dapat diaplikasikan.

Maka dari itu, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ugural et al., (2024), yaitu dengan menerapkan **penggunaan *Environmental Product Declaration* (EPD) dan *OpenLCA* + *Ecoinvent* dalam menyusun profil material lingkungan**. Karena penerapan *Environmental Product Declaration (EPD)* yang dikombinasikan dengan LCA *cradle-to-grave* melalui *software OpenLCA* dan database *Ecoinvent* terbukti efektif dalam menyusun profil dampak lingkungan material secara transparan. Pendekatan ini memungkinkan setiap material memiliki data lingkungan yang akurat, dapat diverifikasi, dan mudah diakses untuk mendukung keputusan desain maupun pengadaan. Manfaat utamanya adalah perusahaan mampu menghubungkan klasifikasi bahan baku dengan dampak lingkungan aktual, sehingga setiap

material yang dipilih dapat dinilai secara komparatif dalam hal emisi karbon, konsumsi energi, maupun potensi limbah.

Meski demikian, keterbatasan pada pendekatan ini adalah tingginya biaya, waktu, dan kebutuhan akses database internasional yang kurang sesuai dengan kondisi lokal, serta perlunya kompetensi teknis tinggi agar staf dapat memanfaatkannya secara efektif. Walaupun ada tantangan tersebut, saran ini tetap relevan karena secara langsung menutup kekurangan BP.290 dan BP.288. Dengan mengadopsi EPD dan OpenLCA + Ecoinvent, perusahaan dapat membangun material database yang sistematis, terukur, dan siap digunakan dalam pemilihan bahan baku harian. Relevansi ini menjadikan integrasi data lingkungan bukan sekadar aktivitas pelaporan makro, tetapi benar-benar menjadi alat bantu operasional dalam pengambilan keputusan material yang berkelanjutan.

5.5.2.4 Integrasi Baseline Lingkungan dan Evaluasi Kuantitatif Dampak Produksi per Produk

Untuk mengatasi kecenderungan pelaporan yang bersifat deklaratif, perusahaan perlu menerapkan prosedur pengukuran dampak lingkungan berbasis produk melalui pendekatan baseline lingkungan sebelum dan sesudah inovasi. Ini dapat dilakukan dengan mengadopsi BP.288, solusi ini mengandalkan pendekatan *Life Cycle Assessment* (LCA) untuk mengukur dampak lingkungan produk secara menyeluruh, mulai dari pengadaan bahan baku hingga tahap akhir pembuangan. Pendekatan ini membantu perusahaan membangun baseline lingkungan yang kuantitatif dan terukur per produk, yang kemudian dapat digunakan untuk memantau tren dampak lingkungan dari waktu ke waktu. Selanjutnya, BP.090 memberikan dukungan dalam pengelolaan data tersebut melalui integrasi ke dalam sistem data *warehouse*, sehingga hasil LCA dapat divisualisasikan, dianalisis, dan dibagikan secara lintas fungsi melalui kapabilitas *business intelligence*. Namun, BP.288 dalam implementasinya cenderung masih digunakan untuk evaluasi makro dan belum mengatur standar pengembangan baseline lingkungan secara rinci yang dapat digunakan untuk pemantauan rutin. Di sisi lain, BP.090 masih berfokus pada pengelolaan data bisnis konvensional, seperti finansial atau operasional, dan belum secara eksplisit diarahkan untuk menangani karakteristik data lingkungan yang lebih kompleks dan teknis.

Untuk mengatasi kekurangan tersebut, diperlukan adanya pendekatan yang relevan seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Ng et al., (2020), yaitu dengan menerapkan ***Benchmarking* Berbasis LCA dan *Productivity Metrics.*** Pendekatan ini dapat diterapkan karena kombinasi *Data Envelopment Analysis (DEA)* dengan LCA terbukti efektif dalam membandingkan kinerja

lingkungan pada 15 lini produksi oven listrik. Metode ini menghasilkan baseline referensi yang mengukur efisiensi lingkungan per lini secara kuantitatif, sekaligus mengidentifikasi potensi perbaikan yang spesifik. Manfaat utama dari pendekatan ini adalah perusahaan tidak hanya dapat mengetahui seberapa besar dampak lingkungan dari suatu produk, tetapi juga dapat menetapkan target benchmarking yang realistis berdasarkan perbandingan antar lini produksi yang serupa. Dengan demikian, baseline lingkungan menjadi lebih dari sekadar laporan statis, tetapi berfungsi sebagai alat evaluasi dinamis yang bisa dipakai dalam perencanaan keberlanjutan.

Keterbatasan pada pendekatan ini adalah kebutuhan data sangat detail yang membuat implementasi kompleks dan menuntut analisis tinggi, serta DEA-LCA yang masih baru di manufaktur sehingga perlu adaptasi metodologi sesuai karakteristik produksi. Walaupun terdapat keterbatasan, saran ini tetap relevan karena mampu menutup kekurangan BP.288 dan BP.090 yang masih bersifat makro dan generik. Dengan benchmarking berbasis DEA-LCA, perusahaan dapat membentuk baseline lingkungan yang kuantitatif, operasional, dan dapat digunakan sebagai acuan pembanding yang obyektif antar produk maupun lini produksi. Relevansi ini menjadikan evaluasi lingkungan bukan sekadar kewajiban administratif, tetapi sebagai instrumen strategis untuk peningkatan kinerja keberlanjutan yang berkelanjutan.

5.5.2.5 Standarisasi *Green SOP* dan *Life Cycle Assessment* (LCA) untuk Menjamin Implementasi dan Evaluasi Terukur

Melalui BP.155, solusi ini menekankan pentingnya SOP yang sistematis, terdokumentasi, dan terstandarisasi untuk memastikan konsistensi penerapan praktik ramah lingkungan di seluruh lini produksi. Standarisasi ini menjadi panduan utama bagi seluruh personel dan menjamin setiap proses berjalan sesuai prinsip keberlanjutan. BP.288 melengkapi peran SOP dengan pendekatan kuantitatif melalui penerapan LCA untuk menilai dampak lingkungan di seluruh siklus hidup produk. Integrasi LCA ke dalam SOP memungkinkan perusahaan tidak hanya menjaga kepatuhan terhadap prosedur, tetapi juga memastikan setiap aktivitas produksi dievaluasi secara menyeluruh dan terukur terhadap dampak lingkungannya. Namun, BP.155 belum secara eksplisit memasukkan indikator atau metode evaluasi lingkungan dalam kontennya, sehingga prosedur yang ada belum tentu memuat aspek keberlanjutan secara utuh. Sementara itu, BP.288 masih sering berdiri terpisah dari praktik operasional harian dan belum sepenuhnya terintegrasi ke dalam dokumen prosedural seperti SOP. Penguatan sinergi

keduanya akan memastikan keberlanjutan menjadi bagian terintegrasi dari standar operasional perusahaan.

Untuk mengatasi kekurangan tersebut, diperlukan adanya pendekatan yang relevan seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Klessascheck et al., (2025), dengan menerapkan pendekatan ***Sustainability Oriented Process Analysis*** **(SOPA).** Metode ini dapat diterapkan untuk mengintegrasikan LCA ke dalam *Business Process Management* (BPM) dengan memanfaatkan *Activity-Based Costing* (ABC) sebagai elemen analisis. SOPA memungkinkan perusahaan merancang ulang proses bisnis agar lebih berorientasi pada keberlanjutan, menjadikan LCA bagian tak terpisahkan dari SOP, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data lingkungan yang lebih akurat. Karena studi kasus yang dilakukan membuktikan bahwa SOPA dapat membantu organisasi meningkatkan konsistensi implementasi keberlanjutan, memperjelas alur proses, serta menciptakan dokumentasi prosedural yang mencakup evaluasi dampak lingkungan secara menyeluruh.

Meski demikian, metode SOPA memiliki beberapa keterbatasan. Keterbatasan metode SOPA terletak pada tingginya kebutuhan sumber daya (waktu, biaya, kompetensi teknis) untuk menyiapkan data dan memperbarui dokumentasi, serta terbatasnya pemahaman staf terhadap LCA yang dapat memperlambat integrasinya ke SOP perusahaan. Walaupun demikian, metode ini tetap relevan dan layak diterapkan karena mampu mengatasi akar permasalahan utama, yaitu minimnya keterkaitan antara prosedur operasional dengan evaluasi lingkungan kuantitatif. Dengan integrasi SOPA, perusahaan dapat membangun sistem kerja yang terdokumentasi secara rapi, berbasis data, dan selaras dengan prinsip keberlanjutan, sehingga meningkatkan transparansi, akuntabilitas, dan efektivitas implementasi praktik ramah lingkungan.

