



LAPORAN KEANEKARAGAMAN HAYATI

**PT SEMEN INDONESIA (PERSERO) Tbk
TAHUN 2022**

Tim Penyusun :

Ketua

Prof. Dr. Dra. Supiana Dian Nurtjahyani, M.Kes.

Tenaga Ahli Biologi :

Dwi Oktafitria, S.Si., M.Sc.

Tenaga Ahli Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh :

Yudhistira Tri Nurteisa, S.Si., M.Sc.

Surveyor dan Tenaga Pendukung :

Wildan Ahmad Nabil, S.Si.

Sriwulan, S. Pd., M. Si.

Ahmad Zaenal Arifin, S.Si., M.Si.

Wisudarahman As Sidiqi, S.P., M.Sc.

Tyas Dewi Suryana, S.Si.



KATA PENGANTAR

Laporan Studi Keanekaragaman Hayati PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban ini memuat kajian hasil studi lapangan dan laboratorium mengenai keberadaan dan kondisi eksisting komunitas biota terestrial dan akuatik di lingkungan sekitar area PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban pada periode tahun 2022 (Periode Mei-Juni 2022).

Studi ini dilakukan sepenuhnya bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman hayati di lingkungan sekitar area PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban. Kegiatan studi lapangan dan laboratorium ini meliputi pemantauan jenis spesies flora darat, mangrove, avifauna, non avifauna, plankton, nekton dan makrozoobentos berdasarkan analisa indeks keanekaragaman hayati Shannon Wiener (H') serta indeks ekologi lainnya termasuk didalamnya adalah kelimpahan jenis. Dibahas pula dalam laporan ini mengenai hasil monitoring pelaksanaan kegiatan studi yang sama pada tahun-tahun sebelumnya sebagai salah satu upaya pemantauan lingkungan secara berkala.

Penyusun berharap, semoga laporan studi ini dapat memberikan manfaat dan memenuhi fungsinya sebagai salah satu alat untuk melaksanakan upaya pengelolaan dan pemantauan lingkungan dalam rangka mewujudkan pembangunan berkelanjutan yang berwawasan lingkungan.

Tuban, Agustus 2022

Rektor,



Prof. Dr. Dra. Supiana Dian Nurtjahyani, M.Kes.
NIP. 196805211992022001

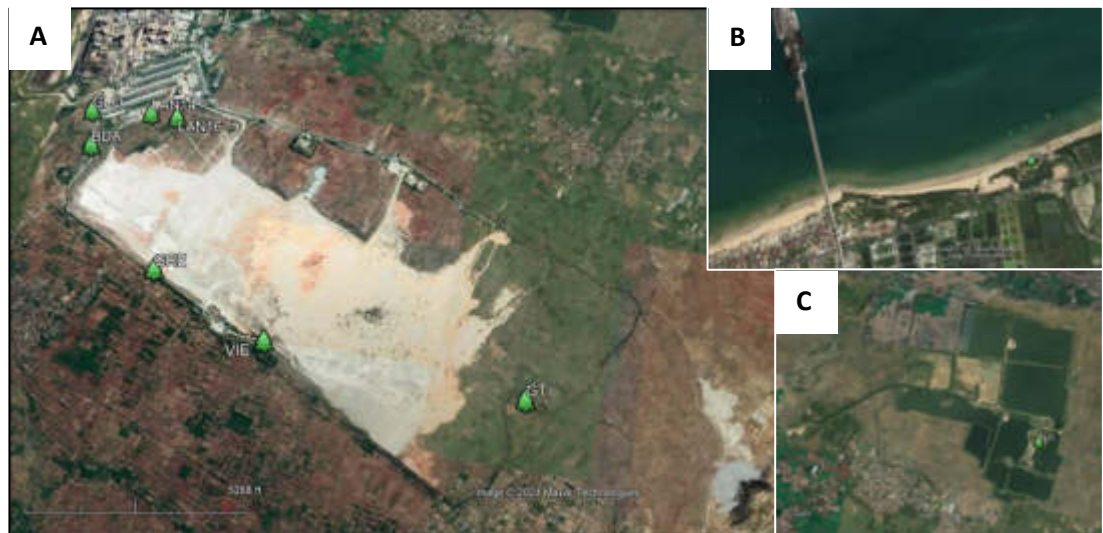
EXECUTIVE SUMMARY
Hasil Monitoring Status Keanekaragaman Hayati PT Semen
Indonesia (Persero) Tbk. 2022

METODOLOGI

Pengamatan dan sampling flora dan fauna terrestrial (darat) dan akuatik telah dilaksanakan setiap tahun di area kerja PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. di Tuban yang secara administratif masuk kedalam wilayah Kecamatan Kerek, Merakurak dan Jenu, Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur. Area pengamatan flora dan fauna darat mencakup area di dalam dan luar kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk., meliputi area *Glory Hole* (GLO), Lantai (LAN, area bekas tambang batu gamping 2 titik lokasi) serta area *Green Belt* yang terdiri dari tiga sub-lokasi yaitu Green Belt (GRE), View Point (VIE) dan *Green Belt* Timur (GTI); area Arboretum Bukit Daun (BDA) serta area eks tambang tanah liat di Tlogowaru (TLO). Pengamatan flora dan fauna darat juga dilakukan dikawasan konservasi mangrove di Socorejo (SOC). Dengan demikian, terdapat delapan lokasi pengamatan flora dan fauna darat. Detail posisi geografis titik pengamatan dan pengambilan sampel biota adalah sebagai berikut :

No	Lokasi	Kode	Variabel	Posisi Geografis	
				Latitude (S)	Magnitude (E)
1	Socorejo	SOC	Fl, Fa, Mg	06°7864'	111°9065'
2	Tlogowaru	TLO	Fl, Fa, Pl, Bt, Ne	06°8595'	111°9472'
3	Lantai 14	LAN	Fl, Fa	06°8753'	111°9146'
4	Lantai 16	LAN	Fl, Fa	06°8752'	111°9159'
5	Glory Hole	GLO	Fl, Fa	06°8756'	111°9101'
6	Greenbelt Timur	GTI	Fl, Fa	06°8915'	111°9452'
7	View Point	VIE	Fl, Fa	06°8906'	111°9273'
8	Greenbelt	GRE	Fl, Fa	06°8868'	111°9182'
9	Arboretum Bukit Daun	BDA	Fl, Fa	06°8783'	111°9110'

Keterangan: Variabel Fl. Flora darat; Fa. Fauna darat; Mg. Mangrove; Pl. Plankton; Bt. Makrofauna bentik; Ne. Nekton (ikan)



Gambar Peta Lokasi Studi Keanekaragaman Hayati PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban Periode Mei-Juni 2022. (A. Lokasi Area Dalam Penambangan Batu Gamping; B. Lokasi Area Luar Kawasan; C. Lokasi Area Dalam Penambangan Tanah Liat/Clay)

Survey Pengambilan Data Dan Analisis

Kegiatan survey pengambilan data dan analisis dilakukan pada parameter biologi meliputi flora darat non mangrove, mangrove, avifauna (burung), fauna non avifauna (non burung), nekton (ikan), makrozoobentos, dan plankton (fitoplankton dan zooplankton). Metode yang dilakukan disesuaikan dengan metode standar ekologi berdasarkan Indeks Keanekaragaman Spesies Shannon Wiener.

A. Flora Darat Dan Mangrove

Pengamatan flora darat dilokasi studi menggunakan metode kuadrat. Pada metode ini, pengamat membuat beberapa kuadrat berukuran 20 x 20 meter yang posisinya ditentukan secara acak pada titik-titik yang diperkirakan cukup representatif untuk menggambarkan kondisi vegetasi secara keseluruhan. Pengamat selanjutnya mengidentifikasi dan menghitung kelimpahan semua spesies flora yang dijumpai dalam kuadrat. Identifikasi spesies tumbuhan terutama mengacu pada Ridley (1922), van Steenis (2002) dan Llamas (2003) serta penggunaan aplikasi PI@ntNet pada handphone berbasis android. Pengukuran keliling atau diameter pohon akan sulit untuk beberapa bentuk dan pertumbuhan tegakan. Setelah proses pengambilan data selesai, proses selanjutnya adalah mencari nilai kerapatan, frekuensi, penutupan dan nilai penting untuk tegakan pohon dan tihang. Untuk kategori sapling dan seedling, nilai penting diperoleh dari penjumlahan nilai kerapatan relatif (Kr) dan frekuensi relatif (Fr) karena tidak dilakukan penghitungan nilai penutupan. Data yang diperoleh dari metode transek kuadrat adalah data kerapatan (density), frekuensi (frequency), penutupan (coverage) atau dominansi dan Indeks Nilai Penting (INP). Dari nilai indeks diversitas Shannon-Wiener (H') dapat ditentukan tingkat keanekaragaman komunitas dengan kriteria sebagai berikut;

Tabel Kriteria Penilaian Tingkat Keanekaragaman berdasarkan Nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H')

Nilai H'	Kriteria Tingkat Keanekaragaman
$H' < 1.00$	Keanekaragaman rendah; menunjukkan bahwa faktor lingkungan sangat berpengaruh terhadap kehidupan organisme
$1.00 < H' < 3.00$	Keanekaragaman sedang; menunjukkan bahwa faktor lingkungan berpengaruh terhadap kehidupan organisme
$H' > 3.00$	Keanekaragaman tinggi; menunjukkan bahwa faktor lingkungan tidak menimbulkan pengaruh terhadap kehidupan organisme

B. Fauna

Fauna dalam pengamatan studi ini terdiri dari avifauna dan non avifauna. Avifauna terdiri dari spesies burung dan non avifauna terdiri dari serangga terbang, reptil, maupun amfibi.

Komunitas Avifauna (Burung)

Burung merupakan salah satu hewan yang menarik untuk dikaji. Mobilitas dan keindahan bulunya menjadikan salah satu daya tarik tersendiri selain suaranya yang merdu. Populasi burung menjadikan suatu lokasi seperti hutan dan tempat lain serasa hidup serta menyenangkan. Oleh karena itu, keberagaman burung menjadi salah satu nilai penting dalam menentukan nilai tambah suatu lokasi. Pengamatan fauna burung dilokasi studi menggunakan kombinasi metode titik hitung (point count) dan koleksi bebas (jelajah). Pada metode titik hitung, pengamat berdiri atau diam di suatu titik tertentu dan mencatat spesies serta jumlah semua burung yang teramati maupun terdengar suaranya. Burung-burung yang dicatat spesies dan jumlahnya adalah burung-burung yang berada pada radius ± 50 meter dari titik dimana pengamat berada. Pada metode koleksi bebas (jelajah), pengamat berjalan melalui suatu jalur atau track/trail yang telah ada dan mencatat spesies serta jumlah semua burung yang teramati maupun terdengar suaranya, dengan radius 50 meter ke arah kanan dan kiri track. Dalam pelaksanaannya, pengamatan burung menggunakan alat bantu teropong binocular dan monocular yang memiliki perbesaran yang lebih tinggi.

Identifikasi burung mengacu pada MacKinnon et al. (1994) dan Strange (2001). Penamaan (nama ilmiah, nama Indonesia dan nama dalam Bahasa Inggris) dan keterangan status perlindungan burung mengacu pada Sukmantoro et al. (2006), IUCN (International Union for Conservation of Nature) Red List (tentang daftar status kelangkaan suatu spesies flora dan fauna) serta update melalui aplikasi android Burungnesia yang dikembangkan oleh tim Birdpacker. Data yang diperoleh berupa data kualitatif komposisi dan sebaran spesies burung serta data kuantitatif berupa kelimpahan individu, jumlah spesies dan nilai indeks-indeks ekologi. Selain indeks diversitas Shannon-

Wiener (H'), untuk komunitas fauna darat dihitung pula nilai indeks ekologi lain yaitu indeks dominansi Simpson (D') dan indeks pemerataan spesies Pielou (J').

Status perlindungan dan/atau keterancamannya spesies burung mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 92 Tahun 2018 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 20 Tahun 2018 tentang Spesies Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi; IUCN Red List; serta Appendix CITES (Convention on International Trade of Endangered Species of Wild Fauna and Flora).

Komunitas Non Avifauna

Pengamatan fauna bukan burung dilakukan dengan metode transek, dengan cara pengamat berjalan disekitar lokasi studi dan mencatat semua spesies fauna yang dijumpai secara langsung maupun yang hanya ditemukan jejak kaki (footprint)-nya. Transek yang digunakan adalah transek yang sama untuk pengamatan burung. Khusus untuk serangga terbang, bila memungkinkan maka spesimen ditangkap dengan menggunakan jaring serangga (insect net atau sweep net) untuk diamati detail karakternya dan didokumentasikan untuk selanjutnya dilepaskan kembali. Data tambahan mengenai keberadaan fauna juga diperoleh dari literatur-literatur yang representatif dan dari wawancara dengan masyarakat setempat. Data yang diperoleh berupa data kualitatif komposisi dan sebaran spesies serta data kuantitatif berupa kelimpahan individu, jumlah spesies dan nilai indeks-indeks ekologi. Selain indeks diversitas Shannon-Wiener (H'), untuk komunitas fauna darat dihitung pula nilai indeks ekologi lain yaitu indeks dominansi Simpson (D') dan indeks pemerataan spesies Pielou (J').

Nekton

Sampling nekton di area Tlogowaru (TLO) dilakukan dengan menggunakan alat bantu scoop net dan bubu (fish trap) (Gambar 9). Pengambilan sampel nekton juga menggunakan bantuan warga lokal yang mencari ikan dengan menggunakan alat tangkap berbeda-beda kemudian dilakukan identifikasi spesies ikan air tawar dari lokasi studi. Data yang diperoleh merupakan data kualitatif mengenai komposisi dan kekayaan spesies ikan serta kuantitatif berupa kelimpahan ikan tertangkap. Oleh karena itu, analisis dilakukan secara deskriptif kuantitatif melalui pembobotan frekuensi kedalam empat kategori yaitu melimpah (Abundant), sering dijumpai (Frequent), kadang-kadang dijumpai (Occasional) dan jarang dijumpai (Rare) (Suthers, 2004). Nilai kelimpahan setiap spesies juga akan digunakan untuk menentukan nilai Indeks diversitas Shannon-Wiener (H'), Indeks dominansi Simpson (D) dan Indeks pemerataan Pielou (J). Status perlindungan dan/atau keterancamannya spesies ikan tertangkap mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 92 Tahun 2018 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 20 Tahun 2018 tentang Spesies Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi; IUCN Red List; serta Appendix CITES (Convention on International Trade of Endangered Species of Wild Fauna and Flora).

Makrozoobentos/ Bentos

Sampling makrozoobentos di area Tlogowaru (TLO) dilakukan dengan metode hand collecting secara langsung dan dengan bantuan scoop net yang disapukan pada tepi badan perairan, terutama pada area bervegetasi. Spesimen target dalam sampling ini antara lain adalah larva Insecta, Crustacea, Mollusca kecil dan invertebrata lainnya. Setelah pengambilan sampel di dasar perairan kemudian dilakukan penyaringan dari sampel. Pada dasarnya sampel yang diperoleh saat pengambilan masih bercampur dengan materi-materi lainnya. Dalam hal ini dibutuhkan saringan (sieve) bertingkat. Untuk ukuran mata saringan terkecil yang biasa digunakan adalah 0.5 mm (English et al. 1994; Ferianita-Fachrul 2005). Sampel diletakkan di atas saringan dan kemudian dialiri air mengalir hingga materi lain selain benda berukuran di atas 0.5 mm akan tertahan. Makrozoobentos yang tertahan pada masing-masing saringan selanjutnya dipilah (sorting) dan diidentifikasi hingga taksa genus atau spesies. Identifikasi spesies-spesies makrozoobentos berdasarkan Carpenter & Niem (Ed.) (1998), Djajasmita (1999) dan Dharma (2005) serta literatur lain yang representatif.

Salah satu pendekatan yang sering digunakan untuk mengetahui kondisi komunitas makrozoobentos adalah pendekatan berdasarkan indeks diversitas Shannon-Wiener (H'), indeks dominansi Simpson (D) dan indeks pemerataan Pielou (J). Selanjutnya dari nilai Indeks Diversitas dapat diketahui kualitas suatu perairan berdasarkan tabel kualitas perairan berdasarkan indeks diversitas makrozoobentos (Wibisono, 2005). Formulasi Shannon-Wiener dan tabel kualitas perairan berdasarkan indeks diversitas yang digunakan untuk makrozoobentos adalah sama dengan formulasi dan indeks untuk biota plankton. Selain ketiga indeks tersebut, pada studi ini digunakan Indeks Biotik Famili (Family Biotic Index) yang sering digunakan untuk komunitas makrozoobentos diperairan tawar. Indeks ini didasarkan pada kemampuan toleransi makrozoobentos terhadap paparan cemaran organik. Nilai toleransi berkisar antara 0 – 10 yang nilainya semakin meningkat untuk tiap famili makrozoobentos seiring dengan penurunan kualitas air yang dihuninya. Nilai tersebut dikembangkan oleh Hilsenhoff (1988) untuk menunjukkan variasi toleransi makrozoobentos yang selanjutnya digunakan untuk menghitung Modified Family Biotic Index (Indeks Biotik Famili yang dimodifikasi) untuk mendeteksi tingkat pencemaran organik di perairan yang diamati (Rini, 2011). Adapun penilaian kualitas dasar perairan dengan Indeks FBI ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel Penilaian Kualitas Air dengan Indeks FBI

<i>Famili Biotic Index</i>	Kualitas air	Tingkat pencemaran organik
0.00 – 3.75	Amat sangat bagus	Tidak tercemar
3.76 – 4.25	Sangat bagus	Kemungkinan tercemar
4.26 – 5.00	Bagus	Kemungkinan agak tercemar
5.01 – 5.75	Sedang	Tercemar sedang
5.76 – 6.50	Agak buruk	Tercemar agak berat
6.51 – 7.25	Buruk	Tercemar berat
7.26 – 10.00	Sangat buruk	Tercemar sangat berat

Komunitas Plankton

Plankton merupakan sekelompok biota akuatik, baik berupa tumbuhan maupun hewan yang hidup melayang maupun terapung secara pasif di permukaan perairan, dan pergerakan serta penyebarannya dipengaruhi oleh gerakan arus walaupun sangat lemah (Sumich, 1992; Nybakken, 1993; Arinardi, 1997). Menurut Sumich (1999), plankton dapat dibedakan menjadi dua golongan besar yaitu fitoplankton (plankton nabati) dan zooplankton (plankton hewani). Pengambilan sampel plankton dilakukan dengan cara menyaring air dari suatu badan perairan dengan menggunakan plankton net. Dalam hal ini, plankton net yang digunakan adalah small standard net dengan panjang 100 cm dan diameter mulut atau bukaan net adalah 30 cm. Sampel plankton yang tersaring selanjutnya dimasukkan kedalam botol sampel dan diawetkan dalam buffered-formalin 4%. Sampel fitoplankton dapat langsung diidentifikasi tanpa proses sorting terlebih dahulu. Sebanyak 1 ml sampel diteteskan kedalam sedgwick rafter dan diamati dibawah mikroskop compound. Selanjutnya fitoplankton diidentifikasi dan dihitung jumlahnya pada tiap kategori takson. Identifikasi spesies-spesies plankton berdasarkan Yamaji (1979), Tomas (1997) dan Redden et al. (2009).

Terkait dengan salah satu fungsi plankton sebagai bioindikator kualitas perairan, maka dari kekayaan spesies dan kepadatan plankton dapat dicari Indeks Keanekaragaman (Diversity Index) berdasarkan formulasi Shannon-Wiener (H'), indeks dominansi Simpson (D) dan indeks pemerataan Pielou (J). Selanjutnya dari nilai Indeks Diversitas dapat diketahui kualitas suatu perairan berdasarkan tabel kualitas perairan berdasarkan indeks diversitas fitoplankton dan zooplankton.

Tabel Kualitas Perairan Berdasarkan Indeks Diversitas Fitoplankton dan Zooplankton

Kualitas Perairan	Indeks Diversitas	
	Phytoplankton	Zooplankton
Sangat baik	>2,0	>2,0
Baik	1,6 – 2,0	1,6 – 2,0
Sedang	1,0 – 1,6	1,4 – 1,6
Buruk	0,7 – 1,0	1,0 – 1,4
Sangat Buruk	<0,7	<1,0

Berdasarkan Wibisono (2005) dari nilai Indeks Diversitas juga dapat ditentukan kualitas suatu perairan dengan kriteria seperti pada tabel berikut;

Tabel Kriteria Penilaian Pembobotan Kualitas Lingkungan Biota Plankton

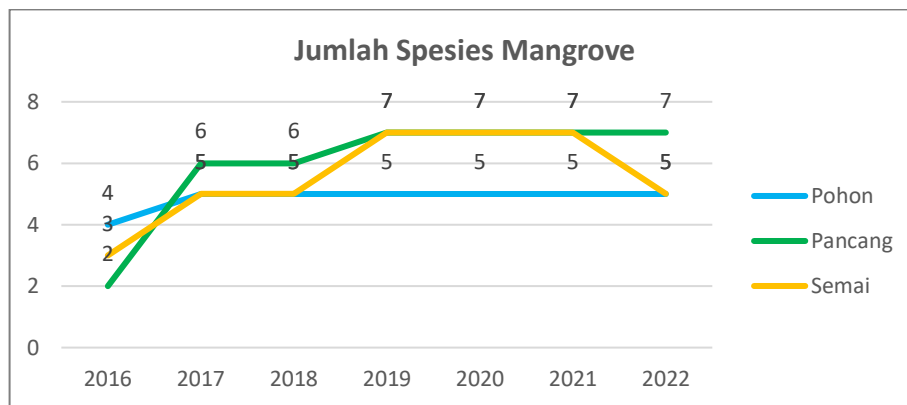
Indeks Keanekaragaman	Kondisi struktur	komunitas Kategori
>2,41	Sangat stabil	Sangat baik
1,81 – 2,4	Lebih stabil	Baik
1,21 – 1,8	Stabil Sedang	Sedang
0,61 – 1,20	Cukup stabil	Buruk
<0,6	Tidak stabil	Sangat buruk

HASIL

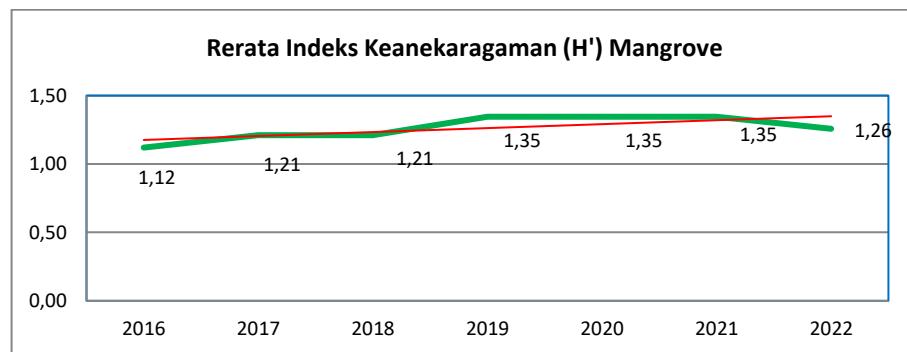
Peningkatan status keanekaragaman setiap komunitas diseluruh area PT Semen Indonesia (Persero) Tbk dilihat berdasarkan data monitoring yang telah dilakukan sejak tahun 2015.

Mangrove

Berdasarkan data hasil monitoring komunitas hutan bakau/mangrove dari tahun 2016 hingga tahun 2022 di lokasi studi Socorejo (SOC) diketahui bahwa jumlah spesies mangrove yang ditemukan mengalami kenaikan dari tahun 2016 ke tahun 2022. Jumlah spesies dalam komunitas hutan bakau/mangrove juga akan berpengaruh pada kerapatan vegetasi.



Gambar Grafik Jumlah Spesies Mangrove Di Area Konservasi Socorejo PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tuban



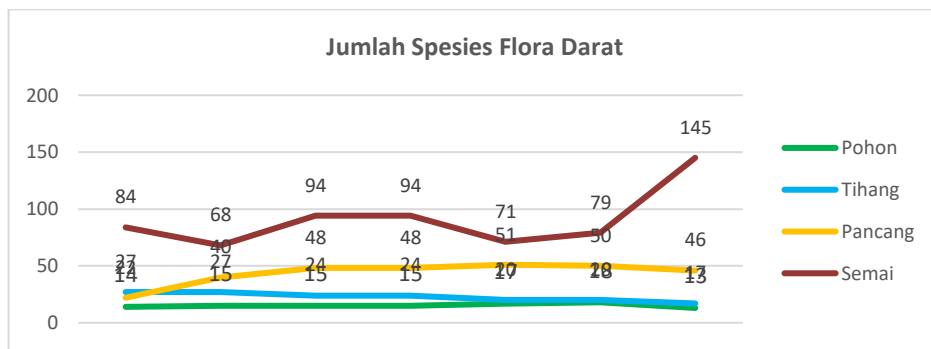
Gambar Grafik Trend Peningkatan H' (Indeks Keanekaragaman) Mangrove Di Area Konservasi Socorejo PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tuban

Berdasarkan data monitoring kerapatan tumbuhan mangrove pada setiap kategori tegakan diketahui mengalami kenaikan dari tahun 2016 hingga tahun 2021 dan mengalami penurunan di tahun 2022 dimungkinkan adanya degradasi pantai terkait erosi pantai maupun pembukaan lahan ekowisata yang berdampingan dengan lokasi studi Socorejo, hal ini terlihat pada area eksisting hutan mangrove yang berubah fungsi menjadi area ekowisata pantai. Berdasarkan data monitoring nilai indeks keanekaragaman (H') mangrove pada kategori pohon dari tahun 2016 hingga tahun 2022 diketahui mengalami

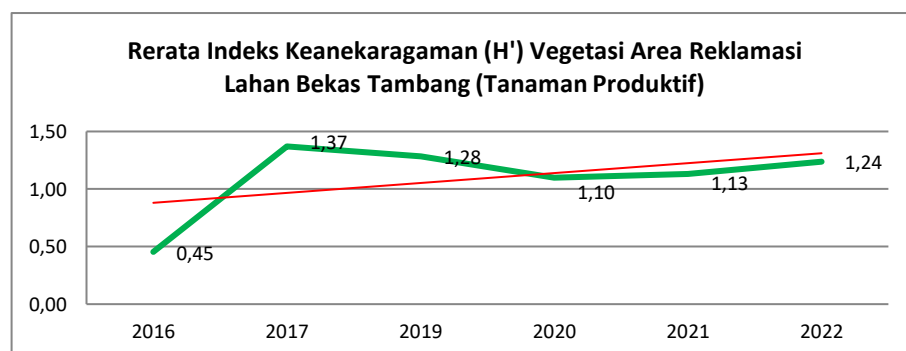
peningkatan di tahun 2016 ke tahun 2019 (1.12 menjadi 1.35) dan mengalami penurunan di tahun 2022 menjadi 1.26.

Flora darat

Untuk melihat vegetasi mampu tumbuh dan berkembang dengan baik maka dapat dilihat dari interaksi tumbuhan dengan faktor lingkungan yang cenderung mudah mengalami perubahan. Seperti halnya vegetasi di area kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk khususnya area lahan bekas tambang batu gamping untuk tanaman produktif. Grafik dibawah menunjukkan indeks keanekaragaman vegetasi untuk tanaman produktif sejak tahun 2016 hingga tahun 2022 di lokasi LAN.14 (Lantai 2014) yang merupakan hasil upaya PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. pabrik Tuban untuk mengembalikan lahan bekas tambang menjadi lahan produktif dan menjadi kawasan konservasi baik flora maupun fauna. Peningkatan indeks keanekaragaman vegetasi ini menunjukkan bahwa upaya perusahaan untuk mengkonservasi lahan bekas tambang menghasilkan dampak yang sangat berpengaruh terhadap tanah maupun pertumbuhan vegetasi. Dengan berkembangnya vegetasi di area lahan reklamasi berdampak besar terhadap peningkatan populasi jenis fauna khususnya serangga tanah dan serangga terbang serta dapat dikatakan bahwa suksesi lahan bekas tambang telah berhasil dilakukan oleh PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. pabrik Tuban.



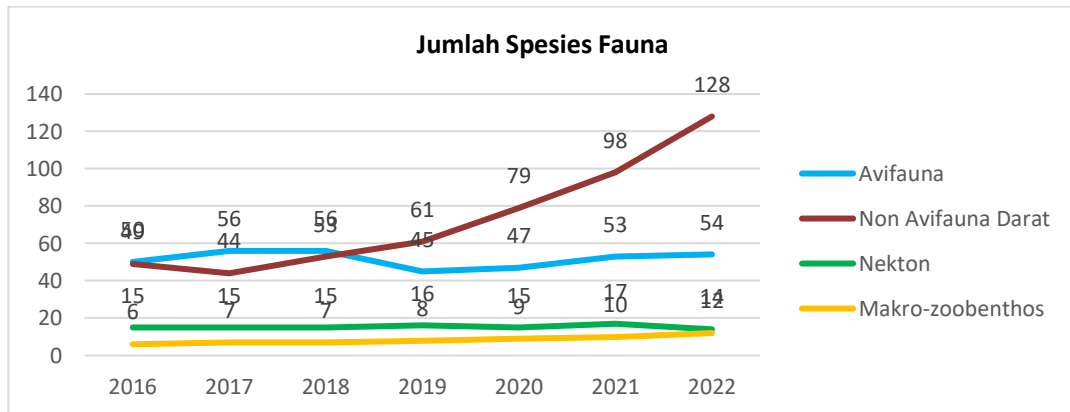
Gambar Grafik Trend Jumlah Spesies Flora Darat Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban



Gambar Grafik Trend Peningkatan H' (Indeks Keanekaragaman) Vegetasi Tanaman Produktif Di Area Lantai 2014 (Lahan Reklamasi Tahun 2014) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tuban

Fauna

Diketahui bahwa dilakukan monitoring untuk fauna dari tahun 2016 hingga tahun 2022. Fauna tersebut mencakup avifauna (burung) dan non avifauna (fauna selain burung). Diketahui bahwa jumlah keseluruhan spesies fauna seluruh lokasi setiap tahunnya mengalami kenaikan dengan tren sebagai berikut :



Gambar Grafik Jumlah Spesies Fauna Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban

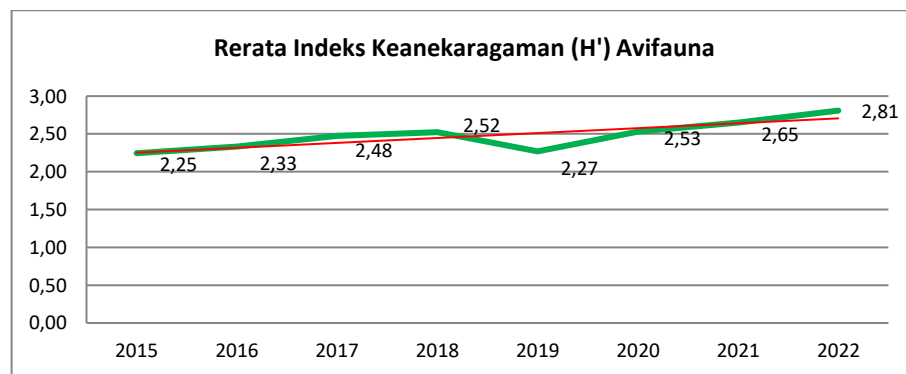
A. Avifauna

Diketahui bahwa jumlah spesies selama kurun waktu 7 tahun mengalami fluktuasi dengan rentang nilai yang relatif rendah sedangkan jumlah individu juga mengalami hal yang sama. Fluktuasi yang menyebabkan peningkatan maupun penurunan jumlah spesies maupun jumlah individu merupakan indikasi bahwa avifauna di keseluruhan lokasi studi dapat berubah tergantung daya dukung lingkungan yang ada. Daya dukung lingkungan dapat berasal dari kegiatan manusia antara lain minimnya aktivitas penembakan, ketersediaan sumber pakan dari manusia dan kondisi habitat yang minim kegiatan antropogenik. Berdasarkan indeks keanekaragaman (H') avifauna diketahui bahwa di setiap lokasi studi sejak 2016 hingga 2022 mengalami kenaikan yang stabil secara berturut-turut. Nilai indeks keanekaragaman avifauna ini masih dapat terus meningkat dengan meningkatnya sumber pakan yang tersedia dan habitat yang baik untuk berkembang biak. Keanekaragaman dan tingkat kualitas habitat secara umum di suatu lokasi akan semakin majemuk habitatnya maka cenderung semakin tinggi keanekaan jenis burungnya (Gonzales, 1993). Hal ini sesuai pendapat Alikodra (1990) menjelaskan bahwa pergerakan burung berhubungan erat dengan sifat individu dan kondisi lingkungan seperti ketersediaan makanan, fasilitas untuk berkembang biak, pemangsaan kondisi cuaca, sumber air dan adanya perusakan lingkungan.

Kenaikan trend setiap tahunnya juga menunjukkan bahwa program konservasi sumber daya hayati yang diterapkan PT Semen Indonesia sejauh ini berjalan dengan baik dan memberi nilai positif bagi kelangsungan lingkungan dan sumber daya hayati di dalamnya. Namun disisi lain perlu usaha peningkatan yang signifikan sehingga jenis-jenis

yang hadir cukup banyak dengan individunya yang juga bertambah sehingga indeks keanekaragaman (H') dapat terus meningkat dan masuk ke dalam kategori tinggi. Kondisi yang demikian sangat ideal karena indeks keanekaragaman semakin tinggi didukung oleh kemampuan lingkungan untuk menyediakan sumber-sumber yang dibutuhkan jenis-jenis burung untuk berkembangbiak sehingga jumlah jenis maupun individunya juga semakin meningkat.

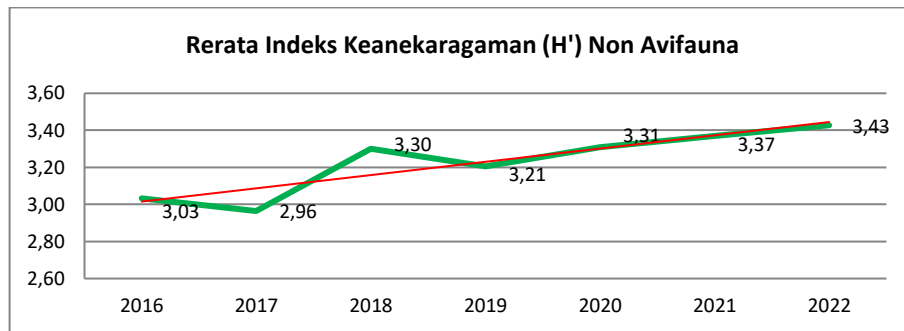
Pepohonan memberikan sumber daya bagi kehidupan burung yakni memberikan sumber pakan dan tempat berlindung sebagai hal mendasar untuk bertahan hidup. Semakin beranekaragam struktur habitat (keanekaragaman jenis tumbuhan dan struktur vegetasi) maka akan semakin besar keanekaragaman satwa (Dewi dkk, 2012). Habitat yang memiliki jenis vegetasi yang beragam akan menyediakan lebih banyak jenis pakan, sehingga pilihan pakan bagi burung akan lebih banyak. Penemuan jenis burung sangat berkaitan erat dengan kondisi habitatnya. Satwa akan memilih habitat yang memiliki kelimpahan sumberdaya bagi kelangsungan hidupnya, sebaliknya jarang atau tidak ditemukan pada lingkungan yang kurang menguntungkan baginya (Rohiyani, 2014). Pada spesies tertentu keberadaan kompetitor juga berpengaruh terhadap eksistensi burung dalam suatu wilayah, terutama spesies yang membutuhkan sumber daya yang sama. Selain itu hal tersebut, faktor luar terutama kondisi kualitas lingkungan (Lack, 1969) seperti suhu, polusi dan akifitas manusia juga berpengaruh pada keberadaan burung dalam suatu wilayah.



Gambar Grafik Trend Peningkatan H' (Indeks Keanekaragaman) Avifauna Di Area PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tuban

B. Non Avifauna Darat

Keberadaan fauna sangat penting dalam sebuah komunitas, tak terkecuali fauna non avifauna yang terdiri atas kelompok besar serangga terbang, serangga tanah, reptil dan amfibi. Diketahui bahwa hasil monitoring indeks keanekaragaman non avifauna mengalami peningkatan sejak tahun 2015 hingga tahun 2022. Selama 7 tahun berjalan, kategori indeks keanekaragaman avifauna tergolong kedalam keanekaragaman sedang hingga tinggi. Berdasarkan data monitoring pemantauan non avifauna dari tahun 2016 hingga 2022 diketahui mengalami dinamika yang cukup tinggi.

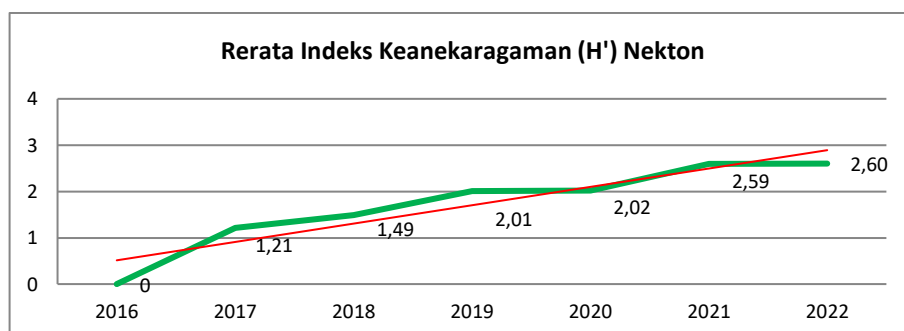


Gambar Grafik Trend Peningkatan H' (Indeks Keanekaragaman) Non Avifauna Di Area PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tuban

Sepanjang 7 tahun ini, kelimpahan individu non avifauna mengalami fluktuasi yang sangat tinggi dari tahun 2016 hingga tahun 2022 khususnya di lokasi GRE, GTI, LAN, TLO dan BDA sehingga diprediksi tetap akan mengalami peningkatan ditahun berikutnya. Perubahan tidak hanya untuk jumlah individu saja melainkan jumlah spesies non avifauna pula. Jumlah spesies mengalami peningkatan yang sangat tajam di tahun 2022 khususnya di seluruh lokasi studi. Diketahui dari analisis monitoring indeks keanekaragaman hayati untuk non avifauna yang telah dilakukan sejak tahun 2016 hingga 2022 memperlihatkan grafik yang cukup bagus. Peningkatan indeks keanekaragaman non avifauna relatif stabil dari tahun 2016 hingga tahun 2022. Peningkatan nilai H' hampir di keseluruhan lokasi studi sejak 2016 hingga 2022. Peningkatan nilai indeks keanekaragaman yang konsisten setiap tahun dari tahun 2016 hingga tahun 2022 diketahui terdapat pada lokasi SOC, VIE, GLO, dan BDA walaupun di lokasi yang lain (GRE, GTI, LAN, TLO) juga mengalami peningkatan.

C. Nekton

Nekton yang dimaksud dalam laporan ini adalah ikan. Data indeks keanekaragaman ikan diambil sejak tahun 2017 hingga 2022 dan selama itu mengalami peningkatan yang cukup baik dan stabil disetiap tahunnya sehingga dimungkinkan akan mengalami peningkatan kembali di tahun berikutnya. Nilai indeks keanekaragaman nekton berada pada nilai $1 < H' < 3$ sehingga termasuk kedalam kategori keanekaragaman sedang.

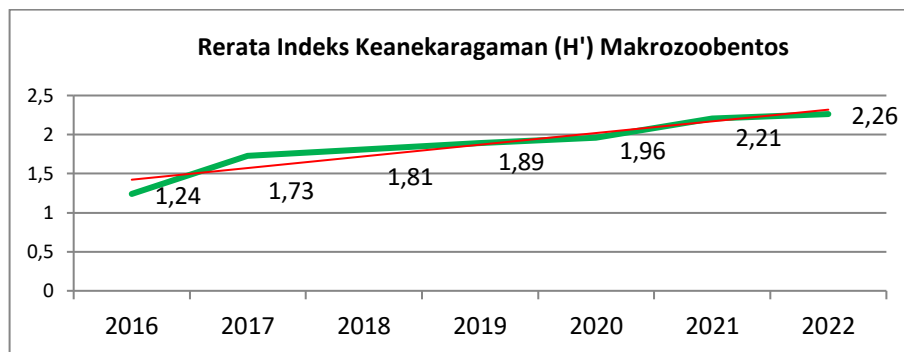


Gambar Grafik Trend Peningkatan H' (Indeks Keanekaragaman) Nekton di Area Tlogowaru PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tuban

D. Makrozoobentos/Bentos

Fauna yang memiliki habitat bentik (dasar) dengan ukuran tubuh lebih besar dari 0.5 mm termasuk kedalam makrozoobentos. Makrozoobentos yang umum ditemukan adalah dari kelompok mollusca yang biasanya menempel pada batang, akar dan daun serta dibawah substrat perairan. Makrozoobentos yang hidupnya relatif menetap cocok digunakan sebagai petunjuk kualitas lingkungan karena selalu mengadakan kontak dengan limbah yang masuk kedalam habitatnya. Kelompok organisme tersebut dapat lebih mencerminkan adanya perubahan faktor-faktor lingkungan dari waktu ke waktu. Kelebihan penggunaan makrozoobentos sebagai indikator pencemaran organik adalah karena jumlahnya relatif banyak, mudah ditemukan, mudah dikoleksi dan diidentifikasi, bersifat immobile, dan memberi tanggapan yang berbeda terhadap kandungan bahan organik.