5.5.2.6 Peningkatan Infrastruktur Lingkungan untuk Validasi Dampak Nyata

Melalui BP.319, perusahaan didorong untuk melakukan perancangan ulang dan peningkatan sistem internal yang mampu mendukung pengumpulan, pengolahan, dan validasi data lingkungan secara *real-time*. Sementara itu, BP.288 memberikan kerangka analisis yang lebih luas dengan menilai dampak lingkungan dari seluruh siklus hidup produk (*cradle-to-grave*), mulai dari ekstraksi bahan baku, proses produksi, distribusi, penggunaan, hingga daur ulang atau pembuangan. Dengan menggabungkan kedua BP ini, perusahaan tidak hanya memperkuat infrastruktur teknis untuk memantau kondisi lingkungan saat ini, tetapi juga memperoleh perspektif holistik tentang dampak kumulatif yang dihasilkan sepanjang siklus hidup produk. Namun demikian, BP.319 masih memiliki keterbatasan karena cakupannya lebih berfokus pada

efisiensi sistem internal tanpa secara eksplisit menyinggung aspek validasi data lingkungan. Di sisi lain, BP.288 sangat komprehensif dalam memberikan metodologi analisis dampak, tetapi lemah dari sisi integrasi sistem data dan teknologi digital yang dibutuhkan agar analisis tersebut dapat berbasis data aktual, bukan sekadar asumsi.

Melalui kekurangan tersebut, dibutuhkan adanya pendekatan yang relevan seperti penelitian yang dilakukan oleh Cipi & Zanaj, (2025), yaitu dapat menerapkan Green IoT; Sensor Pintar dan Arsitektur *Edge-Cloud* untuk Monitoring Lingkungan. *Green IoT* memanfaatkan arsitektur *edge-cloud* dengan sensor pintar hemat energi untuk melakukan pengumpulan dan analisis data lingkungan secara berkelanjutan. Teknologi *edge processing* memungkinkan data diproses secara lokal untuk efisiensi dan pengurangan beban jaringan, sementara integrasi dengan *cloud analytics* memberikan pandangan yang lebih luas dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data nyata. Sesuai dengan penelitian terbaru, penerapan *Green IoT* tidak hanya mendukung pemantauan lingkungan secara presisi dan efisien, tetapi juga memperkuat praktik keberlanjutan dengan menekan konsumsi energi serta jejak karbon dari infrastruktur IoT itu sendiri. Hal ini menjadikannya langkah strategis untuk mengintegrasikan validasi dampak lingkungan langsung ke dalam operasi produksi, sekaligus mendukung inisiatif keberlanjutan perusahaan secara komprehensif.

Meski memiliki keunggulan signifikan, *Green IoT* juga memiliki beberapa keterbatasan. Keterbatasan *Green IoT* meliputi investasi awal tinggi untuk perangkat, infrastruktur, dan pelatihan SDM, serta tantangan integrasi dengan sistem lama dan risiko keamanan siber dalam pengiriman data *real-time*. Namun, kelemahan ini dapat diatasi dengan strategi bertahap, seperti penerapan *pilot project* untuk menguji efektivitas teknologi sebelum diadopsi secara penuh. Dengan kemampuannya menjembatani analisis teoretis LCA dengan data operasional yang aktual, *Green IoT* tetap menjadi solusi yang sangat relevan dan strategis untuk mendukung inisiatif keberlanjutan dan pengambilan keputusan berbasis bukti nyata.

Tabel 5. 5 Improvement Berdasarkan Rekomendasi Best Practices

Aspek	Solusi	Best Practices 14	Penelitian Terdahulu
Man	Pelibatan Lintas Fungsi dan Pelatihan Spesifik Dampak Produksi	*BP.113 Cross Functional Teams.*	Integrasi *Soft Lean Practices* Yang Menitikberatkan Aspek Manusia *(Human-Centered)* (Ferrazzi et al., (2025)
Machine	Penerapan Peralatan Produksi dengan Sistem Pengukuran Dampak Terintegrasi	*BP.319 Internal Infrastructure and System Re-engineering* *BP.288 Life Cycle Assessment*	Penerapan Sistem Berbasis Kolaborasi Digital Dengan Dukungan *Internet Of Things* (Iot) (Camarinha-Matos et al., 2024)
Material	Klasifikasi Bahan Baku dan Data Material Berbasis Dampak Per Produk	*BP.290 Material Efficiency Management.* *BP.288 Life Cycle Assessment*	Penggunaan *Environmental Product Declaration* (EPD) Dan *Openlca* + *Ecoinvent* Dalam Menyusun Profil Material Lingkungan
Measurement	Integrasi Baseline Lingkungan dan Evaluasi Kuantitatif Dampak Produksi per Produk	*BP.288 Life Cycle Assessment* *BP.099 Data Warehousing and Business Intelligence*	*Benchmarking* Berbasis LCA Dan *Productivity Metrics.* (Ng et al., 2020)
Method		*BP.155 Standard Operating Procedures*	*Sustainability Oriented Process Analysis* (Sopa) (Klessascheck et al., 2025)

Aspek	Solusi	Best Practices 14	Penelitian Terdahulu
Environment	Standarisasi *Green* SOP & *Life Cycle Assessment* (LCA) untuk Menjamin Implementasi dan Evaluasi Terukur Peningkatan Infrastruktur Lingkungan untuk Validasi Dampak Nyata	*BP.288 Life Cycle Assessment* *BP.319 Internal Infrastructure and System Re-engineering* *BP.288 Life Cycle Assessment*	Green Iot; Sensor Pintar Dan Arsitektur Edge-Cloud Untuk Monitoring Lingkungan. (Cipi & Zanaj, 2025)

Seluruh usulan perbaikan bedasarkan *Best Practices* SCOR 14 dan literatur terdahulu ini dirancang secara menyeluruh untuk menjawab permasalahan utama terkait “Informasi integrasi kebijakan ramah lingkungan dalam proses produksi masih bersifat deklaratif dan tidak didukung dengan data kuantitatif terkait dampak pengurangan energi, air, dan sampah”. Dimulai dari pembentukan tim lintas fungsi dan peningkatan kapasitas karyawan melalui pelatihan terarah, perusahaan membangun fondasi budaya keberlanjutan di tingkat operasional. Inisiatif ini diperkuat dengan modernisasi peralatan produksi yang mampu menghasilkan data konsumsi energi dan sumber daya secara *real-time*, serta penerapan sistem klasifikasi bahan baku yang menghubungkan karakteristik material dengan dampak lingkungan dari produk akhir.

Di sisi evaluasi dan pelaporan, penerapan pengukuran awal *(baseline)* dan metrik dampak lingkungan berbasis produk memastikan bahwa setiap upaya pengurangan energi, air, dan limbah dapat diukur secara objektif dan terdokumentasi. Penerapan prosedur operasi standar yang ramah lingkungan pada seluruh lini produksi menjamin implementasi yang konsisten, sementara penguatan infrastruktur fisik dan sistem pemantauan lingkungan memungkinkan verifikasi langsung terhadap data yang dilaporkan. Dengan demikian, integrasi kebijakan keberlanjutan tidak lagi menjadi wacana simbolik, melainkan menjadi sistem yang operasional, terukur, dan dapat dipertanggungjawabkan lintas fungsi dan proses dalam organisasi

BAB VI
PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berikut merupakan kesimpulan yang didapat dari penelitian ini:

1. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada laporan keberlanjutan, PT Bio Farma telah mengimplementasikan praktik *Green Production* dalam empat aspek utama, antara lain:
   - *Green Production/Cleaner Production/Carbon Efficiency/Low Emission*, PT Bio Farma telah melaksanakan program produksi bersih melalui tim penghematan energi. Program ini meliputi perancangan, pemetaan, analisis, dan monitoring efisiensi yang terbukti mampu menurunkan emisi CO_2 eq. Dan Bio Farma mengintegrasikan kebijakan ramah lingkungan dalam produksi vaksin, termasuk inovasi Pentabio (lima jenis vaksin dalam satu kemasan) yang mampu mengurangi penggunaan energi, air, dan sampah.
   - *Energy Efficiency*, PT Bio Farma menerapkan efisiensi energi dengan sistem pemantauan digital konsumsi listrik berbasis AI. Selain itu, dilakukan optimasi penggunaan energi utama dalam proses produksi untuk menekan pemborosan energi.
   - *Waste Reduction*, PT Bio Farma mengelola limbah dengan sistem pemilahan dan daur ulang, baik limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) maupun non-B3. Perusahaan juga melaksanakan pelaporan limbah secara berkala kepada pihak berwenang, sehingga transparan dan sesuai regulasi.
   - *Sustainable Materials & Resource Conservation*, Perusahaan berupaya melakukan konservasi sumber daya melalui penggantian kemasan produk yang lebih ramah lingkungan dan hemat energi. Selain itu, PT Bio Farma juga mengembangkan inovasi pada sistem utilitas hemat energi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca.