Berdasarkan hasil monitoring yang dilakukan terhadap makrozoobentos dari tahun 2016 hingga 2022 diketahui bahwa pada data komposisi spesies dan kelimpahan spesies mengalami peningkatan yang relatif stabil. **Nilai indeks keanekaragaman (H') dari tahun 2016 hingga tahun 2022 mengalami peningkatan setiap tahun.** Indeks keanekaragaman makrozoobentos selama tahun 2015 hingga tahun 2022 termasuk kedalam kategori keanekaragaman sedang karena bernilai $1 < H' < 3$. Makrozoobentos yang banyak ditemukan dilokasi Tlogowaru adalah jenis Gastropoda, hal ini dimungkinkan karena Gastropoda memiliki kemampuan beradaptasi yang tinggi terhadap lingkungan dan tipe pemakan deposit materi (deposit feeder) dipermukaan lumpur yang sesuai dengan kondisi substrat perairan di Tlogowaru.



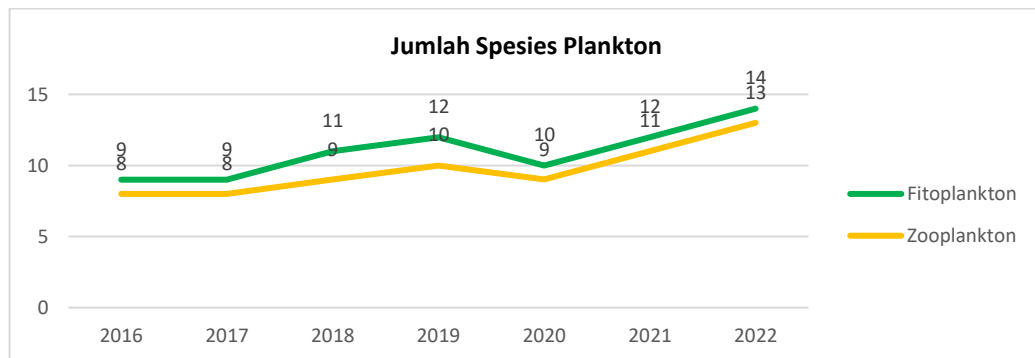
Gambar Grafik Trend Peningkatan H' (Indeks Keanekaragaman) Makrozoobentos Di Area Tlogowaru PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tuban

Plankton

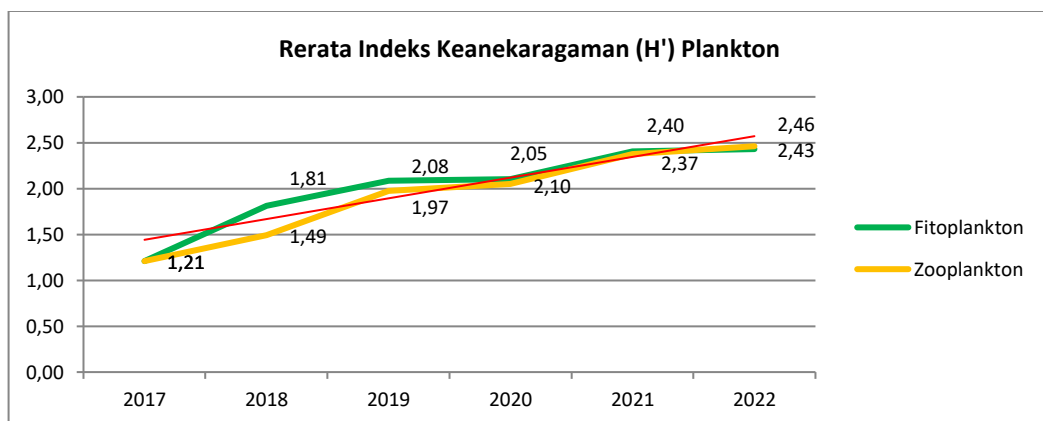
Komunitas plankton yang dilakukan pengambilan data berada dilokasi Tlogowaru. Plankton sering digunakan sebagai bioindikator untuk memantau perubahan ekologis dalam sistem perairan serta dianggap sebagai bioindikator alami yang baik karena respons cepat mereka terhadap kondisi lingkungan yang berfluktuasi (Livingston et al., 2002). Faktor lingkungan menyebabkan fluktuasi populasi plankton, contoh dari faktor lingkungan tersebut adalah ketersediaan nutrisi dalam perairan. Monitoring yang

dilakukan untuk komunitas plankton dilakukan sejak tahun 2018 hingga 2022. Selama kurun waktu 6 tahun pemantauan, diketahui bahwa untuk kelimpahan individu (ni) pada fitoplankton maupun zooplankton cenderung mengalami dinamika kenaikan dari tahun 2017 hingga tahun 2022. Berdasarkan hasil monitoring plankton dari tahun 2017 hingga tahun 2022 diketahui bahwa nilai indeks keanekaragaman (H') fitoplankton dan zooplankton mengalami kenaikan yang konsisten dan stabil setiap tahunnya. Peningkatan indeks keanekaragaman ini memiliki arti bahwa vegetasi dan lingkungan di Tlogowaru memiliki peran yang sangat penting terhadap keberadaan plankton. Sejak tahun 2017 hingga 2022, indeks keanekaragaman fitoplankton maupun zooplankton termasuk kedalam kategori keanekaragaman sedang karena nilai indeks keanekaragamannya bernilai $1 < H' < 3$.

Kategori nilai indeks keanekaragaman sedang dapat dikarenakan adanya beberapa faktor antara lain kondisi suhu, ph, salinitas dan banyaknya nutrient diperairan Tlogowaru. Keberadaan plankton baik fito maupun zoo pada perairan tawar cenderung memiliki nilai keanekaragaman rendah dibandingkan dengan perairan laut. Tingginya keberadaan plankton dapat pula bermanfaat sebagai pakan alami bagi nekton yang berkembangbiak diperairan Tlogowaru.



Gambar Grafik Trend Jumlah Spesies Plankton Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban



Gambar Grafik Trend Peningkatan H' (Indeks Keanekaragaman) Plankton (Fitoplankton dan Zooplankton) di Area Tlogowaru PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tuban

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
EXECUTIVE SUMMARY	ii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xxiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG.....	1
1.2. LANDASAN HUKUM.....	2
1.3. MAKSUD DAN TUJUAN	3
1.4. RUANG LINGKUP STUDI.....	3
BAB II GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN.....	4
2.1 IDENTITAS PERUSAHAAN	4
2.2 LOKASI PERUSAHAAN	4
2.3 KEGIATAN PERUSAHAAN.....	4
BAB III METODOLOGI	6
3.1. WAKTU STUDI	6
3.2. PEMETAAN LOKASI KAJIAN STUDI	6
3.3 SURVEY PENGAMBILAN DATA DAN ANALISIS.....	7
3.3.1 FLORA	7
3.3.2 FAUNA.....	12
KONDISI KOMUNITAS FLORA DAN FAUNA EKSISTING.....	25
4.1. KONDISI KOMUNITAS FLORA.....	25
4.1.1. ANALISIS KONDISI HUTAN BAKAU (MANGROVE) TAHUN 2022	25
4.1.2. ANALISIS MONITORING KEANEKARAGAMAN SPESIES VEGETASI HUTAN BAKAU (MANGROVE) TAHUN 2016-2022.....	30
4.1.3. ANALISIS KONDISI FLORA DARAT NON MANGROVE TAHUN 2022	32
4.1.4. ANALISIS MONITORING KEANEKARAGAMAN SPESIES VEGETASI FLORA DARAT (NON MANGROVE) TAHUN 2016-2022	67
4.2. KONDISI KOMUNITAS AVIFAUNA	72
4.2.1. ANALISIS KONDISI AVIFAUNA TAHUN 2022.....	73

4.2.2. ANALISIS MONITORING KEANEKARAGAMAN SPESIES AVIFAUNA TAHUN 2016-2022	79
4.2.3. STATUS PERLINDUNGAN DAN KETERANCAMAN FAUNA BURUNG (AVIFAUNA) TAHUN 2022.....	81
4.3. KONDISI KOMUNITAS NON AVIFAUNA.....	82
4.3.1. ANALISIS KONDISI NON AVIFAUNA TAHUN 2022	82
4.3.2. ANALISIS MONITORING KEANEKARAGAMAN SPESIES NON AVIFAUNA TAHUN 2016-2022	91
4.4. KONDISI KOMUNITAS NEKTON.....	93
4.4.1. ANALISIS KONDISI NEKTON TAHUN 2022	93
4.4.2. ANALISIS MONITORING KEANEKARAGAMAN SPESIES NEKTON TAHUN 2016-2022	95
4.5. KONDISI KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS/BENTOS	96
4.5.1. ANALISIS KONDISI MAKROZOOBENTOS/BENTOS TAHUN 2022.....	97
4.5.2. ANALISIS MONITORING KEANEKARAGAMAN SPESIES MAKROZOOBENTOS/BENTOS TAHUN 2016-2022.....	99
4.6. KONDISI KOMUNITAS PLANKTON	100
4.6.1. ANALISIS KONDISI PLANKTON TAHUN 2022.....	100
4.6.2. ANALISIS MONITORING KEANEKARAGAMAN SPESIES PLANKTON TAHUN 2016-2022	103
KESIMPULAN	105
SARAN DAN REKOMENDASI	107
.....	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Lokasi Perusahaan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban	5
Gambar 2 Peta Area Studi Keanekaragaman Hayati Di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban Tahun 2022. (A. Lokasi Area dalam Penambangan Batu Gamping(LAN, GLO,BDA, GRE, VIE, GTI); B. Lokasi Area Luar Kawasan (SOC); C. Lokasi dalam Penambangan Tanah Liat/ <i>Clay</i>) (TLO)	7
Gambar 3 Petunjuk Pengukuran Diameter atau Keliling Batang pada Berbagai Bentuk Tegakan	9
Gambar 4 Pengukuran dan Pencatatan Data Keliling dan Diameter Tegakan Flora Darat Di Lokasi Studi [Sumber: Dokumentasi Kegiatan]	9
Gambar 5 Pengamatan Burung (A. Ilustrasi metode point count; B. Pengambilan Foto Burung; C. Dengan Alat Bantu Binokular Di Lokasi Studi Pada Juni 2022 (Sumber: Dokumentasi Kegiatan)	13
Gambar 6 Pengamatan Avifauna dengan Alat Bantu Teropong Binokular (Sumber: Dokumentasi Kegiatan)	13
Gambar 7 Pengamatan Fauna Bukan Burung (Non Avifauna) Di Lokasi Studi (Sumber: Dokumentasi Kegiatan)	15
Gambar 8 Pengambilan Sampel Makrozoobentos dengan Menggunakan Scoop Net di Tlogowaru pada Mei 2022 (Sumber: Dokumentasi kegiatan).....	17
Gambar 9 Sampling Nekton dengan Menggunakan Perangkap Bubu (<i>Fish Trap</i>) di Lokasi Embung Tlogowaru (TLO) (Sumber: Dokumentasi Kegiatan).....	21
Gambar 10 Pengambilan Sampel Plankton Dengan Teknik Lempar Menggunakan Small Standar Plankton Net Di Tlogowaru (TLO) Pada Mei 2022 (Sumber: Dokumentasi Kegiatan)	24
Gambar 11 Persentase Kelimpahan Spesies Mangrove Kategori Pertumbuhan Pohon, Pancang dan Semai di Lokasi Studi Socorejo (SOC)	25
Gambar 12 <i>Rhizophora apiculata</i> Sebagai Spesies Dominan Di Lokasi Studi Socorejo.....	27
Gambar 13 Grafik Kerapatan Tegakan Pohon Mangrove Di Lokasi Socorejo (SOC) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha).....	27
Gambar 14 Grafik Kerapatan Tegakan Pancang Mangrove Di Lokasi Socorejo (SOC) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha).....	27
Gambar 15 Grafik Kerapatan Tegakan Semaian Mangrove Di Lokasi Socorejo (SOC) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha).....	28
Gambar 16 Persentase Tutupan Hutan Bakau/Mangrove Di Lokasi Studi Socorejo (SOC) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022	29
Gambar 17 Kondisi Pesisir Pantai Socorejo Akibat Erosi Pantai Socorejo pada Mei 2022	29
Gambar 18 Grafik Nilai Indeks Keanekaragaman Mangrove Di Lokasi Studi Socorejo (SOC) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022	30
Gambar 19 Grafik Monitoring Perbandingan Jumlah Spesies Mangrove pada Lokasi Studi Socorejo (SOC) Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022	31

Gambar 20 Grafik Monitoring Perbandingan Kerapatan Mangrove pada Lokasi Studi Socorejo (SOC) Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022 (dari kiri: kategori pertumbuhan pohon, pancang, semai)	31
Gambar 21 Grafik Monitoring Perbandingan Indeks Keanekaragaman (H') Mangrove Pada Lokasi Studi Socorejo (SOC) Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022	32
Gambar 22 Cemara Laut Dan Pandan Laut Mendominasi Flora Darat Di Lokasi Studi Socorejo (SOC) (Sumber: Dokumentasi Kegiatan)	42
Gambar 23 Kelimpahan Flora Darat Kategori Pertumbuhan Pohon, Tihang, Pancang Dan Semai di lokasi studi Socorejo (SOC).....	42
Gambar 24 Grafik Kerapatan Tegakan Pohon, Tihang dan Pancang Di Lokasi Socorejo (SOC) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha).....	43
Gambar 25 Grafik Kerapatan Tegakan Semaian Di Lokasi Socorejo (SOC) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha).....	43
Gambar 26 Persentase Tutupan Pohon dan Tihang Di Lokasi Socorejo (SOC) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022	44
Gambar 27 Grafik Nilai Indeks Keanekaragaman Flora Di Lokasi Socorejo (SOC) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022	44
Gambar 28 Kelimpahan Vegetasi Kategori Pertumbuhan Pohon, Tihang, Pancang Dan Semai Di Lokasi Studi Greenbelt (GRE)	45
Gambar 29 Kondisi Area Lahan (GRE) yang Didominasi oleh Lahan Bercocok Tanam (Tegalan) pada Periode Mei-Juni 2022 (Sumber: Dokumentasi Kegiatan).45	
Gambar 30 Grafik Kerapatan Tegakan Pohon, Tihang dan Pancang Di Lokasi Green Belt (GRE) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha)	46
Gambar 31 Grafik Kerapatan Tegakan Semaian Di Lokasi Green Belt (GRE) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha).....	46
Gambar 32 Persentase Tutupan Pohon dan Tihang Di Lokasi Green Belt (GRE) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022	47
Gambar 33 Grafik Nilai Indeks Keanekaragaman Flora Di Lokasi Green Belt (GRE) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022	47
Gambar 34 Kelimpahan Vegetasi Kategori Pertumbuhan Pohon, Tihang, Pancang Dan Semai Di Lokasi Studi Greenbelt Timur (GTI)	48
Gambar 35 Area Lokasi Greenbelt Timur (GTI) pada Periode Mei-Juni 2022 yang Didominasi oleh Tegakan Tihang dan Pancang (Sumber: Dokumentasi Kegiatan)	48
Gambar 36 Grafik Kerapatan Tegakan Pohon, Tihang, Di Lokasi Greenbelt Timur (GTI) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha).....	49
Gambar 37 Grafik Kerapatan Tegakan Semai Di Lokasi Greenbelt Timur (GTI) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha).....	49
Gambar 38 Persentase Tutupan Pohon dan Tihang Di Lokasi Greenbelt Timur (GTI) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022	49

Gambar 39 Grafik Nilai Indeks Keanekaragaman Flora Di Lokasi Greenbelt Timur (GTI) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022	50
Gambar 40 Kelimpahan Vegetasi Kategori Pertumbuhan Pohon, Tihang, Pancang Dan Semai Di Lokasi Studi View Point (VIE)	50
Gambar 41 Tutupan Area Hijau di Lokasi View Point (VIE) pada Periode Mei-Juni 2022 (Sumber: Dokumentasi Kegiatan)	50
Gambar 42 Grafik Kerapatan Tegakan Pohon, Tihang, Dan Pancang Di Lokasi View Point (VIE) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha).....	51
Gambar 43 Grafik Kerapatan Tegakan Semaian Di Lokasi View Point (VIE) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha).....	52
Gambar 44 Persentase Tutupan Pohon, Tihang dan Pancang Di Lokasi View Point (VIE) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022	52
Gambar 45 Grafik Nilai Indeks Keanekaragaman Flora Di Lokasi View Point (VIE) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022	52
Gambar 46 Kelimpahan Vegetasi Kategori Pertumbuhan Pohon, Tihang, Pancang Dan Semai Di Lokasi Studi Arboretum Bukit Daun (BDA)	53
Gambar 47 Kondisi Vegetasi di Lokasi Arboretum Bukit Daun (BDA) pada Periode Mei-Juni 2022 (Sumber: Dokumentasi Kegiatan)	54
Gambar 48 Ukuran Pembagian Luasan Area Ruas-Ruas Pada Taman Bukit Daun PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban Dan Denah Kebun Pangkas Di Arboretum Bukit Daun.....	54
Gambar 49 Kebun Pangkas Kayu Putih di area Arboretum Bukit Daun PT Semen Indonesia (Persero) Tbk	55
Gambar 50 Grafik Kerapatan Tegakan Pohon Dan Tihang Di Lokasi Arboretum Bukit Daun (BDA) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha).....	55
Gambar 51 Grafik Kerapatan Tegakan Pancang Di Lokasi Arboretum Bukit Daun (BDA) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha).....	56
Gambar 52 Grafik Kerapatan Tegakan Semai Di Lokasi Arboretum Bukit Daun (BDA) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha).....	56
Gambar 53 Persentase Tutupan Pohon dan Tihang Di Lokasi Arboretum Bukit Daun (BDA) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022	56
Gambar 54 Grafik Nilai Indeks Keanekaragaman Flora Di Lokasi Arboretum Bukit Daun (BDA) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022	57
Gambar 55 Kelimpahan Vegetasi Kategori Pertumbuhan Pohon, Tihang, Pancang Dan Semai Di Lokasi Studi <i>Glory Hole</i> (GLO)	57
Gambar 56 Kondisi Lokasi Studi <i>Glory Hole</i> (GLO) pada Periode Mei-Juni 2022	58
Gambar 57 Grafik Kerapatan Tegakan Tihang dan Pancang Di Lokasi <i>Glory Hole</i> (GLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha).....	58
Gambar 58 Grafik Kerapatan Semai Di Lokasi <i>Glory Hole</i> (GLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha).....	59

Gambar 59 a) Persentase Tutupan Tihang Di Lokasi Glory Hole (GLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022; b) Grafik Nilai Indeks Keanekaragaman Flora Di Lokasi Glory Hole (GLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 ..59	
Gambar 60 Kelimpahan Vegetasi Kategori Pertumbuhan Pohon, Tihang, Pancang Dan Semai Di Lokasi Studi Lantai Reklamasi Tahun 2014 (LAN14).....60	
Gambar 61 Kondisi Flora Darat Area LAN 14 pada Mei-Juni 2022	60
Gambar 62 (a) Grafik Kerapatan Tegakan Tihang Di Lokasi Lantai Reklamasi 2014 (LAN14) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha); (b) Grafik Kerapatan Tegakan Pancang Di Lokasi Lantai Reklamasi 2014 (LAN14) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha).....	61
Gambar 63 Grafik Kerapatan Tegakan Semai Di Lokasi Lantai Reklamasi 2014 (LAN14) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha).....	61
Gambar 64 (a) Persentase Tutupan Tihang Di Lokasi Lantai Reklamasi 2014 (LAN14) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022; (b) Grafik Nilai Indeks Keanekaragaman Flora Di Lokasi Lantai Reklamasi 2014 (LAN14) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022	62
Gambar 65 Kelimpahan Vegetasi Kategori Pertumbuhan Pohon, Tihang, Pancang Dan Semai Di Lokasi Studi Lantai Reklamasi Tahun 2016 (LAN16).....	62
Gambar 66 Kondisi Flora Darat Area LAN 16 pada Mei-Juni 2022	63
Gambar 67 Grafik Kerapatan Tegakan Pohon (a); Tihang (b); dan Pancang (c) Di Lokasi Lantai Reklamasi 2016 (LAN16) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha);.....	63
Gambar 68 Grafik Kerapatan Tegakan Semaian Di Lokasi Lantai Reklamasi 2016 (LAN16) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha) Grafik Kerapatan Tegakan Semaian Di Lokasi Lantai Reklamasi 2016 (LAN16) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha).....	64
Gambar 69 (a) Persentase Tutupan Pohon Di Lokasi Lantai Reklamasi 2016 (LAN16) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022; (b) Persentase Tutupan Tihang Di Lokasi Lantai Reklamasi 2016 (LAN16) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022; (c) Grafik Nilai Indeks Keanekaragaman Flora Di Lokasi Lantai Reklamasi 2016 (LAN16) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 .64	
Gambar 70 Kelimpahan Vegetasi Kategori Pertumbuhan Pohon, Tihang, Pancang Dan Semai Di Lokasi Studi Lantai Reklamasi Tahun 2022 (LAN16).....	65
Gambar 71 Kondisi Lokasi Area Tlogowaru (TLO) pada Periode Mei-Juni 2022	65
Gambar 72 Grafik Kerapatan Tegakan Pohon, Tihang, Pancang dan Semai Di Lokasi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha).....	66
Gambar 73 Persentase Tutupan Pohon dan Tihang Di Lokasi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022	67
Gambar 74 Grafik Nilai Indeks Keanekaragaman Flora Di Lokasi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022	67

Gambar 75 Grafik Monitoring Perbandingan Jumlah Spesies Flora Darat pada Seluruh Lokasi Studi Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022	68
Gambar 76 Grafik Monitoring Perbandingan Kerapatan Flora Darat Pada Seluruh Lokasi Studi Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022 Untuk Kategori Pertumbuhan Pohon Dan Tihang	69
Gambar 77 Grafik Monitoring Perbandingan Kerapatan Flora Darat Pada Seluruh Lokasi Studi Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022 Untuk Kategori Pertumbuhan Pancang Dan Semai	70
Gambar 78 Peta Analisis Curah Hujan Mei 2022 (Data BMKG)	70
Gambar 79 Peta Analisis Sifat Hujan Mei 2022 (Data BMKG).....	71
Gambar 80 Peta Prakiraan Awal Musim Kemarau 2022 Zona Musim Di Indonesia (Data BMKG)	71
Gambar 81 Grafik Monitoring Rata-rata Indeks Keanekaragaman (H') Flora Darat Pada Seluruh Lokasi Studi Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022.....	72
Gambar 82 (a) Total Individu (ni) dan Total Spesies Avifauna Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022; (b) Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H'), Indeks Dominansi Simpson (D), dan Indeks Kemerataan Pielou (J) spesies Avifauna Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022	78
Gambar 83 Grafik Monitoring Jumlah Spesies Avifauna Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022	80
Gambar 84 Grafik Monitoring Jumlah Individu (ni) Spesies Avifauna Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022	80
Gambar 85 Grafik Monitoring Perbandingan Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H') Spesies Avifauna Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2015 Hingga Tahun 2022	81
Gambar 86 Rerata Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H') Spesies Avifauna Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2015 Hingga Tahun 2022.....	81
Gambar 87 Total Individu (ni) dan Total Spesies Non Avifauna Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022	83
Gambar 88 Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H'), Indeks Dominansi Simpson (D), dan Indeks Kemerataan Pielou (J) spesies Non Avifauna Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022.....	90
Gambar 89 Beberapa Spesies Non Avifauna Yang Banyak Ditemukan Di Lokasi Studi Mei 2022.....	91
Gambar 90 Grafik Monitoring Jumlah Spesies Bukan Burung (Non Avifauna) Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022 .	92
Gambar 91 Grafik Monitoring Jumlah Individu (ni) Spesies Fauna Bukan Burung (Non Avifauna) Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022	92

Gambar 92	Grafik Monitoring Perbandingan Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H') Spesies Bukan Burung (Non Avifauna) Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022	92
Gambar 93	Rerata Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H') Spesies Bukan Burung (Non Avifauna) Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022	93
Gambar 94	Beberapa Spesies Yang Mendominasi Di Embung Tlogowaru PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban Pada Periode Mei-Juni 2022 (<i>Oryzias javanicus</i> , <i>Puntius brevis</i> , <i>Rasbora argyrotaenia</i> , <i>Trichogaster trichopterus</i> , <i>Trichopsis vittata</i>)	94
Gambar 95	Grafik Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Dominansi Simpson (D) Dan Indeks Kemerataan Pielou (J) Spesies Nekton Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2022	95
Gambar 96 (a)	Grafik Monitoring Jumlah Individu (n) dan Jumlah Spesies Nekton Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2017 Hingga Tahun 2022; (b) Grafik Monitoring Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Dominansi Simpson (D) Dan Indeks Kemerataan Pielou (J) Spesies Nekton Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2017 Hingga Tahun 2022	96
Gambar 97	Rerata Indeks Keanekaragaman (H') Nekton Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2017 Hingga Tahun 2022 .	96
Gambar 98	Grafik Perbandingan Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Dominansi Simpson (D) Dan Indeks Kemerataan Pielou (J) Spesies Makrozoobentos Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2022.....	98
Gambar 99	Beberapa Spesies Makrozoobentos Yang Ditemukan Di Embung Tlogowaru	99
Gambar 100	Grafik Monitoring Jumlah Individu dan Jumlah Spesies Makrozoobentos Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022	99
Gambar 101	Grafik Monitoring Perbandingan Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Dominansi Simpson (D) Dan Indeks Kemerataan Pielou (J) Spesies Makrozoobentos Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022	100
Gambar 102	Rerata Indeks Keanekaragaman (H') Makrozoobentos Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022.....	100
Gambar 103	Grafik Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H') Dan Indeks Dominansi Simpson (D) Fitoplankton dan Zooplankton Dilokasi TLO (Tlogowaru) Kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pada Tahun 2022	102

Gambar 104 Grafik Monitoring Jumlah Individu (n) dan Jumlah Spesies Fitoplankton dan Zooplankton Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2017 Hingga Tahun 2022	103
Gambar 105 Grafik Monitoring Perbandingan Indeks Keanekaragaman (H') Fitoplankton dan Zooplankton Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2017 Hingga Tahun 2022	103
Gambar 106 Rerata Indeks Keanekaragaman (H') Fitoplankton dan Zooplankton Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2017 Hingga Tahun 2022	104

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Koordinat Geografis Lokasi Studi Pengamatan Keanekaragaman Hayati Pemantauan Lingkungan Komunitas Flora Dan Fauna	6
Tabel 2	Kriteria Penilaian Tingkat Keanekaragaman berdasarkan Nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H')	11
Tabel 3	Kriteria Penilaian Tingkat Keanekaragaman Berdasarkan Nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H') Untuk Avifauna.....	13
Tabel 4	Kriteria Penilaian Tingkat Keanekaragaman Berdasarkan Nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H') Untuk Non Avifauna	16
Tabel 5	Kriteria Penilaian Tingkat Keanekaragaman Berdasarkan Nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H') Untuk Makrozoobentos.....	18
Tabel 6	Penilaian Kualitas Air dengan Indeks FBI Makrozoobentos	20
Tabel 7	Kriteria Penilaian Tingkat Keanekaragaman Berdasarkan Nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H') Untuk Nekton	21
Tabel 8	Kualitas Perairan Berdasarkan Indeks Diversitas Fitoplankton dan Zooplankton	24
Tabel 9	Kriteria Penilaian Pembobotan Kualitas Lingkungan Biota Plankton	24
Tabel 10	Komposisi dan Kelimpahan Spesies Mangrove Tahun 2022	26
Tabel 11	Komposisi dan Kelimpahan Spesies Flora Darat Bukan Mangrove di Lokasi Studi pada Periode Mei - Juni 2022.....	33
Tabel 12	Komposisi dan Kelimpahan Spesies Burung (Avifauna) di Dalam dan Luar Kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. Pabrik Tuban pada Mei 2022	74
Tabel 13	Komposisi Dan Kelimpahan Spesies Bukan Burung (Non Avifauna) Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Periode Mei-Juni 2022.....	84
Tabel 14	Komposisi Dan Kelimpahan Nekton Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indoensia (Persero) Tbk Pabrik Tuban Periode Mei-Juni Tahun 2022.....	93
Tabel 15	Komposisi Dan Kelimpahan Spesies Makrozoobentos Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pada Periode Mei- Juni 2022	97
Tabel 16	Komposisi dan kelimpahan Spesies Plankton di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban pada Periode Mei-Juni Tahun 2022	101

BAB I PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Berdasarkan dokumen *Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan (IBSAP)* Tahun 2016, semua keanekaragaman bentuk kehidupan di muka bumi terdiri atas keanekaragaman ekosistem, keanekaragaman spesies, dan keanekaragaman genetik merupakan definisi keanekaragaman hayati atau biodiversitas. Biodiversitas berasal dari kata '*biological*' dan '*diversity*' atau '*portmanteau*', sedangkan berdasarkan Undang-undang Nomor 05 Tahun 1994, keanekaragaman hayati didefinisikan sebagai keanekaragaman di antara makhluk hidup dari semua sumber, termasuk di antaranya daratan, lautan, dan ekosistem akuatik (perairan) lainnya; serta kompleks ekologi yang merupakan bagian dari keanekaragamannya, mencakup keanekaragaman dalam spesies maupun antara spesies dengan ekosistem. Nilai manfaat terkait biodiversitas merupakan faktor hak hidup biodiversitas, faktor etika dan agama, dan faktor estetika bagi manusia. Faktor nilai jasa biodiversitas sangat besar terkait perlindungan keseimbangan siklus hidrologi dan tata air penjaga kesuburan tanah dan lingkungan laut melalui pasokan unsur hara dari serasah hutan, pencegah erosi, abrasi dan pengendali iklim mikro. Faktor nilai kemanfaatan biodiversitas secara langsung adalah nilai konsumtif untuk pemenuhan kebutuhan sandang, pangan, dan papan yang berhubungan pula dengan nilai produktifnya terkait perdagangan lokal, nasional maupun internasional. Sehingga dalam pembangunan yang berwawasan lingkungan, mutu lingkungan harus dijaga agar tidak mengalami penurunan kualitas yang berdampak negatif baik untuk masa sekarang maupun masa mendatang terhadap biodiversitas. Artinya, pembangunan harus didasarkan pada prinsip pembangunan yang berkelanjutan (*sustainable development*). Untuk mengetahui dan memantau dampak kegiatan terhadap lingkungan, khususnya biodiversitas dapat menggunakan berbagai parameter, salah satunya adalah parameter biologi.

Mengacu pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 06 Tahun 2013, yang menjelaskan bahwa perlindungan atau konservasi keanekaragaman hayati merupakan salah satu aspek penilaian dalam PROPER (Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup). Oleh karena itu PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban telah berinisiatif sekaligus melakukan upaya identifikasi dan pemetaan kondisi keanekaragaman hayati atau biodiversitas yang telah dilaksanakan sejak tahun 2015 berdasarkan parameter biologi. Perusahaan juga melakukan kegiatan pemantauan kondisi lingkungan yang kontinu (monitoring) sehingga dapat diketahui apakah terjadi perubahan-perubahan komponen lingkungan, khususnya biodiversitas yang mungkin dapat menimbulkan dampak negatif penting terhadap lingkungan sebagai habitat bagi biota. Pada dasarnya, bukan jumlah pohon yang dinilai dalam PROPER, tetapi lebih diutamakan pada upaya pemeliharaan dan perawatan keanekaragaman hayati. Salah satu bukti bahwa perusahaan peduli dengan keanekaragaman hayati adalah perusahaan memiliki sistem informasi yang dapat

mengumpulkan dan mengevaluasi status dan kecenderungan sumberdaya keanekaragaman hayati dan sumberdaya biologis yang dikelola dan memiliki data tentang status dan kecenderungan sumberdaya keanekaragaman hayati dan sumber daya biologis yang dikelola. Pemantauan secara periodik yang dimaksud tersebut telah dilaksanakan mulai tahun 2015 hingga tahun ini yang secara umum telah menunjukkan terjadinya peningkatan nilai biodiversitas flora dan fauna di kawasan dalam dan luar wilayah kerja PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban. Oleh karena itu, untuk melakukan pemutakhiran (*update*) data sekaligus mengetahui dinamika biodiversitas flora dan fauna tersebut maka kembali dilakukan pemantauan berkala pada periode Mei-Juni 2022.

1.2. LANDASAN HUKUM

Landasan hukum yang digunakan dalam pelaksanaan “**Studi Keanekaragaman Hayati PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban Tahun 2022**” ini adalah:

1. *Undang-undang Nomor 05 Tahun 1990* tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya.
2. *Undang-undang Nomor 05 Tahun 1994* tentang Pengesahan Konvensi PBB mengenai Keanekaragaman Hayati.
3. *Undang-undang Nomor 24 Tahun 2000* tentang Perjanjian Internasional (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2000 No. 185, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4012).
4. *Undang-undang Nomor 21 Tahun 2004* tentang Pengesahan *Cartagena Protocol on Biosafety to The Convention on Biological Diversity (Protokol Cartagena* tentang Keamanan Hayati atas Konvensi tentang Keanekaragaman Hayati).
5. *Undang-undang Nomor 26 Tahun 2007* tentang Penataan Ruang.
6. *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009* tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
7. *Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 1999* tentang Jenis-jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi.
8. *Peraturan Pemerintah Nomor 8 Tahun 1999* tentang Pemanfaatan Jenis Tumbuhan dan Satwa Liar.
9. *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 29 Tahun 2009* tentang Pedoman Konservasi Keanekaragaman Hayati di Daerah.
10. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 201 Tahun 2004* tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove.
11. *Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 06 Tahun 2013* tentang Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup.
12. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 92 Tahun 2018* tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 20 Tahun 2018 tentang Jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi.

1.3. MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dan tujuan pelaksanaan **“Studi Keanekaragaman Hayati PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban Tahun 2022”** ini adalah:

1. Mengidentifikasi kondisi aktual keanekaragaman hayati flora dan fauna (termasuk flora dan fauna langka dan/atau dilindungi) darat maupun akuatik di dalam dan luar kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk di pabrik Tuban.
2. Menggambarkan kondisi aktual tentang lingkungan dan keanekaragaman hayati di dalam dan luar kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk di pabrik Tuban.
3. Mengevaluasi kondisi keanekaragaman hayati di dalam dan luar kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk di pabrik Tuban berdasarkan data aktual (tahun 2022) dengan data periode sebelumnya (tahun 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 dan 2022).
4. Memberikan rekomendasi ilmiah terkait pengelolaan dan pembinaan habitat flora dan fauna di dalam dan luar kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk di pabrik Tuban.

1.4. RUANG LINGKUP STUDI

Ruang lingkup pada kegiatan **“Studi Keanekaragaman Hayati PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban Tahun 2022”** ini adalah:

1. Inventarisasi flora darat dan mangrove di dalam dan luar kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban
2. Inventarisasi fauna darat dan akuatik di dalam dan luar kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban
3. Penggambaran kondisi aktual tentang lingkungan dan keanekaragaman hayati di dalam dan luar kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban
4. Evaluasi kondisi keanekaragaman hayati di dalam dan luar kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban berdasarkan data aktual (tahun 2022) dengan data periode sebelumnya (tahun 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 dan 2022).

BAB II GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

2.1 IDENTITAS PERUSAHAAN

- a Nama Perusahaan : PT Semen Indonesia (Persero) Tbk
- b Jenis Badan Hukum : Perseroan Terbatas
- c Status Perusahaan : Badan Usaha Milik Negara (BUMN)
- d Jenis Usaha Kegiatan : Industri Pertambangan Batu Gamping Dan Tanah Liat
- e Alamat Perusahaan : Desa Sumberarum, Kec. Kerek, Kabupaten Tuban, Jawa Timur 62356
- f Telepon/Fax : 0356-325-001/2/3 - 0356-323-80

2.2 LOKASI PERUSAHAAN

Perusahaan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban berdiri di area Kabupaten Tuban mencakup Kecamatan Kerek dan Kecamatan Merakurak untuk area penambangan dan Pabrik. Selain itu, PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban juga memiliki pelabuhan khusus (*jetty*) yang terletak di Desa Socorejo, Kecamatan Jenu, Kabupaten Tuban.

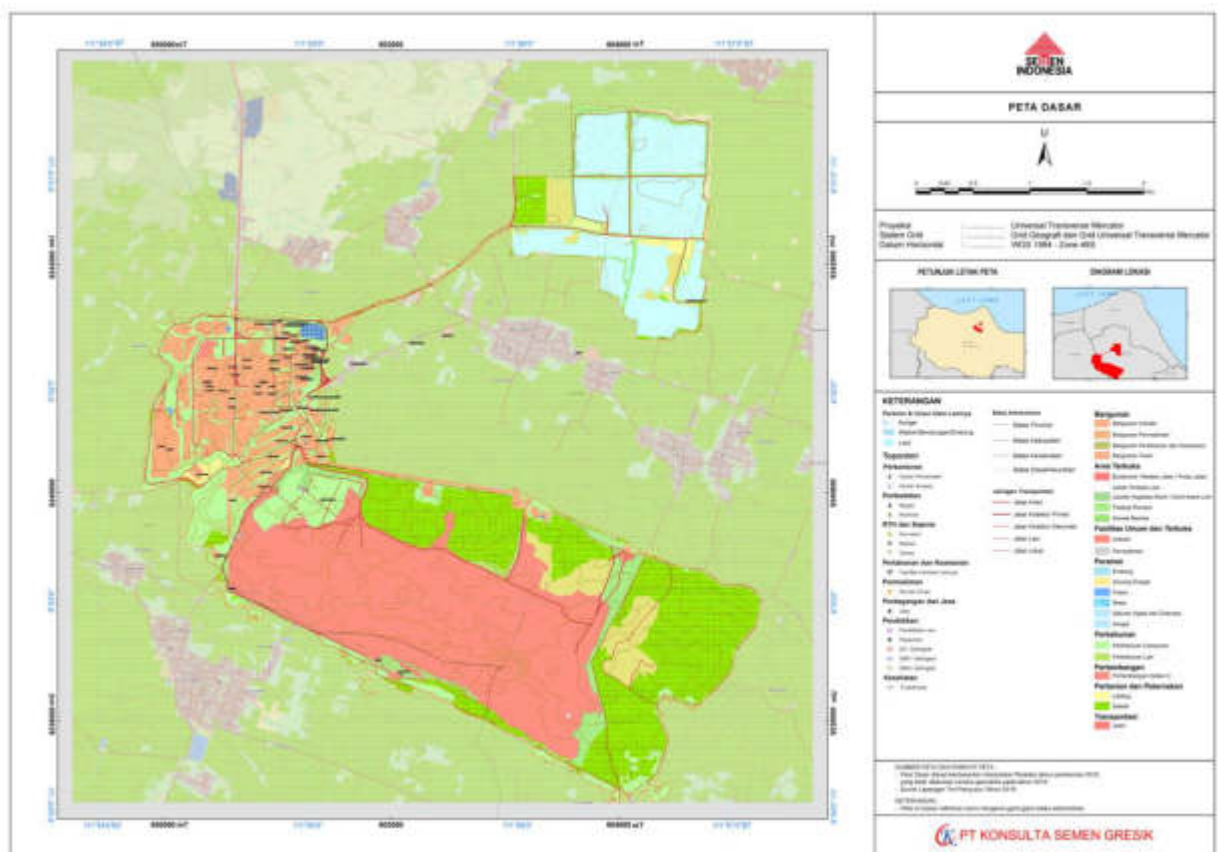
2.3 KEGIATAN PERUSAHAAN

PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang industri semen sekaligus bergerak di bidang pertambangan. Bidang pertambangan yang sedang dikerjakan adalah penambangan batu gamping dan tanah liat, dimana keduanya merupakan bahan baku utama dalam pembuatan semen. Kegiatan penambangan yang dilakukan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. Pabrik Tuban menggunakan sistem tambang terbuka (*surface mining*) dengan metode penambangan kuari. Kegiatan tersebut terdiri dari pembongkaran, pemuatan, dan pengangkutan. Seluruh pembongkaran dan pemuatan dilakukan oleh excavator dan proses pengangkutan dilakukan oleh dump truck. Kegiatan penambangan dikerjakan oleh anak perusahaan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk yaitu PT United Tractors Semen Gresik (UTSG).