   Hasil *scoring* substansi atau implementasi menunjukkan praktik *Green Production* memiliki nilai tertinggi (100%) pada keseluruhan aspek yang menyatakan bahwa implementasi raktik *Green Production* PT Bio Farma sangat baik. Namun, pengungkapan dalam laporan keberlanjutan tahun 2023 belum sepenuhnya transparan dan terstruktur sesuai standar *Global Reporting Initiative (GRI)*. Hasil *scoring disclosure* atau pengungkapan pada aspek *Green Production/Cleaner Production/Carbon Efficiency/Low Emission* mendapatkan nilai 89 %, yang berarti pengungkapan masih bersifat deskriptif, menunjukkan kesenjangan antara substansi dan pelaporan. Sedangkan untuk aspek yang

lainnya mendapatkan nilai 100% yang dapat dikatakan bahwa *scoring disclosure* atau pengungkapan sangat baik.

2. Berdasarkan hasil analisis GAP, implementasi praktik *Green Production* dapat dikatakan sangat baik, namun ditemukan adanya beberapa kekurangan dalam pengungkapan praktik *Green Production* yang bersifat simbolik atau terbatas pada pernyataan naratif. Oleh karena itu, usulan perbaikan difokuskan pada praktik *Green Production/Cleaner Production/Carbon Efficiency/Low Emission* yang paling relevan untuk ditingkatkan berdasarkan dengan BP SCOR 14 dan literatur terdahulu. Berikut merupakan beberapa usulan peningkatan atau perbaikan yang dapat diterapkan, yaitu:
   a. Perbaikan Lintas Fungsi dan Pelatihan Spesifik Dampak Produk
      Kurangnya integrasi lintas fungsi di PT Bio Farma dapat menyebabkan kebijakan ramah lingkungan belum sepenuhnya terimplementasi nyata. Oleh karena itu, dibutuhkan pembentukan tim lintas fungsi (BP.113 *Cross Functional Teams*) yang diperkuat dengan pelatihan kesadaran lingkungan dan pendekatan *soft lean practices*. Strategi ini memungkinkan tim tidak hanya berfungsi sebagai wadah koordinasi formal, tetapi juga sebagai agen pembelajaran yang mendorong budaya kolaboratif dan berorientasi lingkungan. Meskipun penerapannya membutuhkan waktu, sumber daya, dan perubahan budaya organisasi, langkah ini dapat menjamin kebijakan keberlanjutan benar-benar masuk ke dalam praktik operasional sehari-hari serta memperkuat peran SDM sebagai penggerak utama *Green Production*.
   b. Penerapan Peralatan Produksi dengan Sistem Pengukuran Dampak Terintegrasi
      Keterbatasan alat ukur membuat pelaporan dampak per produk di PT Bio Farma belum optimal. Untuk mengatasinya, perusahaan perlu memperkuat infrastruktur melalui BP.319 *(Internal Infrastructure and System Re-engineering)* dengan integrasi data energi, air, emisi, dan limbah secara otomatis, serta BP.288 *Life Cycle Assessment (LCA)*. Solusi ini dapat ditingkatkan melalui penerapan sensor berbasis *Internet of Things (IoT)* yang memungkinkan *monitoring* lingkungan secara *real-time*, akurat, dan lintas fungsi dalam kerangka *Industry 4.0/5.0*. Meski memerlukan investasi tinggi, kesiapan SDM, dan perlindungan data, pendekatan ini relevan untuk menutup kelemahan sistem manual, membangun ekosistem pengendalian yang berorientasi keberlanjutan, serta memastikan data lingkungan menjadi bagian dari sistem operasional yang terukur dan mendukung *Green Production*.

c. Klasifikasi Bahan Baku dan Data Material berbasi Dampak per Produk

Lemahnya keterhubungan informasi material dengan dampak produk menyebabkan pengungkapan kuantitatif PT Bio Farma kurang optimal. Untuk itu, saran yang dapat diterapkan adalah dengan menerapkan BP.290 *(Material Efficiency Management)* dan BP.288 *Life Cycle Assessment (LCA)* yang dapat diperkuat dengan pendekatan *Environmental Product Declaration (EPD)* yang dikombinasikan dengan *Life Cycle Assessment (LCA)* melalui *OpenLCA* dan database *Ecoinvent*. Pendekatan ini memungkinkan setiap material memiliki profil dampak lingkungan yang akurat, transparan, dan dapat diverifikasi, sehingga keputusan pemilihan bahan baku dapat didasarkan pada data emisi, energi, dan potensi limbah yang nyata. Walaupun menuntut biaya, akses database, serta kompetensi teknis tinggi, strategi ini relevan untuk menutup kelemahan sebelumnya. Dengan demikian, PT Bio Farma dapat membangun *material database* yang terukur dan operasional, menjadikan klasifikasi bahan baku tidak sekadar aktivitas pelaporan makro, tetapi juga alat bantu praktis dalam pengambilan keputusan material berkelanjutan.

d. Integrasi Baseline Lingkungan dan Evaluasi Kuantitatif Dampak Produksi per Produk

Untuk mengatasi kecenderungan pelaporan yang bersifat deklaratif, perusahaan dapat menerapkan BP.288 *Life Cycle Assessment (LCA)* dan BP.099 *(Data Warehousing and Business Intelligence)* melalui integrasi data *warehouse* dapat digunakan untuk membangun baseline serta memvisualisasikan data secara lintas fungsi. Namun, keduanya masih bersifat makro dan generik. Oleh karena itu, penerapan *Benchmarking* berbasis kombinasi *Data Envelopment Analysis (DEA)* dan LCA menjadi pendekatan yang relevan untuk memperkuat, karena mampu mengukur efisiensi lingkungan per lini produksi sekaligus menetapkan target perbaikan yang spesifik. Meskipun menuntut detail data tinggi dan adaptasi metodologi, pendekatan ini memungkinkan baseline lingkungan berfungsi bukan hanya sebagai laporan statis, tetapi sebagai alat evaluasi dinamis yang obyektif dan operasional. Dengan demikian, PT Bio Farma dapat menjadikan evaluasi lingkungan sebagai instrumen strategis untuk peningkatan kinerja keberlanjutan secara berkelanjutan.

e. Standarisasi *Green* SOP & *Life Cycle Assessment* (LCA) untuk Menjamin Implementasi dan Evaluasi Terukur

Konsistensi praktik ramah lingkungan di PT Bio Farma membutuhkan SOP yang terdokumentasi dan terstandarisasi BP.155 (*Standard Operating Procedures*), serta dilengkapi dengan BP.288 *Life Cycle Assessment (LCA)* untuk menilai dampak lingkungan secara kuantitatif. Namun, keduanya masih berjalan terpisah: SOP belum sepenuhnya memuat indikator keberlanjutan, sedangkan LCA belum terintegrasi ke dalam prosedur operasional. Untuk menutup celah ini, penerapan metode *Sustainability Oriented Process Analysis (SOPA)* menjadi solusi relevan, karena mampu mengintegrasikan LCA ke dalam *Business Process Management* dengan dukungan *Activity-Based Costing (ABC)*. Meski membutuhkan sumber daya besar dan kompetensi teknis tinggi, metode ini memungkinkan perusahaan merancang ulang SOP agar lebih berorientasi keberlanjutan, meningkatkan transparansi, serta menjadikan evaluasi lingkungan sebagai bagian tak terpisahkan dari operasional. Dengan demikian, PT Bio Farma dapat memastikan praktik ramah lingkungan berjalan konsisten, terdokumentasi, dan terukur sesuai prinsip *Green Production*.