Pada tambang terbuka, desain lereng merupakan salah satu tantangan terbesar pada setiap tahap perencanaan dan operasi. Hal ini membutuhkan pengetahuan khusus mengenai kondisi geologi setempat. Tujuan dari setiap desain tambang terbuka adalah untuk memberikan suatu konfigurasi penggalian yang optimal dalam konteks keselamatan, efisien, dan ekonomis (Read dan Stacey, 2009). Jika lereng yang terbentuk sebagai akibat proses penambangan (pit slope) ataupun sarana penunjang operasi penambangan (bendungan, jalan, dan lain-lain) tidak stabil, maka kegiatan produksi akan terganggu dan mengakibatkan ketidaksinambungan produksi. Oleh karena itu, analisis kemantapan lereng, baik pada tahap perancangan maupun tahap penambangan dan

paska tambang merupakan suatu bagian yang penting dan harus dilakukan untuk mencegah terjadinya gangguan-gangguan terhadap kelancaran produksi serta bencana fatal yang berakibat pada keselamatan pekerja dan peralatan (Harries dkk., 2009).

Dengan adanya kegiatan perusahaan yang melakukan penambangan di alam, maka pihak perusahaan juga wajib untuk melakukan identifikasi dampak lingkungan pada sumber dampak yaitu pembukaan dan pembersihan lahan terhadap gangguan komunitas flora dan fauna berdasarkan UU Nomor 5 tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya dengan menggunakan analisis deskriptif dari hasil perhitungan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener.



Gambar 1 Lokasi Perusahaan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban

BAB III METODOLOGI

3.1. WAKTU STUDI

Survey, pemetaan lokasi studi, sampling, dan pengamatan flora dan fauna telah dilaksanakan pada periode minggu keempat Mei 2022 hingga minggu ketiga Juni 2022 di lokasi yang telah ditentukan oleh PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban yang mewakili area luar dan dalam kawasan pabrik Tuban. Lokasi tersebut secara administratif masuk ke dalam wilayah Kecamatan Kerek, Kecamatan Merakurak, dan Kecamatan Jenu, Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur.

3.2. PEMETAAN LOKASI KAJIAN STUDI

Lokasi “Studi Keanekaragaman Hayati PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban Tahun 2022” ditentukan pada daerah berikut :

1. Lokasi Socorejo (SOC)
2. Lokasi Tlogowaru (TLO)
3. Lokasi Lantai (LAN) yang terbagi atas Lantai tahun 2014 (LAN14) dan Lantai 2016 (LAN16)
4. Lokasi Glory Hole (GLO)
5. Lokasi Arboretum Bukit Daun (BDA)
6. Lokasi Greenbelt (GRE)
7. Lokasi View Point (VIE)
8. Lokasi Greenbelt Timur (GTI)

Kegiatan ini merupakan kegiatan pemantauan yang kontinu (monitoring) yang dilakukan sejak tahun 2015, sehingga kegiatan tahun 2022 ini menggunakan lokasi koordinat yang sama dengan periode-periode sebelumnya dengan radius 50 meter. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui perubahan-perubahan yang terjadi pada sumberdaya hayati di lokasi yang sama. Hal ini dikarenakan apabila ada perubahan pada posisi dan lokasi koordinat, akan cukup berdampak pada perubahan komunitas flora dan fauna yang ada. Lokasi-lokasi studi memiliki koordinat seperti pada Tabel 1 dan peta masing-masing titik dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.

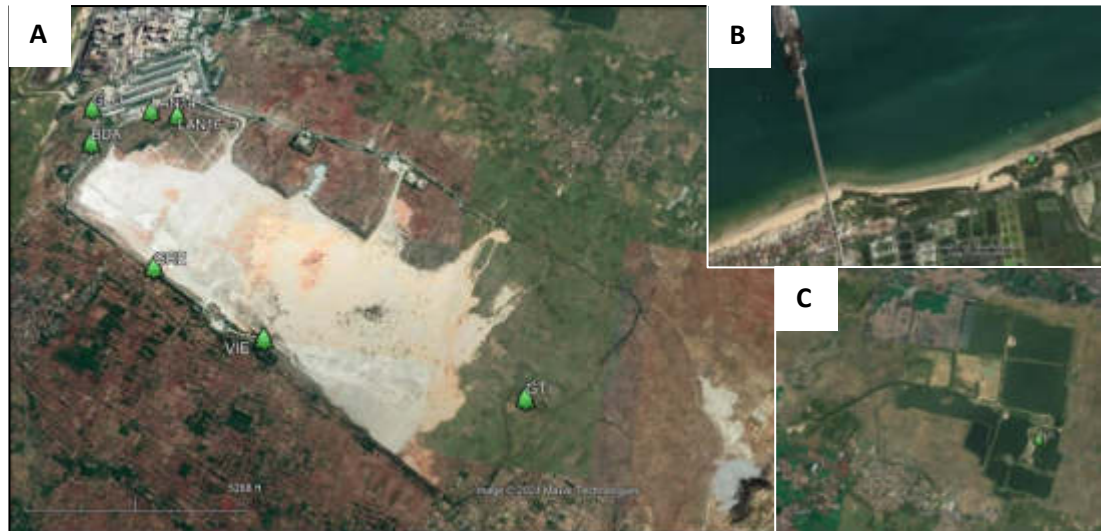
Tabel 1 Koordinat Geografis Lokasi Studi Pengamatan Keanekaragaman Hayati Pemantauan Lingkungan Komunitas Flora Dan Fauna

No	Lokasi	Kode	Variabel	Koordinat Geografis	
				Latitude (S)	Magnitude (E)
1	Socorejo	SOC	Fa, Mg	06°7864'	111°9065'
2	Tlogowaru	TLO	Fl, Fa, Pl, Bt, Ne	06°8595'	111°9472'
3	Lantai 14	LAN	Fl, Fa	06°8753'	111°9146'
4	Lantai 16	LAN	Fl, Fa	06°8752'	111°9159'
5	Glory Hole	GLO	Fl, Fa	06°8756'	111°9101'

6	Arboretum Bukit Daun	BDA	Fl, Fa	06°8783'	111°9110'
7	View Point	VIE	Fl, Fa	06°8906'	111°9273'
8	Greenbelt	GRE	Fl, Fa	06°8868'	111°9182'
9	Greenbelt Timur	GTI	Fl, Fa	06°8915'	111°9452'

Keterangan;

Variabel Fl. Flora darat; Fa. Fauna darat; Mg. Mangrove; Pl. Plankton; Bt. Makrozoobentos; Ne. Nekton (ikan)



Gambar 2 Peta Area Studi Keanekaragaman Hayati Di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban Tahun 2022. (A. Lokasi Area dalam Penambangan Batu Gamping(LAN, GLO,BDA, GRE, VIE, GTI); B. Lokasi Area Luar Kawasan (SOC); C. Lokasi dalam Penambangan Tanah Liat/Clay) (TLO)

3.3 SURVEY PENGAMBILAN DATA DAN ANALISIS

Kegiatan survey pengambilan data dan analisis dilakukan pada parameter biologi meliputi **flora darat non mangrove, mangrove, avifauna (burung), fauna non avifauna (non burung), nekton (ikan), makrozoobentos, dan plankton (fitoplankton dan zooplankton)**. Metode yang dilakukan disesuaikan dengan metode standart ekologi berdasarkan Indeks Keanekaragaman Spesies Shannon-Wiener (H').

3.3.1 FLORA

Vegetasi merupakan bagian makhluk hidup yang tersusun dari tumbuhan yang menempati suatu ekosistem. Analisis vegetasi merupakan cara mempelajari susunan komposisi spesies dan bentuk struktur vegetasi atau tumbuh-tumbuhan. Dalam ekologi hutan, satuan yang diamati adalah suatu tegakan, yang merupakan asosiasi konkrit. Struktur dan komposisi vegetasi pada suatu wilayah dipengaruhi oleh komponen ekosistem lainnya yang saling berinteraksi, sehingga vegetasi yang tumbuh secara alami pada wilayah tersebut sesungguhnya merupakan pencerminan hasil interaksi berbagai

faktor lingkungan dan dapat mengalami perubahan signifikan karena pengaruh antropogenik/kegiatan manusia atas lingkungan.

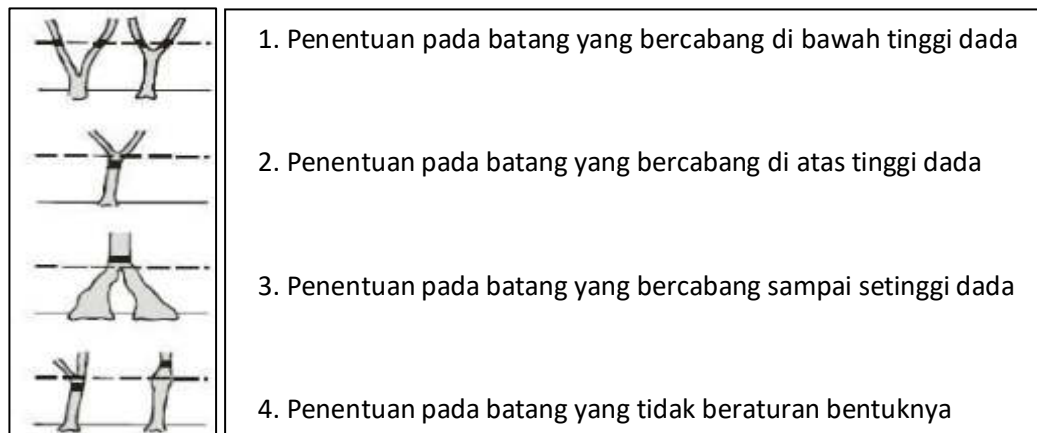
3.3.1.1 PENGUMPULAN DATA FLORA DARAT DAN MANGROVE

Pengamatan flora darat dan mangrove dilokasi studi menggunakan analisis vegetasi dengan metode kuadrat. Pada metode ini, pengamat membuat beberapa kuadrat berukuran 20x20 meter yang posisinya ditentukan secara acak pada titik-titik yang diperkirakan cukup representatif untuk menggambarkan kondisi vegetasi secara keseluruhan. Kategori tegakan dan ukuran kuadrat serta sub-kuadrat untuk flora darat adalah sebagai berikut;

1. Pohon (*tree*), yaitu tumbuhan dewasa dengan keliling batang ≥ 63 cm. Kuadrat berukuran 20x20 meter.
2. Tihang (*pole*), berupa pohon muda dengan keliling batang antara 31 cm hingga < 63 cm. Sub-kuadrat berukuran 10x10 meter.
3. Pancang (*sapling*), yaitu anakan pohon yang tingginya ≥ 1.5 meter dan keliling batang < 31 cm. Sub-kuadrat berukuran 5x5 meter.
4. Semai (*seedling*), yaitu anakan pohon dari kecambah sampai tinggi < 1.5 meter. Sub-kuadrat berukuran 2x2 meter. Kategori ini mencakup berbagai spesies semak, herba dan tumbuhan penutup tanah (*ground cover*).

Pengamat selanjutnya mengidentifikasi dan menghitung kelimpahan semua spesies flora yang dijumpai dalam kuadrat. Identifikasi spesies tumbuhan terutama mengacu pada Ridley (1922), van Steenis (2002), dan Llamas (2003) serta penggunaan aplikasi Pl@ntNet pada *handphone* berbasis android. Pengukuran keliling atau diameter (DBH) pohon akan sulit untuk beberapa bentuk dan pertumbuhan tegakan (Gambar 3 dan 4). Berikut merupakan prosedur yang dianjurkan untuk melakukan pengukuran diameter batang, antara lain :

1. Ketika sistem percabangan dibawah tinggi dada, atau bertunas/bercabang dari batang utama ditanah atau diatasnya, maka masing-masing cabang diukur sebagai batang yang berbeda.
2. Ketika cabang dari batang setinggi dada atau sedikit diatasnya, pengukuran keliling/diameter batang berada dibawah pembengkakan karena percabangan.
3. Ketika batang mempunyai akar tunjang, maka pengukuran keliling/diameter batang 20 cm diatas ketiak perakaran.
4. Ketika batang mengalami pembengkakan, bercabang, atau bentuk tidak normal pada titik pengukuran, pengukuran dilakukan sedikit diatas atau dibawah hingga diperoleh bentuk normal.



Gambar 3 Petunjuk Pengukuran Diameter atau Keliling Batang pada Berbagai Bentuk Tegakan

Oleh karena terdapat berbagai bentuk pengukuran, maka terdapat kemungkinan bahwa satu individu tegakan akan memiliki beberapa data diameter hasil pengukuran, terutama bagi tegakan yang bercabang pada ketinggian <1.3 meter dari permukaan tanah.



Gambar 4 Pengukuran dan Pencatatan Data Keliling dan Diameter Tegakan Flora Darat Di Lokasi Studi [Sumber: Dokumentasi Kegiatan]

3.3.1.2 ANALISIS DATA FLORA DARAT DAN MANGROVE

Setelah proses pengambilan data selesai, proses selanjutnya adalah mencari nilai kerapatan, frekuensi, penutupan dan nilai penting untuk tegakan pohon dan tihang. Untuk kategori *sapling* dan *seedling*, nilai penting diperoleh dari penjumlahan nilai kerapatan relatif (K_r) dan frekuensi relatif (F_r) karena tidak dilakukan penghitungan nilai penutupan. Data yang diperoleh dari metode transek kuadrat adalah data kerapatan (*density*), frekuensi (*frequency*), penutupan (*coverage*) atau dominansi, dan Indeks Nilai Penting (INP).

1) Kelimpahan Tanaman Dan Kerapatan Tanaman

Pada studi ekologi populasi, jumlah individu menjadi informasi dasar. Kelimpahan (*Abundance/N*) adalah jumlah individu dalam suatu area dan kerapatan (*Density/D*)

Nilai basal area dapat diketahui dengan menggunakan formulasi berikut;

$$BA = \frac{\pi \times (DBH)^2}{4}$$

dimana DBH adalah diameter setinggi dada atau *diameter at breast height*.

4) Indeks Nilai Penting

Nilai penting adalah perkiraan pengaruh atau pentingnya suatu spesies tanaman dalam suatu komunitas. Nilai penting adalah penjumlahan dari kerapatan relatif, frekuensi relatif, dan penutupan relatif (diperkirakan dari basal area, penutupan basal atau luas tutupan daun).

$$INP = Dr + Fr + Cr$$

Nilai maksimum INP untuk tegakan pohon dan tiang adalah 300%. Oleh karena tidak dilakukan pengukuran diameter tegakan pancang dan semaian, maka nilai INP maksimum untuk kedua kategori pertumbuhan tersebut adalah 200%.

5) Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H')

Data kelimpahan flora dapat langsung digunakan untuk mencari nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') yang umum diaplikasikan dalam banyak studi untuk menentukan tingkat keanekaragaman suatu komunitas dalam suatu habitat atau ekosistem dengan formulasi sebagai berikut;

$$H' = - \sum \left(\frac{ni}{N} \right) \times \ln \left(\frac{ni}{N} \right)$$

dimana

H' = Indeks Diversitas Shannon-Wiener

ni = Jumlah individu species i

N= Jumlah total individu semua spesies

Dari nilai indeks diversitas Shannon-Wiener (H') dapat ditentukan tingkat keanekaragaman komunitas dengan kriteria seperti Tabel 2 berikut :

Tabel 2 Kriteria Penilaian Tingkat Keanekaragaman berdasarkan Nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H')

Nilai H'	Kriteria Tingkat Keanekaragaman
$H' < 1.00$	Keanekaragaman rendah; menunjukkan bahwa faktor lingkungan sangat berpengaruh terhadap kehidupan organisme
$1.00 < H' < 3.00$	Keanekaragaman sedang; menunjukkan bahwa faktor lingkungan berpengaruh terhadap kehidupan organisme
$H' > 3.00$	Keanekaragaman tinggi; menunjukkan bahwa faktor lingkungan tidak menimbulkan pengaruh terhadap kehidupan organisme

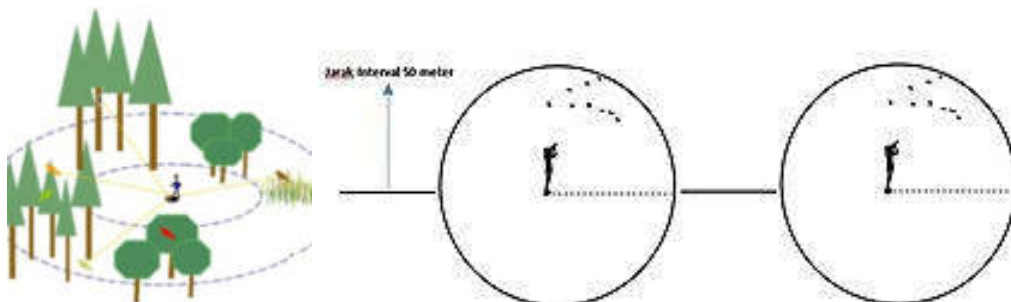
3.3.2 FAUNA

Fauna dalam pengamatan studi ini terdiri dari avifauna dan non avifauna. Avifauna terdiri dari spesies burung dan non avifauna terdiri dari serangga terbang, reptil, maupun amphi.

3.3.2.1 PENGUMPULAN DATA KOMUNITAS AVIFAUNA (BURUNG)

Burung merupakan satwa liar yang memiliki kemampuan hidup di hampir semua tipe habitat. Kemampuan adaptasi burung terhadap semua tipe habitat dan ekosistem diduga dipengaruhi oleh mobilitas yang terkait erat dengan sumber pakan. Mobilitas dan keindahan bulu yang dimiliki burung menjadi salah satu daya tarik tersendiri, selain suaranya yang merdu. Adanya populasi burung disetiap tipe habitat menjadikan suatu kajian yang khusus karena disetiap tipe habitat berbeda maka populasi yang mendominasi pun berbeda. Oleh karena itu, keanekaragaman burung menjadi salah satu nilai penting dalam menentukan nilai tambah dari suatu lokasi kajian. Lokasi studi pengumpulan data avifauna terletak pada 9 lokasi (Tabel 1).

Pengamatan avifauna dilokasi studi menggunakan kombinasi metode titik hitung (*point count*) dan koleksi bebas (jelajah). Pada metode titik hitung, pengamat (*bird watcher*) berdiri atau diam di suatu titik tertentu dan mencatat spesies serta jumlah semua burung yang teramati maupun terdengar suaranya (Gambar 6). Data burung yang dicatat adalah nama spesies dan jumlahnya yang berada pada radius ± 50 meter dari titik dimana pengamat berada (Gambar 5). Pada metode koleksi bebas (jelajah), pengamat berjalan melalui suatu jalur atau track/trail yang telah ada dan mencatat spesies serta jumlah semua burung yang teramati maupun terdengar suaranya, dengan radius 50 meter ke arah kanan dan kiri track. Dalam pelaksanaannya, pengamatan burung menggunakan alat bantu teropong binocular dan monocular yang memiliki perbesaran yang lebih tinggi. Identifikasi burung dilapangan mengacu pada buku MacKinnon et al. (1994) dan Strange (2001). Penamaan (nama ilmiah, nama Indonesia dan nama dalam Bahasa Inggris) dan keterangan status perlindungan burung mengacu pada Sukmantoro et al. (2006), IUCN (*International Union for Conservation of Nature*) *Red List* (tentang daftar status kelangkaan suatu spesies flora dan fauna) serta *update* melalui aplikasi android Burungnesia yang dikembangkan oleh tim *Birdpacker*.



Gambar 5 Pengamatan Burung (A. Ilustrasi metode point count; B. Pengambilan Foto Burung; C. Dengan Alat Bantu Binokular Di Lokasi Studi Pada Juni 2022 (Sumber: Dokumentasi Kegiatan)



Gambar 6 Pengamatan Avifauna dengan Alat Bantu Teropong Binokular (Sumber: Dokumentasi Kegiatan)

3.3.2.2 ANALISIS DATA AVIFAUNA (BURUNG)

Data yang diperoleh berupa data kualitatif komposisi dan sebaran spesies burung serta data kuantitatif berupa kelimpahan individu, jumlah spesies dan nilai indeks-indeks ekologi. Selain indeks diversitas Shannon-Wiener (H'), untuk komunitas avifauna dihitung pula nilai indeks ekologi lain yaitu indeks dominansi Simpson (D') dan indeks pemerataan spesies Pielou (J').

1) Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H')

Data kelimpahan avifauna dapat langsung digunakan untuk mencari nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') yang umum diaplikasikan dalam banyak studi untuk menentukan tingkat keanekaragaman suatu komunitas dalam suatu habitat atau ekosistem dengan formulasi sebagai berikut;

$$H' = - \sum \left(\frac{ni}{N} \right) \times \ln \left(\frac{ni}{N} \right)$$

dimana

H' = Indeks Diversitas Shannon-Wiener

ni = Jumlah individu species i

N = Jumlah total individu semua spesies

Dari nilai indeks diversitas Shannon-Wiener (H') dapat ditentukan tingkat keanekaragaman komunitas avifauna dengan kriteria seperti Tabel 3 berikut :

Tabel 3 Kriteria Penilaian Tingkat Keanekaragaman Berdasarkan Nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H') Untuk Avifauna

Nilai H'	Kriteria Tingkat Keanekaragaman
$H' \leq 1.00$	Keanekaragaman rendah
$1.00 < H' < 3.00$	Keanekaragaman sedang
$H' \geq 3.00$	Keanekaragaman tinggi

2) Indeks Dominansi Simpson (D')

Nilai indeks dominansi Simpson (D') dihitung berdasarkan persamaan berikut;

$$D = \sum \left(\frac{ni}{N} \right)^2$$

dimana

- D = Indeks Dominansi Simpson
 ni = Jumlah individu spesies i
 N = Jumlah total individu semua spesies

Nilai D berkisar antara **0,00-1,00**; semakin tinggi nilai D (**mendekati 1,00**) berarti tingkat keanekaragaman dalam komunitas adalah semakin rendah (terdapat taksa-taksa tertentu yang mendominasi); sebaliknya, bila nilai D **mendekati 0,00** berarti tingkat keanekaragaman komunitas adalah semakin tinggi (Ferianita-Fachrul, 2007).

3) Indeks Kemerataan Spesies Pielou (J)

Nilai indeks kemerataan spesies Pielou (J) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut;

$$J = \frac{H'}{\ln S}$$

dimana

- J : Indeks Kemerataan Pielou
 H' : Indeks Diversitas Shannon-Wiener
 S : Jumlah total spesies

Nilai J memiliki kisaran antara **0.00-1.00** dimana;

- a) Nilai **mendekati 0.00 (nol)**, menunjukkan kecenderungan adanya pengaruh faktor lingkungan terhadap kehidupan organisme yang menyebabkan penyebaran populasi tidak merata karena adanya selektivitas dan mengarah pada terjadinya dominansi oleh salah satu atau beberapa spesies biota.
- b) Nilai **mendekati 1.00 (satu)**, menunjukkan bahwa keadaan lingkungan normal yang ditandai oleh penyebaran populasi yang cenderung merata dan tidak terjadi dominansi.

4. Penentuan Status Perlindungan Burung

Penentuan status perlindungan dan/atau keterancamannya spesies burung mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 92 Tahun 2018 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 20 Tahun 2018 tentang Spesies Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi; IUCN *Red List*; serta *Appendix CITES (Convention on International Trade of Endangered Species of Wild Fauna and Flora)*.

3.3.2.3 PENGUMPULAN DATA KOMUNITAS NON AVIFAUNA

Pengamatan fauna bukan burung atau non avifauna dilakukan dengan metode transek garis, dengan cara pengamat berjalan lurus disekitar lokasi studi dan mencatat semua spesies fauna yang dijumpai pada kanan dan kiri transek secara langsung maupun yang hanya ditemukan jejak kaki (*footprint*)-nya. Transek yang digunakan adalah transek yang sama untuk pengamatan burung. Lokasi studi pengumpulan data non avifauna terletak pada 9 lokasi (tabel 1). Khusus untuk serangga terbang, apabila memungkinkan maka spesimen ditangkap dengan menggunakan jaring serangga (*insect net* atau *sweep net*) untuk diamati detail karakternya dan didokumentasikan untuk selanjutnya dilepaskan kembali (Gambar 7). Data tambahan mengenai keberadaan non avifauna juga diperoleh dari literatur-literatur yang representatif dan dari wawancara dengan masyarakat setempat.



Gambar 7 Pengamatan Fauna Bukan Burung (Non Avifauna) Di Lokasi Studi (Sumber: Dokumentasi Kegiatan)

3.3.2.4 ANALISIS DATA NON AVIFAUNA (NON BURUNG)

Data yang diperoleh berupa data kualitatif komposisi dan sebaran spesies non avifauna serta data kuantitatif berupa kelimpahan individu, jumlah spesies dan nilai indeks-indeks ekologi. Selain indeks diversitas Shannon-Wiener (H'), untuk komunitas avifauna dihitung pula nilai indeks ekologi lain yaitu indeks dominansi Simpson (D') dan indeks pemerataan spesies Pielou (J').

1) Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H')

Data kelimpahan non avifauna dapat langsung digunakan untuk mencari nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') yang umum diaplikasikan dalam banyak studi untuk menentukan tingkat keanekaragaman suatu komunitas dalam suatu habitat atau ekosistem dengan formulasi sebagai berikut;

$$H' = - \sum \left(\frac{ni}{N} \right) \times \ln \left(\frac{ni}{N} \right)$$

dimana

H' = Indeks Diversitas Shannon-Wiener

ni = Jumlah individu species i

N = Jumlah total individu semua spesies

Dari nilai indeks diversitas Shannon-Wiener (H') dapat ditentukan tingkat keanekaragaman komunitas avifauna dengan kriteria seperti Tabel 4 berikut :

Tabel 4 Kriteria Penilaian Tingkat Keanekaragaman Berdasarkan Nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H') Untuk Non Avifauna

Nilai H'	Kriteria Tingkat Keanekaragaman
$H' \leq 1.00$	Keanekaragaman rendah
$1.00 < H' < 3.00$	Keanekaragaman sedang
$H' \geq 3.00$	Keanekaragaman tinggi

2) Indeks Dominansi Simpson (D')

Nilai indeks dominansi Simpson (D') untuk non avifauna dihitung berdasarkan persamaan berikut;

$$D = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

dimana

D = Indeks Dominansi Simpson

n_i = Jumlah individu spesies i

N = Jumlah total individu semua spesies

Nilai D berkisar antara **0,00-1,00**; semakin tinggi nilai D (**mendekati 1,00**) berarti tingkat keanekaragaman dalam komunitas adalah semakin rendah (terdapat taksa-taksa tertentu yang mendominasi); sebaliknya, bila nilai D **mendekati 0,00** berarti tingkat keanekaragaman komunitas adalah semakin tinggi (Ferianita-Fachrul, 2007).

3) Indeks Kemerataan Spesies Pielou (J)

Nilai indeks kemerataan spesies Pielou (J) untuk non avifauna dapat dihitung menggunakan persamaan berikut;

$$J = \frac{H'}{\ln S}$$

dimana

J : Indeks Kemerataan Pielou

H' : Indeks Diversitas Shannon-Wiener

S : Jumlah total spesies

Nilai J memiliki kisaran antara **0.00-1.00** dimana;

- a) Nilai **mendekati 0.00 (nol)**, menunjukkan kecenderungan adanya pengaruh faktor lingkungan terhadap kehidupan organisme yang menyebabkan penyebaran populasi tidak merata karena adanya selektivitas dan mengarah pada terjadinya dominansi oleh salah satu atau beberapa spesies biota.

- b) Nilai **mendekati 1.00 (satu)**, menunjukkan bahwa keadaan lingkungan normal yang ditandai oleh penyebaran populasi yang cenderung merata dan tidak terjadi dominansi.

3.3.2.5 PENGUMPULAN DATA KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS/BENTOS

Makrozoobentos atau bentos merupakan organisme yang mendiami dasar perairan atau tinggal dalam sedimen dasar perairan. Organisme bentos mencakup organisme nabati yang disebut fitobentos dan organisme hewani yang disebut zoobentos (Odum, 1993). Selanjutnya Lind (1979) menyatakan bahwa makrozoobentos adalah organisme yang tersaring oleh saringan bertingkat pada ukuran 0,6 mm. Pada saat pertumbuhan maksimum, makrozoobentos dapat mencapai ukuran sekurang-kurangnya 3 hingga 5 mm (Sudarja, 1987). Dalam studi ini, pengamatan hanya dibatasi pada zoobentos saja.

Sampling makrozoobentos dilakukan di area Tlogowaru (TLO) (tabel 1) dilakukan dengan metode *hand collecting* secara langsung dan dengan bantuan *scoop net* yang disapkan pada tepi badan perairan (Gambar 8), terutama pada area bervegetasi. Spesimen target dalam sampling ini antara lain adalah larva Insecta, Crustacea, Mollusca kecil, dan invertebrata lainnya. Setelah pengambilan sampel didasar perairan, kemudian dilakukan penyaringan. Pada dasarnya, sampel yang diperoleh saat pengambilan masih bercampur dengan materi-materi lainnya (lumpur/sedimen/sampah/bahan organik lain), oleh karena itu dibutuhkan saringan (*sieve*) bertingkat. Untuk ukuran mata saringan terkecil yang biasa digunakan adalah 0.5 mm (English et al. 1994; Feranita-Fachrul 2005). Penyaringan sampel dilakukan dengan meletakkan sampel di atas saringan, kemudian dialiri air mengalir hingga materi lain selain benda berukuran di atas 0.5 mm akan tertahan.



Gambar 8 Pengambilan Sampel Makrozoobentos dengan Menggunakan Scoop Net di Tlogowaru pada Mei 2022 (Sumber: Dokumentasi kegiatan)

Makrozoobentos yang tertahan pada masing-masing saringan bertingkat selanjutnya dipilah (*sorting*) dan diidentifikasi hingga taksa genus atau spesies. Identifikasi spesies-spesies makrozoobentos dilakukan berdasarkan Carpenter & Niem (Ed.) (1998), Djajasmita (1999), dan Dharma (2005) serta literatur lain yang representatif.

3.3.2.6 ANALISIS DATA MAKROZOOBENTOS/BENTOS

Salah satu pendekatan yang sering digunakan untuk mengetahui kondisi komunitas makrozoobentos adalah pendekatan berdasarkan indeks diversitas Shannon-Wiener (H'), indeks dominansi Simpson (D) dan indeks pemerataan Pielou (J). Selanjutnya dari nilai Indeks Diversitas dapat diketahui kualitas suatu perairan berdasarkan Tabel 5 kualitas perairan berdasarkan indeks diversitas makrozoobentos (Wibisono, 2005).

1) Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H')

Data kelimpahan makrozoobentos dapat langsung digunakan untuk mencari nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') yang umum diaplikasikan dalam banyak studi untuk menentukan tingkat keanekaragaman suatu komunitas dalam suatu habitat atau ekosistem dengan formulasi sebagai berikut;

$$H' = - \sum \left(\frac{ni}{N} \right) \times \ln \left(\frac{ni}{N} \right)$$

dimana

H' = Indeks Diversitas Shannon-Wiener

ni = Jumlah individu species i

N = Jumlah total individu semua spesies

Nilai H' dapat menyatakan struktur komunitas dan kestabilan ekosistem dengan semakin baik indeks keragaman spesies maka suatu ekosistem semakin stabil. Selain itu dari nilai indeks diversitas Shannon-Wiener (H') juga dapat ditentukan tingkat keanekaragaman komunitas makrozoobentos dengan kriteria seperti Tabel 5 berikut :

Tabel 5 Kriteria Penilaian Tingkat Keanekaragaman Berdasarkan Nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H') Untuk Makrozoobentos

Nilai H'	Kriteria Tingkat Keanekaragaman
$H' \leq 1.00$	Keanekaragaman rendah; menunjukkan bahwa faktor lingkungan sangat berpengaruh terhadap kehidupan organisme
$1.00 < H' < 3.00$	Keanekaragaman sedang; menunjukkan bahwa faktor lingkungan berpengaruh terhadap kehidupan organisme
$H' \geq 3.00$	Keanekaragaman tinggi; menunjukkan bahwa faktor lingkungan tidak menimbulkan pengaruh terhadap kehidupan organisme

2) Indeks Dominansi Simpson (D')

Nilai indeks dominansi Simpson (D') untuk makrozoobentos dihitung berdasarkan persamaan berikut;

$$D = \sum \left(\frac{ni}{N} \right)^2$$

dimana

D = Indeks Dominansi Simpson

ni = Jumlah individu spesies i
 N = Jumlah total individu semua spesies

Nilai D berkisar antara **0,00-1,00**; semakin tinggi nilai D (**mendekati 1,00**) berarti tingkat keanekaragaman dalam komunitas adalah semakin rendah (terdapat taksa-taksa tertentu yang mendominasi); sebaliknya, bila nilai D **mendekati 0,00** berarti tingkat keanekaragaman komunitas adalah semakin tinggi (Ferianita-Fachrul, 2007). Nilai Dominansi (D) dikategorikan sebagai berikut : $0 < D \leq 0,5$ dominansi rendah; $0,5 < D \leq 0,75$ dominansi sedang; $0,75 < D \leq 1,00$ dominansi tinggi.

3) Indeks Kemerataan Spesies Pielou (J)

Nilai indeks kemerataan spesies Pielou (J) untuk makrozoobentos dapat dihitung menggunakan persamaan berikut;

$$J = \frac{H'}{\ln S}$$

dimana

J : Indeks Kemerataan Pielou
 H' : Indeks Diversitas Shannon-Wiener
 S : Jumlah total spesies

Nilai J memiliki kisaran antara **0.00-1.00** dimana;

- a) Nilai **mendekati 0.00 (nol)**, menunjukkan kecenderungan adanya pengaruh faktor lingkungan terhadap kehidupan organisme yang menyebabkan penyebaran populasi tidak merata karena adanya selektivitas dan mengarah pada terjadinya dominansi oleh salah satu atau beberapa spesies biota.
- b) Nilai **mendekati 1.00 (satu)**, menunjukkan bahwa keadaan lingkungan normal yang ditandai oleh penyebaran populasi yang cenderung merata dan tidak terjadi dominansi.

Kriteria indeks kesamarataan (J) mengenai kestabilan lingkungan adalah sebagai berikut :

Nilai J	Kriteria Tingkat Keanekaragaman
$0 < J \leq 0,5$	Komunitas tertekan
$0,5 < J \leq 0,75$	Komunitas labil
$0,75 < J \leq 1$	Komunitas stabil

4) Indeks Biotik Famili (*Family Biotic Index*)

Selain ketiga indeks tersebut, pada studi ini digunakan Indeks Biotik Famili (*Family Biotic Index*) yang sering digunakan untuk komunitas makrozoobentos di perairan tawar. Indeks ini didasarkan pada kemampuan toleransi makrozoobentos terhadap paparan cemaran organik. Nilai toleransi berkisar antara 0–10 yang nilainya semakin meningkat untuk tiap famili makrozoobentos seiring dengan penurunan kualitas air yang dihuninya. Nilai tersebut dikembangkan oleh Hilsenhoff (1988) untuk menunjukkan variasi toleransi makrozoobentos yang selanjutnya digunakan untuk menghitung Modified Family Biotic

Index (Indeks Biotik Famili yang dimodifikasi) untuk mendeteksi tingkat pencemaran organik di perairan yang diamati (Rini, 2011).

Indeks Biotik Famili (FBI) dapat dicari berdasarkan formulasi berikut;

$$FBI = \sum \frac{(ni \times ti)}{N}$$

dimana

ni = Jumlah individu makrozoobentos dari setiap famili

ti = Nilai toleransi setiap famili makrozoobentos

N = Jumlah seluruh makrozoobentos yang dikoleksi

Adapun penilaian kualitas dasar perairan dengan Indeks FBI ditunjukkan pada Tabel 6.

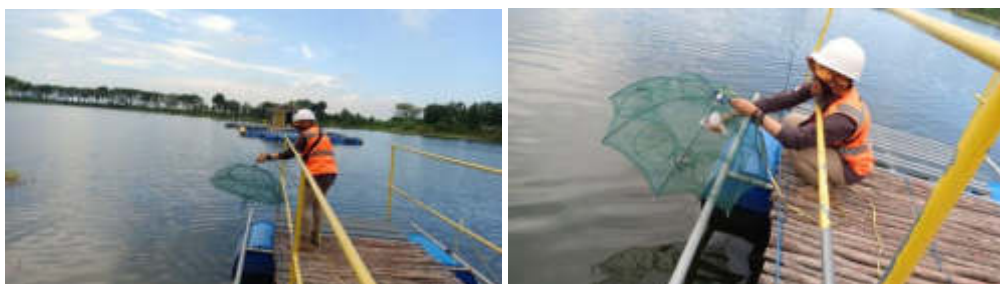
Tabel 6 Penilaian Kualitas Air dengan Indeks FBI Makrozoobentos

<i>Famili Biotic Index</i>	Kualitas air	Tingkat Pencemaran
0.00 – 3.75	Amat sangat bagus	Tidak tercemar
3.76 – 4.25	Sangat bagus	Kemungkinan tercemar
4.26 – 5.00	Bagus	Kemungkinan agak
5.01 – 5.75	Sedang	Tercemar sedang
5.76 – 6.50	Agak buruk	Tercemar agak berat
6.51 – 7.25	Buruk	Tercemar berat
7.26 – 10.00	Sangat buruk	Tercemar sangat berat

3.3.2.7 PENGUMPULAN DATA KOMUNITAS NEKTON

Banyaknya spesies nekton di suatu perairan dapat memberikan gambaran tentang komunitas nekton yang kompleks di perairan tersebut. Keragaman spesies nekton di perairan dapat mendeskripsikan tingkat kompleksitas suatu komunitas nekton di perairan tersebut. Nekton adalah organisme perairan yang dapat bergerak atau berenang sendiri dalam air sehingga tidak bergantung pada arus laut yang kuat atau gerakan air yang disebabkan oleh angin. Umumnya nekton adalah ragam ikan-ikan, reptil perairan, mamalia perairan, udang dan lain-lain. Pada studi ini hanya dibatasi pada keragaman nekton dengan jenis ikan.

Sampling nekton dilakukan di area Tlogowaru (TLO) dengan menggunakan alat bantu *scoop net* dan bubu (*fish trap*) (Gambar 9). Pengambilan sampel nekton juga menggunakan bantuan warga lokal yang mencari ikan dengan menggunakan alat tangkap berbeda-beda kemudian dilakukan identifikasi spesies ikan air tawar dari lokasi studi.



Gambar 9 Sampling Nekton dengan Menggunakan Perangkap Bubu (*Fish Trap*) di Lokasi Embung Tlogowaru (TLO) (Sumber: Dokumentasi Kegiatan)

3.3.2.8 ANALISIS DATA NEKTON

Data yang diperoleh merupakan data kualitatif mengenai komposisi dan kekayaan spesies ikan serta kuantitatif berupa kelimpahan ikan tertangkap. Oleh karena itu, analisis dilakukan secara deskriptif kuantitatif melalui pembobotan frekuensi ke dalam empat kategori yaitu melimpah (*Abundant*), sering dijumpai (*Frequent*), kadang-kadang dijumpai (*Occasional*) dan jarang dijumpai (*Rare*) (Suthers, 2004). Nilai kelimpahan setiap spesies juga akan digunakan untuk menentukan nilai Indeks diversitas Shannon-Wiener (H'), Indeks dominansi Simpson (D) dan Indeks pemerataan Pielou (J).

1) Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H')

Data kelimpahan nekton dapat langsung digunakan untuk mencari nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') yang umum diaplikasikan dalam banyak studi untuk menentukan tingkat keanekaragaman suatu komunitas dalam suatu habitat atau ekosistem dengan formulasi sebagai berikut;

$$H' = - \sum \left(\frac{ni}{N} \right) \times \ln \left(\frac{ni}{N} \right)$$

dimana

H' = Indeks Diversitas Shannon-Wiener

ni = Jumlah individu species i

N = Jumlah total individu semua spesies

Dari nilai indeks diversitas Shannon-Wiener (H') dapat ditentukan tingkat keanekaragaman komunitas avifauna dengan kriteria seperti Tabel 7 berikut :

Tabel 7 Kriteria Penilaian Tingkat Keanekaragaman Berdasarkan Nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H') Untuk Nekton

Nilai H'	Kriteria Tingkat Keanekaragaman
$H' \leq 1.00$	Keanekaragaman rendah
$1.00 < H' < 3.00$	Keanekaragaman sedang
$H' \geq 3.00$	Keanekaragaman tinggi

2) Indeks Dominansi Simpson (D')

Nilai indeks dominansi Simpson (D') untuk nekton dihitung berdasarkan persamaan berikut;

$$D = \sum \left(\frac{ni}{N} \right)^2$$

dimana

D = Indeks Dominansi Simpson

ni = Jumlah individu spesies i
 N = Jumlah total individu semua spesies

Nilai D berkisar antara **0,00-1,00**; semakin tinggi nilai D (**mendekati 1,00**) berarti tingkat keanekaragaman dalam komunitas adalah semakin rendah (terdapat taksa-taksa tertentu yang mendominasi); sebaliknya, bila nilai D **mendekati 0,00** berarti tingkat keanekaragaman komunitas adalah semakin tinggi (Ferianita-Fachrul, 2007).

3) Indeks Kemerataan Spesies Pielou (J)

Nilai indeks kemerataan spesies Pielou (J) untuk nekton dapat dihitung menggunakan persamaan berikut;

$$J = \frac{H'}{\ln S}$$

dimana

J : Indeks Kemerataan Pielou
 H' : Indeks Diversitas Shannon-Wiener
 S : Jumlah total spesies

Nilai J memiliki kisaran antara **0.00-1.00** dimana;

- a) Nilai **mendekati 0.00 (nol)**, menunjukkan kecenderungan adanya pengaruh faktor lingkungan terhadap kehidupan organisme yang menyebabkan penyebaran populasi tidak merata karena adanya selektivitas dan mengarah pada terjadinya dominansi oleh salah satu atau beberapa spesies biota.
- b) Nilai **mendekati 1.00 (satu)**, menunjukkan bahwa keadaan lingkungan normal yang ditandai oleh penyebaran populasi yang cenderung merata dan tidak terjadi dominansi.

3.3.2.9 PENGUMPULAN DATA KOMUNITAS PLANKTON

Plankton merupakan sekelompok biota akuatik, baik berupa tumbuhan maupun hewan yang hidup melayang maupun terapung secara pasif di permukaan perairan, dan pergerakan serta penyebarannya dipengaruhi oleh gerakan arus walaupun sangat lemah (Sumich, 1992; Nybakken, 1993; Arinardi, 1997). Menurut Sumich (1999), plankton dapat dibedakan menjadi dua golongan besar yaitu fitoplankton (plankton nabati) dan zooplankton (plankton hewani).

1) Fitoplankton

Fitoplankton merupakan tumbuh-tumbuhan air dengan ukuran yang sangat kecil dan hidup melayang di dalam air. Fitoplankton mempunyai peranan yang sangat penting dalam ekosistem perairan, sama pentingnya dengan peranan tumbuh-tumbuhan hijau yang lebih tinggi tingkatannya di ekosistem daratan. Fitoplankton juga merupakan produsen utama (*Primary producer*) zat-zat organik dalam ekosistem perairan, seperti

tumbuh-tumbuhan hijau yang lain. Fitoplankton membuat ikatan-ikatan organik sederhana melalui fotosintesis (Hutabarat dan Evans, 1986).

2) Zooplankton

Zooplankton merupakan plankton hewani, meskipun terbatas namun mempunyai kemampuan bergerak dengan cara berenang (migrasi vertikal). Pada siang hari, zooplankton bermigrasi ke bawah menuju dasar perairan. Migrasi dapat disebabkan karena faktor konsumen atau *grazing*, yaitu dimana zooplankton mendekati fitoplankton sebagai mangsa, selain itu migrasi juga terjadi karena pengaruh gerakan angin yang menyebabkan *upwelling* atau *downwelling* (Sumich, 1999).

Pengambilan sampel plankton dilakukan dengan cara menyaring air dari suatu badan perairan dengan menggunakan *plankton net* (Gambar 10). Dalam hal ini, plankton net yang digunakan adalah *small standard net* dengan panjang 100 cm dan diameter mulut atau bukaan *net* adalah 30 cm. Volume air tersaring dapat dicari melalui persamaan berikut;

$$V = a \times d$$

dimana

V = Volume air tersaring (m³)

A = Luas mulut *plankton net* ($\pi \times r^2$) (m²)

d = Jarak penarikan *plankton net* (m)

Sampel plankton yang tersaring, selanjutnya dimasukkan ke dalam botol sampel dan diawetkan dalam *buffered-formalin* 4%. Sampel fitoplankton dapat langsung diidentifikasi tanpa proses sorting terlebih dahulu. Sebanyak 1 ml sampel diteteskan ke dalam *sedgwick rafter* dan diamati di bawah mikroskop *compound*. Selanjutnya fitoplankton diidentifikasi dan dihitung jumlahnya pada tiap kategori takson. Identifikasi spesies-spesies plankton berdasarkan Yamaji (1979), Tomas (1997) dan Redden *et al.* (2009). Perhitungan sel fitoplankton menggunakan persamaan berikut;

$$N = \frac{(ni \times 1000 \text{ mm}^3)}{n.\text{grid} \times c}$$

dimana;

N = jumlah sel (mL⁻¹)

ni = jumlah sel yang terhitung

n.grid = jumlah grid yang dihitung

c = faktor pengenceran (biasanya 10)



Gambar 10 Pengambilan Sampel Plankton Dengan Teknik Lempar Menggunakan Small Standar Plankton Net Di Tlogowaru (TLO) Pada Mei 2022 (Sumber: Dokumentasi Kegiatan)

3.3.2.10 ANALISIS DATA PLANKTON

Terkait dengan salah satu fungsi plankton sebagai bioindikator kualitas perairan, maka dari kekayaan spesies dan kepadatan plankton dapat dicari Indeks Keanekaragaman (*Diversity Index*) berdasarkan formulasi Shannon-Wiener (H'), indeks dominansi Simpson (D) dan indeks pemerataan Pielou (J). Selanjutnya dari nilai Indeks Diversitas dapat diketahui kualitas suatu perairan dengan menggunakan tabel kualitas perairan berdasarkan indeks diversitas fitoplankton dan zooplankton (Tabel 8).

Tabel 8 Kualitas Perairan Berdasarkan Indeks Diversitas Fitoplankton dan Zooplankton

Kualitas Perairan	Indeks Diversitas	
	<i>Phytoplankton</i>	Zooplankton
Sangat baik	>2,0	>2,0
Baik	1,6 – 2,0	1,6 – 2,0
Sedang	1,0 – 1,6	1,4 – 1,6
Buruk	0,7 – 1,0	1,0 – 1,4
Sangat Buruk	<0,7	<1,0

Berdasarkan Wibisono (2005) dari nilai Indeks Diversitas juga dapat ditentukan kualitas suatu perairan dengan kriteria seperti pada Tabel 9 berikut;

Tabel 9 Kriteria Penilaian Pembobotan Kualitas Lingkungan Biota Plankton

Indeks Keanekaragaman	Kondisi Struktur	Komunitas Kategori
>2,41	Sangat stabil	Sangat baik
1,81 – 2,4	Lebih stabil	Baik
1,21 – 1,8	Stabil Sedang	Sedang
0,61 – 1,20	Cukup stabil	Buruk
<0,6	Tidak stabil	Sangat buruk

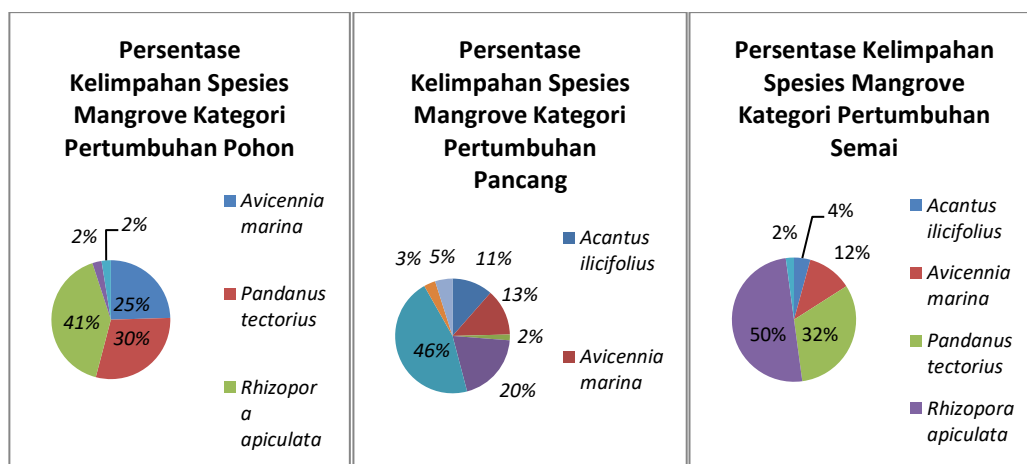
KONDISI KOMUNITAS FLORA DAN FAUNA EKSISTING

4.1. KONDISI KOMUNITAS FLORA

4.1.1. ANALISIS KONDISI HUTAN BAKAU (MANGROVE) TAHUN 2022

Komunitas hutan bakau atau mangrove ditemukan di area kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban di lokasi studi Socorejo (SOC). Lokasi studi SOC terletak di pesisir desa Socorejo, sebelah timur pelabuhan/terminal khusus PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. Kawasan hutan bakau di SOC memiliki muara sungai kecil dengan ketebalan sabuk mangrove kurang dari 20 meter yang mengalami penurunan hampir setengah dari ketebalan sabuk mangrove di beberapa tahun sebelumnya yaitu 7-40 meter. Luasan pengamatan lokasi studi hutan bakau mengalami penyempitan dikarenakan pengalihan guna lahan sebagai ekowisata baru dengan nama "Pantai Semilir".

Diketahui dari hasil pengamatan komunitas hutan bakau/mangrove SOC didominasi oleh *Rhizophora apiculata* (Bakau minyak) dengan jumlah spesies 65 tegakan pohon, 28 tegakan pancang, dan 47 semaian. Komposisi dan kelimpahan mangrove ditunjukkan pada Gambar 11 dan Tabel 10. Pada kategori tegakan pohon (*tree*) didapatkan 5 spesies mangrove dengan genus *Rhizophora* yang mendominasi (*Rhizophora apiculata* dan *Rhizophora stylosa*) selain *Avicennia marina*, *Pandanus tectorius* dan *Sonneratia alba*. Hal yang sama juga terjadi pada kategori pancang (*sapling*) yaitu didominasi oleh *Rhizophora apiculata* (Bakau minyak) dan diketahui 6 spesies mangrove lain masuk ke dalam kategori tegakan pancang (Gambar 12). Sedangkan untuk kategori semaian (seedling) didapatkan 5 spesies dengan dominansi spesies yang sama dengan kategori tegakan pohon dan pancang.



Gambar 11 Persentase Kelimpahan Spesies Mangrove Kategori Pertumbuhan Pohon, Pancang dan Semai di Lokasi Studi Socorejo (SOC)

Tabel 10 Komposisi dan Kelimpahan Spesies Mangrove Tahun 2022

No.	Spesies	Nama Indonesia	Famili	ni
KATEGORI POHON (<i>tree</i>)				
1	<i>Avicennia marina</i>	Api-api putih	Verbenaceae	39
2	<i>Pandanus tectorius</i>	Pandan duri	Pandanaceae	47
3	<i>Rhizophora apiculata</i>	Bakau Minyak	Rhizophoraceae	65
4	<i>Rhizophora stylosa</i>	Bakau Kecil	Rhizophoraceae	4
5	<i>Sonneratia alba</i>	Perepat	Lythraceae	4
Total				159
KATEGORI PANCANG (<i>sapling</i>)				
1	<i>Acanthus ilicifolius</i>	Jeruju putih	Acanthaceae	7
2	<i>Avicennia marina</i>	Api-api putih	Verbenaceae	8
3	<i>Excoecaria agallocha</i>	Buta-buta	Euphorbiaceae	1
4	<i>Pandanus tectorius</i>	Pandan duri	Pandanaceae	12
5	<i>Rhizophora apiculata</i>	Bakau Minyak	Rhizophoraceae	28
6	<i>Rhizophora stylosa</i>	Bakau Kecil	Rhizophoraceae	2
7	<i>Sonneratia alba</i>	Perepat	Lythraceae	3
Total				61
KATEGORI SEMAIAN (<i>seedling</i>)				
1	<i>Acanthus ilicifolius</i>	Jeruju putih	Acanthaceae	4
2	<i>Avicennia marina</i>	Api-api putih	Verbenaceae	11
3	<i>Pandanus tectorius</i>	Pandan duri	Pandanaceae	30
4	<i>Rhizophora apiculata</i>	Bakau Minyak	Rhizophoraceae	47
5	<i>Sonneratia alba</i>	Perepat	Lythraceae	2
Total				94

Kerapatan total pohon mangrove di lokasi studi SOC mencapai 994 tegakan/ha. Tegakan mangrove yang ada merupakan hasil pertumbuhan alami. Kerapatan tegakan pohon terdiri dari 4 spesies mangrove sejati/*true mangrove* (*Avicennia marina*, *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora stylosa*, dan *Sonneratia alba*) dan 1 spesies mangrove asosiasi/*associate mangrove* (*Pandanus tectorius*). Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 201 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove di luar kawasan konservasi, komunitas mangrove yang berlokasi di Socorejo (SOC) ini termasuk “**KATEGORI KERAPATAN SEDANG**” karena memiliki nilai kerapatan tegakan pohon <1000 tegakan/ha (994 tegakan/ha). Kerapatan untuk masing-masing tegakan kategori pertumbuhan terdapat pada Gambar 13-15.



Gambar 12 *Rhizophora apiculata* Sebagai Spesies Dominan Di Lokasi Studi Socorejo

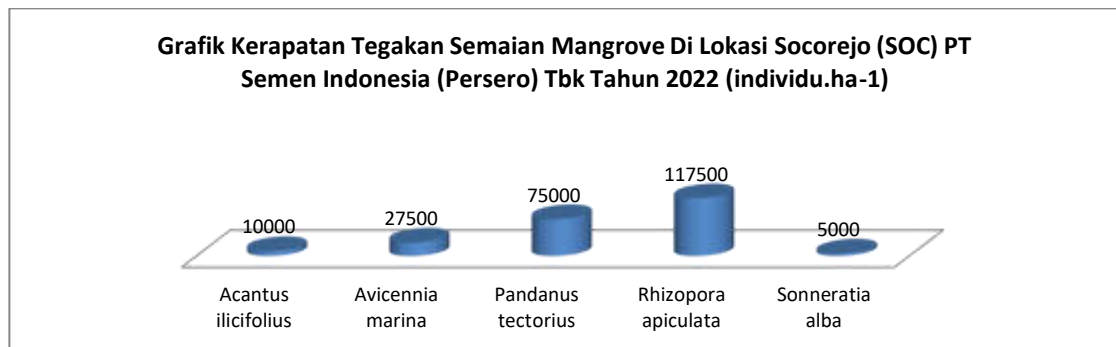
Rhizophora apiculata (Gambar 12) menjadi spesies bernilai penting (INP = 111) dalam komunitas hutan bakau/mangrove di lokasi studi SOC yang artinya keberadaannya mampu memberikan pengaruh yang besar terhadap lingkungan dibandingkan dengan spesies lain. Spesies dengan INP tinggi berarti memiliki kerapatan tinggi, sebaran yang luas serta memiliki basal area atau penutupan tinggi; termasuk juga menunjukkan kemampuan spesies dalam perebutan dan pemanfaatan sumberdaya serta kemampuan reproduksi yang lebih tinggi.



Gambar 13 Grafik Kerapatan Tegakan Pohon Mangrove Di Lokasi Socorejo (SOC) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha)



Gambar 14 Grafik Kerapatan Tegakan Pancang Mangrove Di Lokasi Socorejo (SOC) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha)



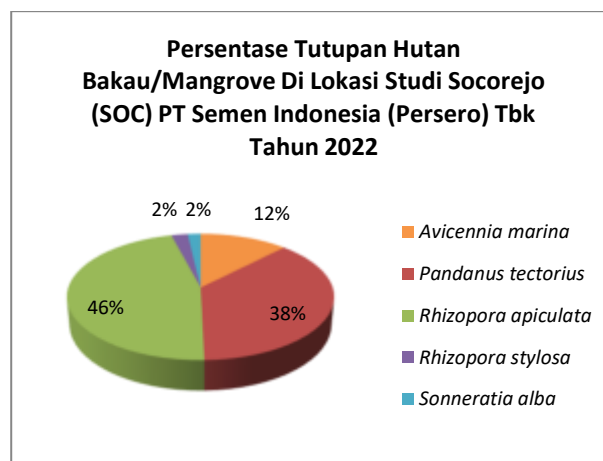
Gambar 15 Grafik Kerapatan Tegakan Semaian Mangrove Di Lokasi Socorejo (SOC) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha)

Persentase tutupan lahan hutan bakau/mangrove di lokasi studi SOC didominasi oleh *Rhizophora apiculata* karena spesies ini merupakan spesies yang melimpah. Persentase tutupan lahan hutan bakau/mangrove di lokasi studi SOC ditunjukkan pada grafik Gambar 16. Tutupan lahan/coverage berhubungan dengan zonasi atau batas sabuk hijau (*green belt*) sebagai areal yang dilindungi sesuai dengan Surat Keputusan Bersama Menteri Pertanian dan Menteri Kehutanan No. KB 550/264/ Kpts/4/1984 dan No. 082/Kpts-II/1984 tanggal 30 April 1984 yang diantaranya menyebutkan bahwa lebar sabuk hijau hutan mangrove adalah 200 m. Surat Keputusan Bersama ini selanjutnya dijabarkan oleh Departemen Kehutanan dengan mengeluarkan Surat Edaran No. 507/IVBPHH/ 1990 yang di antaranya berisi penentuan lebar sabuk hijau pada hutan mangrove, yaitu selebar 200 m di sepanjang pantai. Dalam hal ini, lebar sabuk hijau mangrove di pesisir Socorejo (selebar ± 20 meter) dapat dikatakan belum memenuhi standar minimum sesuai peraturan perundangan di atas. Area sabuk hijau mangrove sangat penting keberadaannya terkait manfaat ekologi untuk mencegah erosi pantai. Pada lokasi studi SOC diketahui sudah mendapatkan dampak adanya erosi pantai, sehingga menyebabkan longsornya pasir disekitaran muara pantai Socorejo (Gambar 17).

Hutan bakau merupakan komunitas vegetasi yang dipengaruhi zonasi. Zonasi dalam komunitas mangrove merupakan sebaran kelompok spesies mangrove secara tegak lurus garis pantai yang sesuai kemampuan setiap spesies mangrove dalam beradaptasi dengan lingkungannya. Faktor yang mempengaruhi zonasi mangrove antara lain kemampuan adaptasi spesies, kondisi sedimen atau substrat, nilai salinitas air laut, ketahanan terhadap angin dan gelombang laut serta ketahanan terhadap frekuensi (sering-tidaknya) inundasi (penggenangan) batang mangrove oleh air laut. Dalam susunan zonasi mangrove, zonasi terdepan adalah zonasi yang paling dekat dengan air laut dan umumnya tersusun oleh *Avicennia* spp dan *Sonneratia* spp (memiliki pneumatophore) yang kemudian penyusun zonasi selanjutnya adalah *Rhizophora* spp dan *Bruguiera* spp. Sedangkan zonasi mangrove yang semakin menjauhi air laut tersusun oleh jenis-jenis mangrove asosiasi. Susunan 4 zonasi komunitas mangrove berdasarkan Noor et al. (1999) adalah 1) Mangrove terbuka (berada dibagian yang berhadapan dengan laut dan tersusun oleh genus *Sonneratia*, *Avicennia* dan *Rhizophora*); 2) Mangrove tengah (berada di

belakang zona terbuka, tersusun oleh genus *Rhizophora* dan *Bruguiera*); 3) Mangrove payau (berada di sepanjang sungai berair payau hingga hampir tawar, tersusun oleh genus *Nypa* dan *Sonneratia*); dan 4) Mangrove daratan (berada di zona terdalam, tersusun oleh mangrove asosiasi).

Berdasarkan hal itu maka area komunitas hutan bakau Socorejo (SOC) tidak mengikuti pola zonasi mangrove di kawasan Asia Pasifik seperti yang dijelaskan sebelumnya. Hal ini dikarenakan keberadaan mangrove hanya ada di sekitar area muara sungai dan tepi pantai saja dengan ketebalan mangrove ± 20 meter, sehingga mangrove tumbuh dan berkembang dalam satu lingkup cakupan area yang sama.