f. Peningkatan Infrastruktur Lingkungan untuk Validasi Dampak Nyata

Kurangnya alat kontrol dan pengolahan lingkungan menyebabkan beberapa pelaporan hanya berbasis asumsi. Validasi dampak lingkungan di PT Bio Farma masih memiliki keterbatasan dalam integrasi data *real-time*. BP.319 *(Internal Infrastructure and System Re-engineering)* untuk memperkuat sistem dan infrastruktur, sementara BP.288 *Life Cycle Assessment (LCA)* memberikan analisis siklus hidup produk, namun keduanya belum optimal dalam memastikan data berbasis kondisi aktual. Solusi relevan yang dapat dterapkan adalah penerapan *Green IoT* dengan sensor pintar dan arsitektur *edge-cloud*, yang memungkinkan pengumpulan serta analisis data lingkungan secara presisi, efisien, dan berkelanjutan. Teknologi ini mampu menjembatani analisis LCA dengan data operasional nyata, sehingga dampak lingkungan dapat divalidasi langsung dari proses produksi. Meskipun membutuhkan investasi tinggi, pelatihan SDM, dan penyesuaian dengan sistem lama, strategi ini tetap relevan karena meningkatkan transparansi, akurasi, serta efektivitas implementasi *Green Production* di PT Bio Farma.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil dari pembahasan dan keterbatasan dalam penelitian ini, berikut merupakan beberapa saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk pengembangan penelitian dan implementasi di masa mendatang. Saran ini disusun untuk memperkuat validitas metodologi,

memperluas cakupan analisis, serta meningkatkan relevansi praktis dari hasil penelitian terhadap implementasi *Green Production* yang lebih terintegrasi dan berbasis data di PT Bio Farma maupun sektor manufaktur secara umum. Berikut merupakan saran yang diberikan :

1. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif eksploratif berbasis *content analysis* dan software NVivo 15 untuk menilai implementasi praktik *Green Production* dalam laporan keberlanjutan PT Bio Farma. Meskipun pendekatan ini mampu menggambarkan kedalaman pengungkapan dan praktik, penelitian ini belum mengukur pengaruh langsung dari praktik *Green Production* terhadap kinerja keberlanjutan perusahaan. Oleh karena itu, disarankan agar penelitian selanjutnya menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode yang lebih relevan untuk memetakan hubungan antara skor implementasi *Green Production* dengan indikator kinerja lingkungan (emisi, energi, limbah) dan indikator bisnis (efisiensi produksi, reputasi ESG, dan kepatuhan regulasi). Dengan begitu, hasil yang diperoleh akan lebih mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam perencanaan keberlanjutan perusahaan.
2. Penelitian ini berfokus pada evaluasi praktik *Green Production* berdasarkan dokumen *Sustainability Report* tahun 2023, tanpa disertai observasi lapangan langsung atau wawancara dengan pelaksana operasional. Hal ini menjadi keterbatasan dalam menilai konsistensi antara pernyataan pelaporan dan praktik aktual di lapangan. Oleh karena itu, disarankan agar penelitian berikutnya menggabungkan pendekatan *field study* melalui wawancara dengan manajer produksi, tim EHS (*Environment, Health, Safety*), dan operator lini produksi untuk memperoleh bukti pelaksanaan *Green Production* secara nyata. Pendekatan triangulasi ini juga dapat memperkaya temuan dan memberikan dasar yang lebih kuat dalam menyusun rekomendasi berbasis praktik nyata di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Agusinta, L., Marina, S., Fachrial, P., Dwisilo Sucipto, Y., Hasan, H., Rantai Pasokan Hijau, M., Hijau, M., & Hijau, D. (2022). ANALISIS PENGARUH GREEN MANUFACTURING, GREEN DISTRIBUTION, DAN REVERSE LOGISTICS DALAM MEMBANGUN GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT. *Jurnal SOSAINS – Jurnal Sosial Dan Sains*, *2*. http://sosains.greenvest.co.id

Akhda, M., & Rianindita, N. (2024). LITERATUR REVIEW: ANALISIS LAPORAN KEBERLANJUTAN PERUSAHAAN DI INDONESIA. *Jurnal Akuntansi, Keuangan, Perpajakan Dan Tata Kelola Perusahaan (JAKPT)*. https://doi.org/https://doi.org/10.70248/jakpt.v2i2.897

Akkucuk, U. (2015). SCOR Model and the Green Supply Chain. In *Handbook of Research on Green Economic Development Initiatives and Strategies* (pp. 108–124). IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-4666-9723-2.ch006

Alex, B., & Johnson, M. (2025). *A Framework for IoT-Enabled Smart Manufacturing for Energy and Resource Optimization*. https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2502.03040

Aliu, S., Traxler, A. A., & Greiling, D. (2025). How do European Union electric utilities contribute to the Sustainable Development Goals? Empirical insights on reporting and management control practices. *Utilities Policy*, *96*. https://doi.org/10.1016/j.jup.2025.101966

Amin, M. Al, Chakraborty, A., & Baldacci, R. (2025). Industry 5.0 and green supply chain management synergy for sustainable development in Bangladeshi RMG industries. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, *14*. https://doi.org/10.1016/j.clscn.2025.100208

Anggraeni, D. Y., & Djakman, C. D. (2018). PENGUJIAN TERHADAP KUALITAS PENGUNGKAPAN CSR DI INDONESIA. *EKUITAS (Jurnal Ekonomi Dan Keuangan)*, *2*(1), 22–41. https://doi.org/10.24034/j25485024.y2018.v2.i1.2457

Asif, M. S., Lau, H., Nakandala, D., Fan, Y., & Hurriyet, H. (2020). Adoption of green supply chain management practices through collaboration approach in developing countries – From literature review to conceptual framework. *Journal of Cleaner Production*, *276*. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124191

Baehr, J., Göllner-Völker, L., Baehr, M., Muthukumar, H., Lapa, N., & Schebek, L. (2024). Life cycle assessment of pharmaceutical and clinical packaging required for medication administration practices. *International Journal of Life Cycle Assessment*, *29*(3), 416–432. https://doi.org/10.1007/s11367-023-02270-x

Bais, B., Nassimbeni, G., & Orzes, G. (2024a). Global Reporting Initiative: Literature review and research directions. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 471). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143428

Bais, B., Nassimbeni, G., & Orzes, G. (2024b). Global Reporting Initiative: Literature review and research directions. In *Journal of Cleaner Production* (Vol. 471). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143428

Bolaji, B. H., Kamarul, M., Rahim, I. A., & Omar, S. (n.d.). *Effect of Green Supply Chain Management on Organisational Performance of Selected Manufacturing Firms in Nigeria*.

Bruni, G., Martini, C., Martini, F., & Salvio, M. (2023). On the Energy Performance and Energy Saving Potential of the Pharmaceutical Industry: A Study Based on the Italian Energy Audits. *Processes*, *11*(4). https://doi.org/10.3390/pr11041114

Calciolari, S., Cesarini, M., & Ruberti, M. (2024). Sustainability disclosure in the pharmaceutical and chemical industries: Results from bibliometric analysis and AI-

based comparison of financial reports. *Journal of Cleaner Production*, *447*. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141511

Camarinha-Matos, L. M., Rocha, A. D., & Graça, P. (2024). Collaborative approaches in sustainable and resilient manufacturing. In *Journal of Intelligent Manufacturing* (Vol. 35, Issue 2, pp. 499–519). Springer. https://doi.org/10.1007/s10845-022-02060-6

Cheng, C., Ahmad, S. F., Irshad, M., Alsanie, G., Khan, Y., Ahmad, A. Y. A. B., & Aleemi, A. R. (2023). Impact of Green Process Innovation and Productivity on Sustainability: The Moderating Role of Environmental Awareness. *Sustainability (Switzerland)*, *15*(17). https://doi.org/10.3390/su151712945

Christie, D., & Ekadjaja, A. (2020). PENGARUH SUSTAINABILITY REPORT TERHADAP PROFITABILITAS PERUSAHAAN INFRASTRUKTUR TERDAFTAR DALAM BEI PERIODE 2015-2017. *Jurnal Multiparadigma Akuntansi Tarumanagara*, *2*, 792–800. https://doi.org/https://doi.org/10.24912/jpa.v2i2.7661

Cipi, E., & Zanaj, E. (2025). Green IoT Applications with Intelligent Sensors. *MDPI (Multidisciplinary Digital Publishing Institute)*. https://doi.org/10.20944/preprints202507.0543.v1

Council, S. C. (2017). *Supply Chain Operations Reference Model (SCOR)*.

Dewa Ayu Eka Pertiwi, I., Yudha Asteria Putri, P., & Gusti Ayu Ratih Permata Dewi, I. (2024). Analisis Sustainability Reporting Sebelum dan Sesudah Penerapan Standar Global Reporting Initiative (GRI) 2021. *EKOMA : Jurnal Ekonomi*, *4*(1).

Elemure, I., Dhakal, H. N., Leseure, M., & Radulovic, J. (2023). Integration of Lean Green and Sustainability in Manufacturing: A Review on Current State and Future Perspectives. *Sustainability (Switzerland)*, *15*(13). https://doi.org/10.3390/su151310261

Elkinjton, J. (1998). Partnerships from Cannibals with Forks: The Triple Bottom line of 2 1 st=Century Business. *Environmental Quality Management*. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/tqem.3310080106

Ferrazzi, M., Tortorella, G. L., Li, W., Costa, F., & Portioli-Staudacher, A. (2025). From People to Performance: Leveraging Soft Lean Practices for Environmental Sustainability in Large-Scale Production. *Sustainability (Switzerland)*, *17*(9). https://doi.org/10.3390/su17093955

GRI. (2023). *Standar Terkonsolidasi*. https://www.globalreporting.org/

Gupta, S. (2020). ROLE OF GAP ANALYSIS MODEL IN BUSINESS MANAGEMENT: AN ANALYTICAL STUDY. *International Journal of Management (IJM)*, *11*(10), 2954–2958. https://doi.org/10.17605/OSF.IO/9CZYS

Holifahtus Sakdiyah, S., Eltivia, N., & Afandi, A. (2022). Root Cause Analysis Using Fishbone Diagram: Company Management Decision Making. *Journal of Applied Business, Taxation and Economics Research*, *1*(6), 566–576. https://doi.org/10.54408/jabter.v1i6.103

Jumady, E., Fajriah, Y., Studi Manajemen, P., & Tinggi Ilmu Ekonomi Makassar Bongaya, S. (2020). GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT: MEDIASI DAYA SAING DAN KINERJA PERUSAHAAN MANUFAKTUR. In *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* (Vol. 8, Issue 1).

Kartika Dewi, A., Istiqomah, S., & Sayid Albana, A. (2024). Pengukuran Kinerja Supply Chain Dengan Pendekatan Scor Berbasis AHP (Studi Kasus: PT. Mobil Listrik Indonesia). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, Desember*, *2024*(2), 36–48. https://doi.org/https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/9279

Khan, M. T., Idrees, M. D., Rauf, M., Sami, A., Ansari, A., & Jamil, A. (2022). Green Supply Chain Management Practices' Impact on Operational Performance with the Mediation of Technological Innovation. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(6). https://doi.org/10.3390/su14063362

Klessascheck, F., Weber, I., & Pufahl, L. (2025). SOPA: a framework for sustainability-oriented process analysis and re-design in business process management. *Information Systems and E-Business Management*. https://doi.org/10.1007/s10257-024-00695-x

Kurniawati, & Hafni Diska Arliena. (2022). KUALITAS PENGUNGKAPAN CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY PADA PERUSAHAAN SEKTOR INDUSTRI KESEHATAN YANG LISTING DI BEI TAHUN 2016-2019. *BALANCE: Economic, Business, Management, and Accounting Journal*.

Lee, S., & Kim, J. H. (2020). Quantitative measure of sustainability for water distribution systems: A comprehensive review. *Sustainability (Switzerland)*, *12*(23), 1–19. https://doi.org/10.3390/su122310093

Li, C., Ahmad, S. F., Ahmad Ayassrah, A. Y. A. B., Irshad, M., Telba, A. A., Mahrous Awwad, E., & Imran Majid, M. (2023). Green production and green technology for sustainability: The mediating role of waste reduction and energy use. *Heliyon*, *9*(12). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22496

Li, H., & Thurasamy, R. (2025). Green Supply Chain Integration and Sustainable Performance in Pharmaceutical Industry of China: A Moderated Mediation Model. *Systems*, *13*(5). https://doi.org/10.3390/systems13050388

Limarwati, D., Alfiyani, Y. S. R., & Firmansyah, A. (2024). LAPORAN KEBERLANJUTAN: MANFAAT DAN PERKEMBANGAN STANDAR. *JURNALKU*. https://doi.org/https://doi.org/10.54957/jurnalku.v4i1.635

Lunga, M. J., & Pooe, D. (2024). Organisational culture and institutionalisation of green supply chain management. *International Journal of Business Ecosystem & Strategy (2687-2293)*, *6*(4), 56–69. https://doi.org/10.36096/ijbes.v6i4.512

Machado, M. C., Correa, V. S., Queiroz, M. M. de, & Costa, G. C. (2023). Can Global Reporting Initiative reports reveal companies' green supply chain management practices? *Journal of Cleaner Production*, *383*. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135554

Main, M., Mohammad, U. H., Hasan, M., Hoque, S., Hossain, A., Mohammad, H., Uddin, M. M., Asaduzzaman, A. S. M., & Hossain, M. A. (2025). Sustainability Reporting Practice Assessing sustainability reporting practice in accordance with the global reporting initiative (G4) towards achieving sustainable development goals using artificial intelligence. *Journal of Management Accounting Governance and Performance*. https://doi.org/10.63817/JMAGP.05.2024.002

Matuszak, Ł., Różańska, E., & Szczepankiewicz, E. I. (2025). Assessment of the Compliance of Environmental Disclosures by Energy Companies Using GRI Standards with European Sustainability Reporting Standards: A Case Study. *Sustainability (Switzerland)*, *17*(8). https://doi.org/10.3390/su17083380

Missaoui, A., Ozturk, C., O'Sullivan, B., & Garraffa, M. (2023). *Energy Efficient Manufacturing Scheduling: A Systematic Literature Review*. http://arxiv.org/abs/2308.13585

Mupfiga, C., Chibaro, M., Mahwine, M., & Muchemwa, M. (2024). Implementation of Green Supply Chain Management Practices in Zimbabwean Organizations. *Logistic and Operation Management Research (LOMR)*, *3*(1), 66–75. https://doi.org/10.31098/lomr.v3i1.1801

Naz, F., Samadhiya, A., Kumar, A., Garza-Reyes, J., Yiğit, K., Kumar, V., & Upadhyay, A. (2024). The Effect of Green Supply Chain Management Practices on Carbon Neutral Supply Chain Performance: The Mediating Role of Logistics Ecocentricity. *Journal of Manufacturing Technology Management*. https://doi.org/10.1108/jmtm-09-2023-0401

Ng, C. Y., Chuah, K. B., & King, A. P. yuk. (2020). An integrated approach for the benchmarking of production facilities' environmental performance: data envelopment analysis and life cycle assessment. *International Journal of Sustainable Engineering*, *12*(2), 108–114. https://doi.org/10.1080/19397038.2018.1551945

Pemi, B. A. P., Njomo, D., Tchinda, R., Seutche, J. C., Kamta Legue, D. R., Babikir, M. H., & Chara-Dackou, V. S. (2023). Modeling and Quantitative Analysis in the Energy–Food–Water–Waste Nexus (EF2W): Case Study in Cameroon. *Sustainability (Switzerland)*, *15*(11). https://doi.org/10.3390/su15118483

Petrescu, A. G., Bîlcan, F. R., Petrescu, M., Oncioiu, I. H., Türkes, M. C., & Căpuşneanu, S. (2020). Assessing the benefits of the sustainability reporting practices in the top Romanian companies. *Sustainability (Switzerland)*, *12*(8). https://doi.org/10.3390/SU12083470

Prasetyo, I. B. (2024). PENGARUH SUSTAINABILITY REPORT TERHADAP NILAI PERUSAHAAN DENGAN PROFITABILITAS SEBAGAI VARIABEL MODERASI. *JPro (Jurnal Manajemen Dan Profesional)*. https://doi.org/https://doi.org/10.32815/jpro.v5i1.2219

Purnomo, A., & Syafrianita. (2024). Supply Chain Performance Measurement: The Green Supply Chain Operation Reference (SCOR) Approach. *Revista de Gestão Social e Ambiental*. https://rgsa.emnuvens.com.br/rgsa

Ridhah, H., Sumarni, N., Siregar, T. R., & Fitria, F. (2023). Internet of Things Implementation Analysis of Green Supply Chain Management in Companies. *Krigan: Journal of Management and Sharia Business*, *1*(1), 52. https://doi.org/10.30983/krigan.v1i1.6510

Rojek, I., Mikołajewski, D., Mroziński, A., & Macko, M. (2024). Green Energy Management in Manufacturing Based on Demand Prediction by Artificial Intelligence—A Review. In *Electronics (Switzerland)* (Vol. 13, Issue 16). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). https://doi.org/10.3390/electronics13163338

Roszkowska-Menkes, M., Aluchna, M., & Kamiński, B. (2024). True transparency or mere decoupling? The study of selective disclosure in sustainability reporting. *Critical Perspectives on Accounting*, *98*. https://doi.org/10.1016/j.cpa.2023.102700