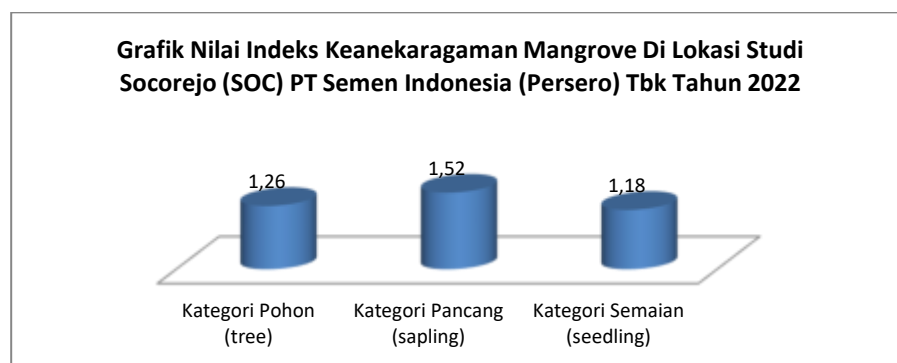
Gambar 16 Persentase Tutupan Hutan Bakau/Mangrove Di Lokasi Studi Socorejo (SOC) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022



Gambar 17 Kondisi Pesisir Pantai Socorejo Akibat Erosi Pantai Socorejo pada Mei 2022

Hasil penghitungan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') untuk mangrove di lokasi Socorejo didapatkan nilai sebesar 1.26 untuk kategori pohon; 1.52 untuk kategori pancang; dan 1.18 untuk kategori semaian (Gambar 18). **Nilai indeks keanekaragaman mangrove Socorejo yang berada di antara $1.00 < H' < 3.00$ (1.26; 1.52; 1.18) termasuk ke dalam kategori "KEANEKARAGAMAN SEDANG"**. Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan berpengaruh terhadap kehidupan organisme. Keragaman spesies, jumlah spesies, dan kelimpahan relatif terhadap kelimpahan total spesies mangrove dalam komunitas akan memberikan pengaruh pada besaran nilai indeks

keanekaragaman. Sehingga jika pada suatu lokasi terdapat banyak spesies berbeda dengan kelimpahan yang setara (tidak berbeda) atau tidak ada spesies yang sangat mendominasi maka nilai H' akan meningkat (tinggi). Sebaliknya, keberadaan satu atau beberapa spesies yang sangat dominan dalam komunitas berpotensi menurunkan nilai H' atau keanekaragaman komunitas tersebut. Di alam, ekosistem hutan bakau/mangrove cenderung memiliki nilai keanekaragaman yang rendah karena kondisi habitat yang ekstrim seperti kondisi substrat, salinitas, arus, gelombang serta periode inundasi (penenggelaman periodik oleh pasang-surut air laut). Oleh karena itu hanya spesies-spesies tertentu saja yang mampu tumbuh dan berkembang dengan baik sesuai kondisi lingkungan.



Gambar 18 Grafik Nilai Indeks Keanekaragaman Mangrove Di Lokasi Studi Socorejo (SOC) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022

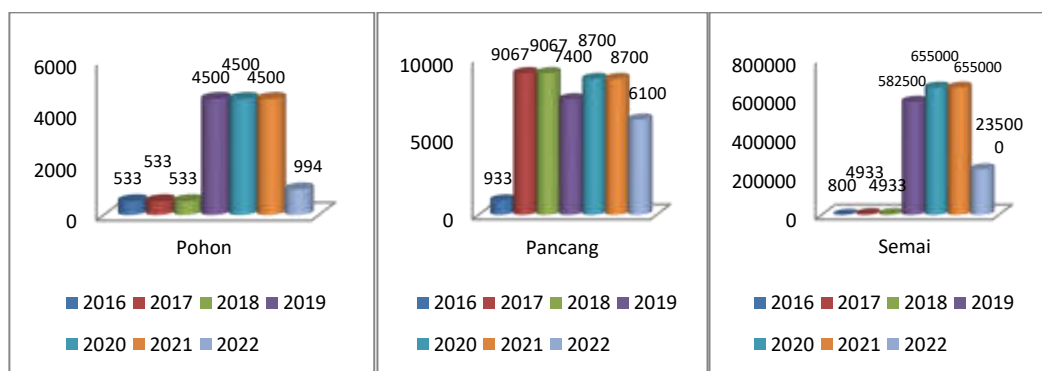
4.1.2. ANALISIS MONITORING KEANEKARAGAMAN SPESIES VEGETASI HUTAN BAKAU (MANGROVE) TAHUN 2016-2022

Berdasarkan data hasil monitoring komunitas hutan bakau/mangrove dari tahun 2016 hingga tahun 2022 di lokasi studi Socorejo (SOC) **diketahui bahwa jumlah spesies mangrove yang ditemukan mengalami kenaikan dari tahun 2016 ke tahun 2022** (Gambar 19). Jumlah spesies dalam komunitas hutan bakau/mangrove juga akan berpengaruh pada kerapatan vegetasi. Berdasarkan data monitoring **kerapatan tumbuhan mangrove pada setiap kategori tegakan diketahui mengalami kenaikan yang cukup signifikan** dari tahun 2016 hingga tahun 2021. Selanjutnya pada tahun 2021 hingga tahun 2022 kerapatan tumbuhan kategori pohon cenderung menurun yaitu dari 4500 tegakan/ha menjadi 994 tegakan/ha (Gambar 20). Kerapatan tumbuhan kategori pancang mengalami dinamika penambahan di tahun 2017 dan 2020 yang kemudian mengalami penurunan di tahun 2022 menjadi 6100 tegakan/ha. Kerapatan kategori semaian dari tahun 2016 mengalami kenaikan yang sangat tinggi pertahunnya hingga tahun 2021 yang mencapai peningkatan 655000 tegakan/ha dan di tahun 2022 mengalami penurunan menjadi 235000 tegakan/ha. Penurunan kerapatan hutan bakau/mangrove di lokasi studi SOC yang sangat signifikan dimungkinkan adanya degradasi pantai terkait erosi pantai maupun pembukaan lahan ekowisata yang berdampingan dengan lokasi studi Socorejo, hal ini

terlihat pada area eksisting hutan mangrove yang berubah fungsi menjadi area ekowisata pantai sehingga keberadaan vegetasi mangrove menjadi lebih sedikit.

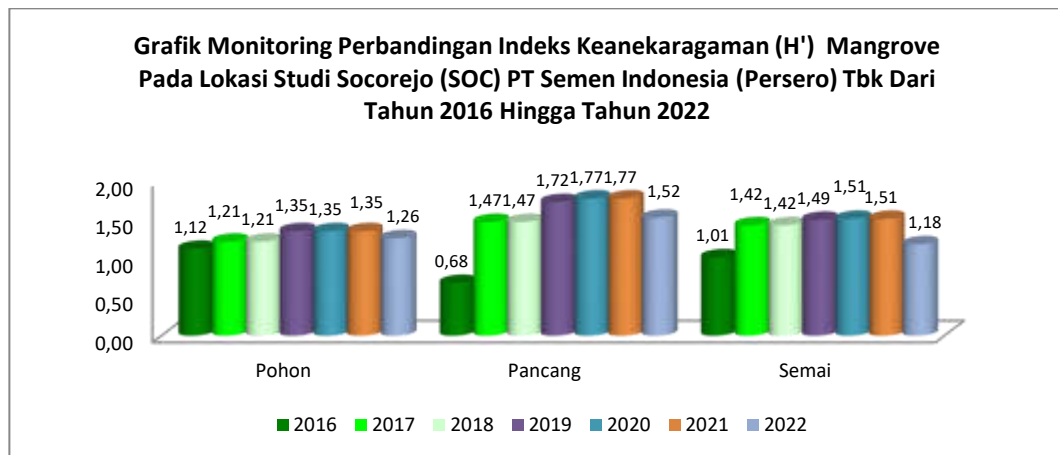


Gambar 19 Grafik Monitoring Perbandingan Jumlah Spesies Mangrove pada Lokasi Studi Socorejo (SOC) Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022



Gambar 20 Grafik Monitoring Perbandingan Kerapatan Mangrove pada Lokasi Studi Socorejo (SOC) Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022 (dari kiri: kategori pertumbuhan pohon, pancang, semai)

Berdasarkan data monitoring nilai indeks keanekaragaman (H') mangrove pada kategori pohon dari tahun 2016 hingga tahun 2022 diketahui mengalami peningkatan di tahun 2016 ke tahun 2019 (1.12 menjadi 1.35) dan mengalami penurunan di tahun 2022 menjadi 1.26 (Gambar 21). Nilai indeks keanekaragaman (H') mangrove pada kategori pancang dari tahun 2016 hingga tahun 2021 juga mengalami peningkatan dari 0.68 menjadi 1.77 dan menurun di tahun 2022 menjadi 1.52. Hal yang sama juga terjadi untuk nilai indeks keanekaragaman mangrove kategori semai dari tahun 2016 hingga tahun 2021 mengalami peningkatan dari 1.01 menjadi 1.51 dan menurun di tahun 2022 menjadi 1.18. Dampak penurunan ini menjadi signifikan dimungkinkan karena adanya sebagian besar pengalihan fungsi lahan pesisir dari hutan bakau alami menjadi kawasan ekowisata.



Gambar 21 Grafik Monitoring Perbandingan Indeks Keanekaragaman (H') Mangrove Pada Lokasi Studi Socorejo (SOC) Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022

4.1.3. ANALISIS KONDISI FLORA DARAT NON MANGROVE TAHUN 2022

Data hasil studi mengenai komposisi dan kelimpahan spesies flora darat bukan mangrove di lokasi studi Glory Hole (GLO); Lantai 2014 dan 2016 area bekas tambang kapur yang dilakukan penanaman tahun 2014 dan 2016 (LAN14 dan LAN16); area Green Belt yang terdiri dari tiga sub-lokasi yaitu Green Belt (GRE), View Point (VIE) dan Green Belt Timur (GTI); serta area bekas tambang tanah liat di Tlogowaru (TLO); Socorejo (SOC), dan Arboretum Bukit Daun (BDA) pada tahun 2022 ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11 Komposisi dan Kelimpahan Spesies Flora Darat Bukan Mangrove di Lokasi Studi pada Periode Mei - Juni 2022

NO	Spesies	Nama Indonesia	Famili	Kerapatan (indv. per ha)									Total	
				SOC	GRE	GTI	VIE	GLO	LAN.14	LAN.16	TLO	BDA		
POHON (tree) dan PALEM (palm)														
1	<i>Acacia auriculiformis</i>	Akasia	Fababaeae	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
2	<i>Alstonia scholaris</i>	Pulai	Apocynaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6
3	<i>Artocarpus altilis</i>	Sukun	Moraceae	-	56	-	-	-	-	-	-	-	-	56
4	<i>Azadirachta indica</i>	Mimba	Meliaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	19
5	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Cemara	Casuarinaceae	181	-	-	-	-	-	-	-	-	-	181
6	<i>Dalbergia latifolia</i>	Sonokeling	Fabaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	69	69
7	<i>Ficus glabella</i>	Ara	Moraceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	6
8	<i>Leucaena leucocephala</i>	Lamtoro	Fabaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	50
9	<i>Paraserianthes falcataria</i>	Sengon	Fabaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	269	-	269
10	<i>Samanea saman</i>	Trembesi	Fabaceae	-	63	-	25	-	-	-	-	25	-	113
11	<i>Senna siamea</i>	Johar	Fabaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	25
12	<i>Swietenia mahagoni</i>	Mahoni	Meliaceae	-	6	6	13	-	-	-	-	31	31	88
13	<i>Tectona grandis</i>	Jati	Verbenaceae	-	-	-	-	-	-	-	13	-	-	13
Kerapatan total				194	125	6	38	0	0	13	350	181	906	
Jumlah spesies				2	3	1	2	0	0	1	4	6	13	
Nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H')				0.24	0.86	0.00	0.64	1.05	0.00	0.00	0.80	1.49		

NO	Spesies	Nama Indonesia	Famili	Kerapatan (per ha)									Total	
				SOC	GRE	GTI	VIE	GLO	LAN.14	LAN.16	TLO	BDA		
TIHANG (pole)														
1	<i>Acacia auriculiformis</i>	Akasia	Fababaeae	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75
2	<i>Acacia pycnantha</i>	Pial emas	Fababaeae	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-	50
3	<i>Alstonia scholaris</i>	Pulai	Apocynaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	25
4	<i>Artocarpus altilis</i>	Sukun	Moraceae	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	100
5	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Cemara	Casuarinaceae	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1000
6	<i>Dalbergia latifolia</i>	Sonokeling	Fabaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	225	225

7	<i>Dimocarpus longan</i>	Kelengkeng	Sapindaceae	-	-	-	125	-	-	-	-	-	125
8	<i>Manilkara zapota</i>	Sawo manila	Sapotaceae	-	-	-	200	-	-	-	-	-	200
9	<i>Paraserianthes falcataria</i>	Sengon	Fabaceae	-	-	-	-	-	-	-	175	-	175
10	<i>Pithecellobium dulce</i>	Asem londo	Fabaceae	-	-	-	-	-	25	-	-	-	25
11	<i>Samanea saman</i>	Trembesi	Fabaceae	-	-	75	-	-	-	-	50	-	125
12	<i>Schleichera oleosa</i>	Kesambi	Sapindaceae	-	-	275	-	-	-	-	-	-	275
13	<i>Senna siamea</i>	Johar	Fabaceae	-	-	-	-	-	25	475	100	-	600
14	<i>Swietenia mahagoni</i>	Mahoni	Meliaceae	-	975	375	-	-	-	-	75	100	1525
15	<i>Syzygium cumini</i>	Jamblang	Myrtaceae	-	-	25	-	-	-	-	-	25	50
16	<i>Tectona grandis</i>	Jati	Verbenaceae	-	-	-	-	2125	2775	1550	-	-	6450
17	<i>Veitchia merillii</i>	Palem putri	Arecaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	50	50
Kerapatan total				1075	1075	750	325	2125	2875	2025	400	425	11075
Jumlah spesies				2	2	4	2	1	4	2	4	5	17
Nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H')				0.25	0.31	1.06	0.67	0.00	0.19	0.54	1.28	1.26	

NO	Spesies	Nama Indonesia	Famili	Kerapatan (per ha)									Total	
				SOC	GRE	GTI	VIE	GLO	LAN.14	LAN.16	TLO	BDA		
PANCANG (Sapling)														
1	<i>Acacia auriculiformis</i>	Akasia	Fababaeae	-	-	-	-	-	-	-	100	-	-	100
2	<i>Acacia pycnantha</i>	Pial emas	Fababaeae	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	100
3	<i>Aglaonema evergreen</i>	Sri rejeki	Araceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6600	6600
4	<i>Alstonia scholaris</i>	Pulai	Apocynaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100
5	<i>Annona muricata</i>	Sirsak	Annonaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100
6	<i>Annona squamosa</i>	Srikaya	Annonaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	800	-	800
7	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Nangka	Moraceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100
8	<i>Averrhoa bilimbi</i>	Belimbing wuluh	Oxalidaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400	400
9	<i>Averrhoa carambola</i>	Belimbing	Oxalidaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200	200
10	<i>Azadirachta indica</i>	Mimba	Meliaceae	100	-	500	-	-	-	-	-	-	-	600
11	<i>Bambusa sp.</i>	Bambu	Poaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7500	7500
12	<i>Bougainvillea glabra</i>	Bunga kertas	Nyctaginaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100

13	<i>Calotropis gigantea</i>	Biduri	Apocynaceae	-	-	-	-	-	-	200	-	-	200
14	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Cemara	Casuarinaceae	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	1000
15	<i>Citrus s.</i>	Jeruk	Rutaceae	-	-	-	-	-	-	-	300	-	300
16	<i>Codiaeum variegatum</i>	Puring	Euphorbiaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	2100	2100
17	<i>Dalbergia latifolia</i>	Sonokeling	Fabaceae	-	-	-	-	-	-	200	-	1500	1700
18	<i>Dimocarpus longan</i>	Kelengkeng	Sapindaceae	-	-	-	500	-	-	-	-	-	500
19	<i>Ficus glabella</i>	Ara	Moraceae	-	-	-	-	-	-	-	-	200	200
20	<i>Jatropha curcas</i>	Jarak pagar	Euphorbiaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100
21	<i>Jatropha gossypifolia</i>	Jarak merah	Euphorbiaceae	-	-	-	-	-	-	500	-	2900	3400
22	<i>Lannea coromandelica</i>	Jaranan	Anacardiaceae	-	-	-	-	-	100	-	-	-	100
23	<i>Leucaena leucocephala</i>	Lamtoro	Fabaceae	-	-	-	-	-	2300	-	-	-	2300
24	<i>Leucaena glauca</i>	Petai cina	Fabaceae	-	-	-	-	-	300	1200	-	-	1500
25	<i>Manihot utilissima</i>	Singkong	Euphorbiaceae	-	100	-	-	-	-	-	-	600	700
26	<i>Manilkara zapota</i>	Sawo manila	Sapotaceae	-	-	-	800	-	-	-	-	100	900
27	<i>Melaleuca cajuputi</i>	Kayu Putih	Myrtaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	1600	1600
28	<i>Mimusops elengi</i>	Tanjung	Sapotaceae	-	-	-	-	-	-	-	100	-	100
29	<i>Morinda citrifolia</i>	Mengkudu	Rubiaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	300	300
30	<i>Morus alba</i>	Murbei putih	Moraceae	-	-	-	-	-	-	-	-	600	600
31	<i>Musa acuminata</i>	Pisang	Musaceae	-	-	-	-	-	-	200	-	-	200
32	<i>Nephelium lappaceum</i>	Rambutan	Sapindaceae	-	-	-	-	-	-	300	-	-	300
33	<i>Pandanus tectorius</i>	Pandan duri	Pandanaceae	1600	-	-	-	-	-	-	-	-	1600
34	<i>Paraserianthes falcataria</i>	Sengon	Fabaceae	-	-	-	-	-	-	-	300	-	300
35	<i>Pithecellobium dulce</i>	Asem londo	Fabaceae	-	-	-	-	1200	-	-	-	700	1900
36	<i>Punica granatum</i>	Delima	Punicaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	500	500
37	<i>Samanea saman</i>	Trembesi	Fabaceae	-	-	700	-	-	500	1200	-	-	2400
38	<i>Sauropus androgynus</i>	Katuk	Phyllanthaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	300	300
39	<i>Schleichera oleosa</i>	Kesambi	Sapindaceae	-	-	400	-	-	-	-	-	-	400
40	<i>Senna siamea</i>	Johar	Fabaceae	-	-	-	-	-	4600	5000	-	-	9600
41	<i>Sesbania grandiflora</i>	Turi	Fabaceae	-	-	-	-	-	400	-	-	-	400
42	<i>Swietenia mahagoni</i>	Mahoni	Meliaceae	-	2700	-	-	-	-	-	-	300	3000
43	<i>Syzygium cumini</i>	Jamblang	Myrtaceae	-	-	1000	-	-	-	-	-	1100	2100

21	<i>Brachiaria distachya</i>	Rumput gajihan	Poaceae	23750	-	-	-	-	4375	21250	-	49375	
22	<i>Calophyllum inophyllum</i>	Nyamplung	Clusiaceae	-	-	625	-	-	-	-	-	625	
23	<i>Calotropis gigantea</i>	Biduri	Apocynaceae	-	-	2500	-	-	1250	-	-	3750	
24	<i>Cananga odorata</i>	Kenanga	Annonaceae	-	-	-	-	-	-	-	625	625	
25	<i>Canavalia ensiformis</i>	Koro pedang	Fabaceae	-	-	-	-	3750	-	-	-	3750	
26	<i>Capsicum frutescens</i>	Cabai rawit	Solanaceae	-	-	-	-	-	-	8125	-	8125	
27	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Cemara	Casuarinaceae	14375	-	-	-	-	-	-	-	14375	
28	<i>Cayratia trifolia</i>	Galing-galing	Vitaceae	-	4375	-	5625	625	-	-	-	10625	
29	<i>Celosia argentea</i>	Jengger ayam	Amaranthaceae	-	-	-	-	-	-	5000	-	5000	
30	<i>Chloris barbata</i>	Rumput kembang goyang	Poaceae	-	-	-	-	7500	-	20625	-	28125	
31	<i>Chloris virgata</i>	Rumput jari berbulu	Poaceae	-	-	-	-	-	-	9375	-	9375	
32	<i>Chromolaena odorata</i>	Rumput Minjangan	Asteraceae	9375	296250	4375	153125	31875	42500	50000	24375	171250	783125
33	<i>Cinnamomum verum</i>	Kayu manis	Lauraceae	-	-	-	-	-	-	-	2500	2500	
34	<i>Citrus s.</i>	Jeruk	Rutaceae	-	-	-	-	-	-	-	625	625	
35	<