Sahar, D. P., Afifudin, M. T., & Indah, A. B. R. (2020). Review of green supply chain management in manufacturing: A case study. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *575*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/575/1/012239

Sajeevanie, T. L. (2021). Literature Review and Academic Research. *International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT)*, *9*(1), 2320–2882. www.ijcrt.org

Satwika, A. A. A. (2023). Pengaruh Kualitas Laporan Keberlanjutan dan Risiko pada Profitabilitas Perusahaan. *Digital Bisnis: Jurnal Publikasi Ilmu Manajemen Dan E-Commerce*, *2*(3), 369–385. https://doi.org/10.30640/digital.v2i3.1572

Schmidt, A., Uhlenbrock, L., & Strube, J. (2020). Technical potential for energy and GWP reduction in chemical-pharmaceutical industry in germany and EU-focused on biologics and botanicals manufacturing. *Processes*, *8*(7). https://doi.org/10.3390/pr8070818

Schmitt, T., Mattsson, S., Flores-García, E., & Hanson, L. (2025). Achieving energy efficiency in industrial manufacturing. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *216*. https://doi.org/10.1016/j.rser.2025.115619

Setyaningsih, S., Widjojo, R., & Kelle, P. (2024). Challenges and opportunities in sustainability reporting: a focus on small and medium enterprises (SMEs). *Cogent Business and Management*, *11*(1). https://doi.org/10.1080/23311975.2023.2298215

Shao, Z., Li, W., & Tan, Y. (2023). *Event-triggered Hybrid Energy-aware Scheduling in Manufacturing Systems*. http://arxiv.org/abs/2302.00812

Simboli, A., Sinibaldi, L., Taddeo, R., Rimano, M., Cutarella, L., & Casolani, V. (2024). Product Ecodesign: An Application of Bio-Based Materials in the Personal Care Packaging Industry. *Circular Economy and Sustainability*, *4*(4), 2427–2448. https://doi.org/10.1007/s43615-024-00383-5

Sonder, J., Sambung, R., Kristinae, V., & Riassy Christa, U. (2025). Evaluating the impact of green SCOR and ISO 14001: Based practices on sustainability in palm oil supply chains. *IJAFIBS*, *13*(1), 130–138. www.ijafibs.pelnus.ac.id

Ugural, M. N., Ozyilmaz, M. R., & Burgan, H. I. (2024). Life Cycle Assessment Analysis Based on Material Selection in Sustainable Airport Buildings. *Buildings*, *14*(9). https://doi.org/10.3390/buildings14092728

Virupakshappa, Shenoy, P., & Vikram, V. (2022). A CONCEPTUAL STUDY ON TRADITIONAL SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT. *International Journal of Advance and Innovative Research*, *9*(2 (IV)). www.iaraedu.com

Wiraputra, J. (2024). *PENGARUH GLOBAL REPORTING INITIATIVE, SUSTAINABILITY ACCOUNTING STANDARD BOARD DAN CARBON EMISSION DISCLOSURE TERHADAP SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS PADA KAWASAN ASIA TENGGARA DALAM PERSPEKTIF ISLAM TAHUN 2021 DAN 2022*.

Xu, J., Yu, Y., Wu, Y., Zhang, J. Z., Liu, Y., Cao, Y., & Eachempati, P. (2022). Green supply chain management for operational performance: anteceding impact of corporate social responsibility and moderating effects of relational capital. *Journal of Enterprise Information Management*, *35*(6), 1613–1638. https://doi.org/10.1108/JEIM-06-2021-0260

LAMPIRAN

a. Praktik *Green Production* pada PT Bio Farma beserta Standard

Indikator	Praktik	GRI	BP
CP	Melakukan produksi bersih dengan tim penghematan energi yang menerapkan program efisiensi melalui perancangan, pemetaan, analisis, dan monitoring, sehingga berhasil menurunkan emisi CO_2 eq	GRI 305-5 (Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK))	BP.295 *Emission Reduction*
		GRI 3-3 (Manajemen topik material)	BP.291 *Energy Efficiency Management*
		302-4 (Pengurangan Konsumsi Energi)	BP.290 *Material Efficiency Management*
		GRI 303-5 (Pengurangan Konsumsi Air)	
		GRI 306-2 (Pengelolaan Limbah)	
EF	Melakukan efisiensi energi melalui pemantauan konsumsi listrik secara digital menggunakan teknologi AI serta optimalisasi penggunaan sumber energi utama dalam proses produksi.	GRI 302-4 (Pengurangan Konsumsi Energi)	BP. 291 *Energy Efficiency Management*
WD	Melakukan pengelolaan limbah melalui sistem pemilahan dan daur ulang limbah B3 maupun non-B3, serta pelaporan limbah secara berkala kepada otoritas terkait.	GRI 306-4 (Limbah yang Dialihkan dari Pembuangan Akhir)	BP. 288 *Life Cycle Assessment*
		GRI 306-5 (Limbah yang Dikirim ke Pembuangan Akhir)	BP.290 *Material Efficiency Management*
		GRI 306-2 (Manajemen Dampak Terkait Limbah)	BP.294 *Sustainability Reporting*
		GRI 306-3 (Tumpahan Signifikan)	
SMRC	Melakukan pergantian kemasan produk dan menerapkan inovasi sistem utilitas hemat energi untuk mendukung konservasi sumber daya dan pengurangan emisi gas rumah kaca.	GRI 305-5 (Pengurangan Emisi GRK)	BP.288 *Life Cycle Assessment*
		GRI 302-4 (Pengurangan Konsumsi Energi)	

b. Penjelasan mengenai Definisi *Global Report Initiatives* (GRI)

GRI	Definisi BP
GRI 305-5 (Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK))	Organisasi pelapor harus melaporkan informasi berikut ini: a. Emisi GRK berkurang sebagai akibat langsung inisiatif pengurangan, dalam metrik ton setara CO2. b. Gas yang termasuk dalam penghitungan; apakah berupa CO , CH , N O, HFC, PFC, SF , NF , atau semuanya. 2 4 2 6 3 c. Tahun dasar atau kondisi awal, termasuk alasan untuk memilihnya. d. Ruang Lingkup di mana pengurangan terjadi; apakah (Cakupan 1) langsung, (Cakupan 2) energi tidak langsung, dan/atau (Cakupan 3) tidak langsung lainnya. e. Standar, metodologi, asumsi, dan/atau alat penghitungan yang digunakan.
GRI 3-3 (Manajemen topik material)	Pengungkapan ini mewajibkan organisasi untuk menjelaskan cara mereka mengelola masingmasing topik material mereka. Ini berarti bahwa organisasi diwajibkan untuk melaporkan pengungkapan ini untuk setiap topik material mereka. Persyaratan dalam pengungkapan ini berlaku untuk setiap topik material.
GRI 302-4 (Pengurangan Konsumsi Energi)	Organisasi pelapor harus melaporkan informasi berikut ini: a. Jumlah pengurangan konsumsi energi yang dicapai sebagai akibat langsung dari inisiatif efisiensi dan konservasi, dalam joule atau kelipatannya. b. Jenis-jenis energi yang termasuk dalam pengurangan; baik itu bahan bakar, listrik, pemanasan, pendinginan, uap, atau semuanya. c. Dasar perhitungan pengurangan konsumsi energi, seperti tahun dasar atau kondisi awal, termasuk alasan untuk memilihnya. d. Standar, metodologi, asumsi, dan/atau alat penghitungan yang digunakan.
GRI 303-5 (Pengurangan Konsumsi Air)	Organisasi pelapor harus melaporkan informasi berikut ini: a. Total konsumsi air dari semua wilayah dalam megaliter. b. Total konsumsi air dari semua wilayah yang mengalami langka air dalam megaliter. c. Perubahan dalam penyimpanan air dalam megaliter, jika penyimpanan air telah diidentifikasi sebagai memiliki dampak terkait air yang signifikan. d. Semua informasi kontekstual yang diperlukan untuk memahami bagaimana data disusun, seperti standar, metodologi, dan asumsi yang digunakan, termasuk apakah informasi dihitung, diestimasi, dimodelkan, atau bersumber dari pengukuran langsung, dan pendekatan yang dilakukan untuk hal tersebut, misalnya penggunaan faktor-faktor spesifik sektor.
GRI 306-2 (Pengelolaan Limbah)	Organisasi pelapor harus melaporkan informasi berikut ini:

GRI	Definisi BP
	a. Tindakan yang diambil, termasuk upaya pendekatan sirkular, untuk mencegah timbulan limbah dalam aktivitas organisasi itu sendiri serta pada bagian hulu dan hilir rantai nilainya, dan untuk mengelola dampak signifikan dari timbulan limbah. b. Jika limbah yang timbul dari aktivitas organisasi dikelola oleh pihak ketiga, maka jelaskan proses yang dipakai untuk menentukan apakah pihak ketiga melakukan pengelolaan limbah mengikuti kewajiban kontraktual atau peraturan. c. Proses yang digunakan untuk mengumpulkan dan memantau data terkait limbah
GRI 306-4 (Limbah yang Dialihkan dari Pembuangan Akhir)	Organisasi pelapor harus melaporkan informasi berikut ini: a. Berat total limbah yang dialihkan dari pembuangan akhir dalam metrik ton, dan perincian jumlah tersebut berdasarkan komposisi limbah. b. Berat total limbah berbahaya yang dialihkan dari pembuangan akhir dalam metrik ton, dan perincian jumlah tersebut. c. Berat total limbah tidak berbahaya yang dialihkan dari pembuangan akhir dalam metrik ton, dan perincian jumlah tersebut. d. Untuk setiap pengerjaan pemulihan yang tertera dalam Pengungkapan 306-4-b dan 306- 4-c, sajikan rincian berat total dalam metrik ton dari limbah berbahaya dan limbah tidak berbahaya yang dialihkan dari pembuangan akhir: i. di tempat; ii. di luar. e. Informasi kontekstual yang diperlukan untuk memahami data dan cara penghimpunan data.
GRI 306-5 (Limbah yang Dikirim ke Pembuangan Akhir)	Organisasi pelapor harus melaporkan informasi berikut ini: a. Berat total limbah yang dikirimkan ke pembuangan akhir dalam metrik ton, dan perincian jumlah tersebut menurut komposisi limbah. b. Berat total limbah berbahaya yang dikirimkan ke pembuangan akhir dalam metrik ton, dan perincian total ini menurut pengerjaan pembuangan berikut ini: i. Insinerasi (dengan perolehan energi); ii. Insinerasi (tanpa perolehan energi); iii. Penimbunan; iv. Pengerjaan pembuangan lainnya. c. Berat total limbah non bahan berbahaya dan beracun yang yang dikirim ke pembuangan akhir dalam metrik ton, dan perincian jumlah tersebut menurut pengerjaan pembuangan berikut ini: i. Insinerasi (dengan perolehan energi); ii. Insinerasi (tanpa perolehan energi); iii. Penimbunan; iv. Pengerjaan pembuangan lainnya. d. Untuk setiap pengerjaan pembuangan yang tertera dalam Pengungkapan 306-5-b dan 306-5-c, perincian berat total dalam metrik ton dari limbah berbahaya dan limbah nonbahan berbahaya dan beracun yang dikirimkan ke pembuangan akhir: i. di tempat; ii. di luar. e. Informasi kontekstual yang diperlukan untuk memahami data dan cara penghimpunan data.

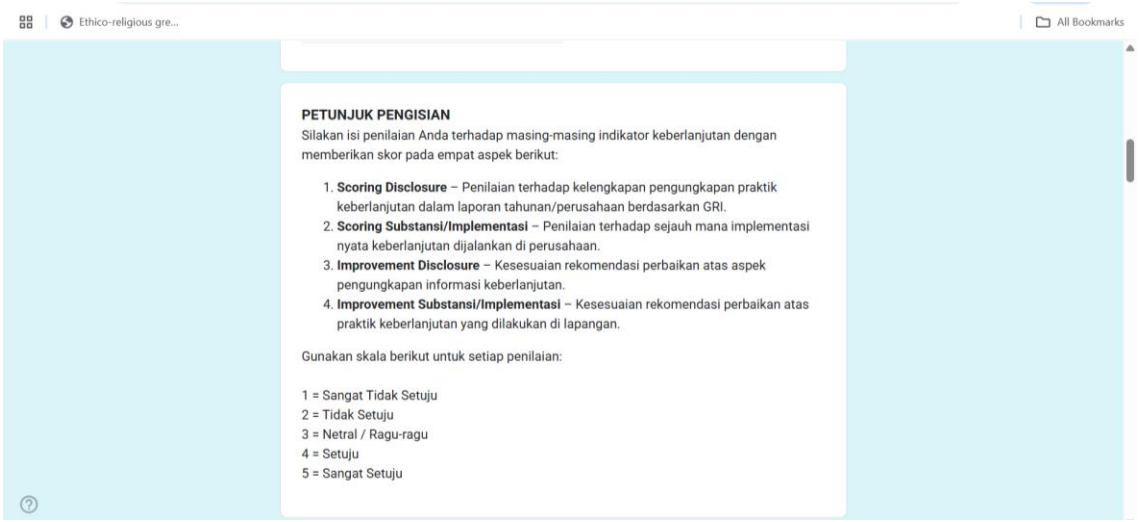
GRI	Definisi BP
GRI 306-3 (Timbulan Limbah)	Organisasi pelapor harus melaporkan informasi berikut ini: a. Berat total limbah yang ditimbulkan dalam metrik ton, dan perincian jumlah tersebut menurut komposisi limbah. b. Informasi kontekstual yang diperlukan untuk memahami data dan cara penghimpunan data.

c. Penjelasan mengenai Definisi *Best Practice*

BP	Definisi BP
BP.295 – Emission Reduction	Pengurangan Emisi adalah pengurangan terukur dari pelepasan emisi GRK ke atmosfer dari suatu aktivitas tertentu dalam rantai pasokan dan periode waktu tertentu.
BP.291 Energy Efficiency Management	Manajemen Efisiensi Energi adalah suatu pendekatan yang bertujuan untuk memproduksi suatu produk atau jasa dengan menggunakan lebih sedikit energi.
BP.290 Material Efficiency Management	Manajemen Efisiensi Material adalah pendekatan yang bertujuan untuk memproduksi suatu produk dengan menggunakan lebih sedikit material.
BP.288 Life Cycle Assessment	Penilaian Daur Hidup (LCA) adalah proses untuk membantu memahami dampak manusia dan lingkungan selama masa pakai suatu produk, proses, atau layanan, termasuk masukan dan keluaran energi, material, dan lingkungan. Terkadang disebut analisis cradle-to-grave, LCA mencakup ekstraksi bahan baku melalui pemrosesan, manufaktur, distribusi, penggunaan, perbaikan dan pemeliharaan, serta pembuangan atau daur ulang.
BP.294 Sustainability Reporting	Pelaporan Keberlanjutan adalah pengungkapan dan komunikasi tujuan lingkungan, sosial, dan tata kelola (ESG)—serta kemajuan perusahaan dalam mencapai tujuan tersebut.
BP.113 Cross Functional Teams.	Tim Lintas Fungsional adalah sekumpulan individu dari berbagai departemen yang diberi tugas tertentu, seperti mengimplementasikan perangkat lunak komputer baru.

BP	Definisi BP
BP.319 Internal Infrastructure and System Re-engineering	Rekayasa Ulang Infrastruktur dan Sistem Internal terlibat dalam perubahan teknologi yang dibutuhkan oleh interoperabilitas rantai pasok. Ini dapat mencakup peningkatan sistem yang ada atau pembelian solusi titik, seperti solusi bisnis-ke-bisnis (B2B), untuk melengkapi kekurangan sistem lama. Biasanya, proses ini memerlukan kustomisasi "program pembungkus" dari sistem ERP/SCM yang ada untuk mengakomodasi keterkaitan yang diperlukan agar dapat bekerja dengan perangkat lunak paket baru, portal, dan solusi interoperabilitas lainnya.
BP.099 Data Warehousing and Business Intelligence	Gudang Data adalah tempat penyimpanan data yang dirancang untuk mendukung pengambilan keputusan. Intelijen Bisnis (Business Intelligence) adalah proses pengumpulan, analisis, dan penyajian data organisasi seperti informasi pelanggan, pesaing, dan proses agar dapat diubah menjadi informasi yang berguna untuk pengambilan keputusan. Proses ini menggunakan perangkat lunak dan teknologi untuk menyediakan data yang akurat, relevan, dan mudah diakses, seringkali melalui gudang data yang mengintegrasikan berbagai sumber informasi.
BP.155 Standard Operating Procedures	Prosedur Operasi Standar (SOP) adalah praktik pembuatan, penggunaan, dan penerapan dokumen tertulis atau panduan instruksi yang merinci semua langkah dan aktivitas suatu proses atau prosedur. Prosedur operasi standar (SOP) memberikan referensi kepada karyawan untuk menyelesaikan praktik, aktivitas, atau tugas bisnis umum. Karyawan baru menggunakan SOP untuk menjawab pertanyaan mereka tanpa harus menyela supervisor untuk menanyakan bagaimana suatu operasi dilakukan.

d. Kuesioner *Focus Group Disscussion*



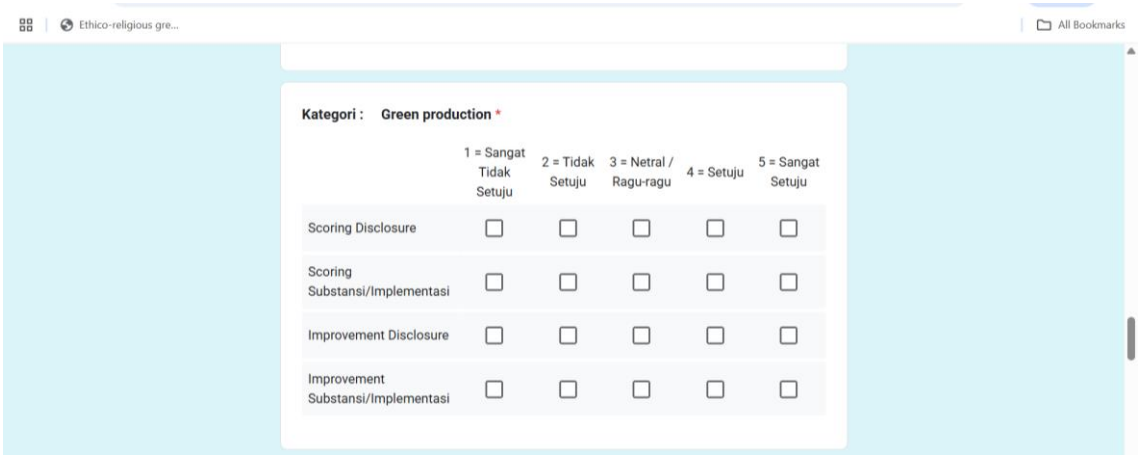
PETUNJUK PENGISIAN

Silakan isi penilaian Anda terhadap masing-masing indikator keberlanjutan dengan memberikan skor pada empat aspek berikut:

1. **Scoring Disclosure** – Penilaian terhadap kelengkapan pengungkapan praktik keberlanjutan dalam laporan tahunan/perusahaan berdasarkan GRI.
2. **Scoring Substansi/Implementasi** – Penilaian terhadap sejauh mana implementasi nyata keberlanjutan dijalankan di perusahaan.
3. **Improvement Disclosure** – Kesesuaian rekomendasi perbaikan atas aspek pengungkapan informasi keberlanjutan.
4. **Improvement Substansi/Implementasi** – Kesesuaian rekomendasi perbaikan atas praktik keberlanjutan yang dilakukan di lapangan.

Gunakan skala berikut untuk setiap penilaian:

1 = Sangat Tidak Setuju
2 = Tidak Setuju
3 = Netral / Ragu-ragu
4 = Setuju
5 = Sangat Setuju



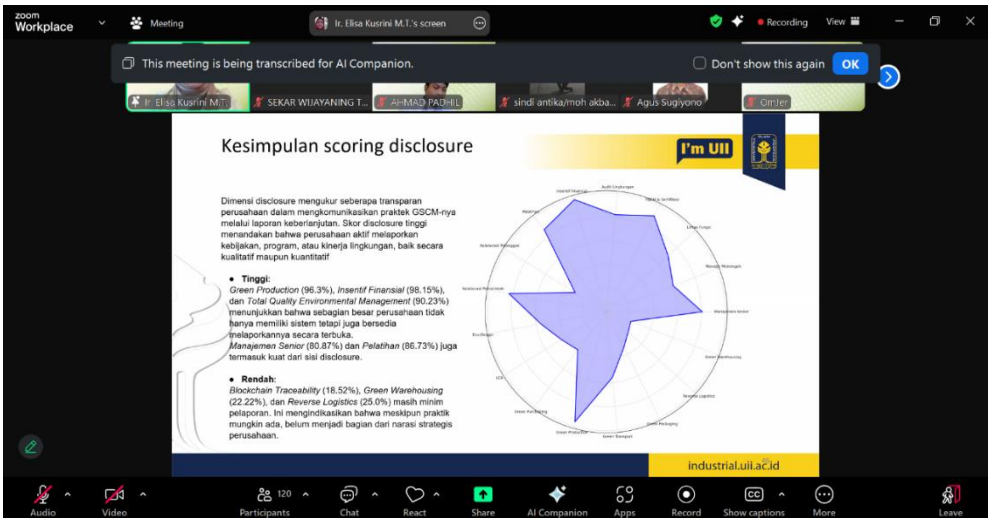
Kategori : Green production *

	1 = Sangat Tidak Setuju	2 = Tidak Setuju	3 = Netral / Ragu-ragu	4 = Setuju	5 = Sangat Setuju
Scoring Disclosure	☐	☐	☐	☐	☐
Scoring Substansi/Implementasi	☐	☐	☐	☐	☐
Improvement Disclosure	☐	☐	☐	☐	☐
Improvement Substansi/Implementasi	☐	☐	☐	☐	☐

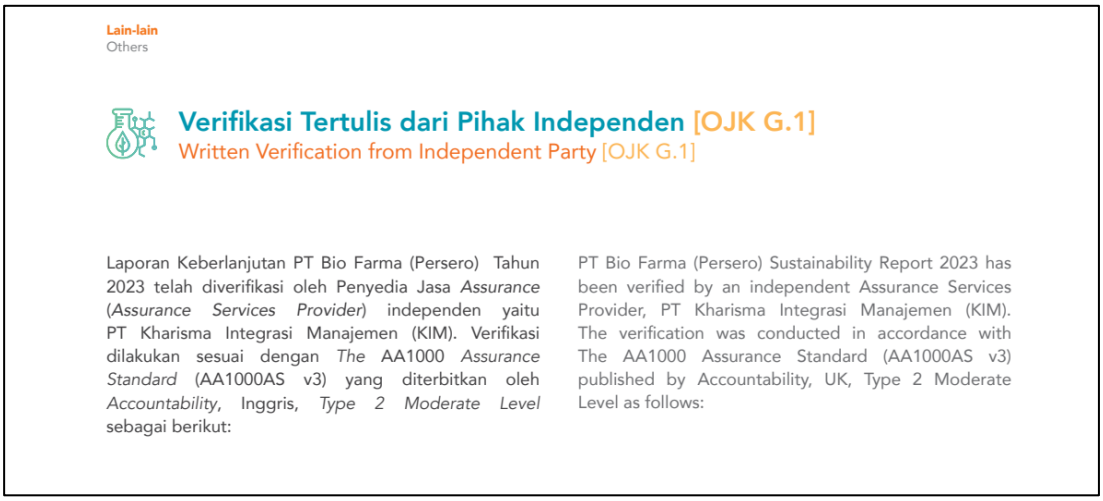
e. Responden *Focus Group Disscussion*

Nama	Jabatan	Instansi/Organisasi
Syaharuddin	Supervisor Produksi	PT. Indoroti Prima Cemerlang
Rafdi Abdul Majid	Engineer	PT. Nusa Halmahera Minerals
AQUARIA MELYNDA SUKAHAR	TEKNISI PENELITIAN DAN PEREKAYASAAN	KEMENTRIAN PERINDUSTRIAN >>>
Revi Agustian	VP	PT Sucofindo
Rifqi Galih Adinata	Direktur	CV RQ Interwood

f. Dokumentasi *Focus Group Disscussion*



g. Verifikasi Laporan Keberlanjutan PT Bio Farma



Lain-lain
Others

Verifikasi Tertulis dari Pihak Independen [OJK G.1]
Written Verification from Independent Party [OJK G.1]

Laporan Keberlanjutan PT Bio Farma (Persero) Tahun 2023 telah diverifikasi oleh Penyedia Jasa *Assurance* (*Assurance Services Provider*) independen yaitu PT Kharisma Integrasi Manajemen (KIM). Verifikasi dilakukan sesuai dengan *The* AA1000 *Assurance Standard* (AA1000AS v3) yang diterbitkan oleh *Accountability*, Inggris, *Type 2 Moderate Level* sebagai berikut:

PT Bio Farma (Persero) Sustainability Report 2023 has been verified by an independent Assurance Services Provider, PT Kharisma Integrasi Manajemen (KIM). The verification was conducted in accordance with The AA1000 Assurance Standard (AA1000AS v3) published by Accountability, UK, Type 2 Moderate Level as follows: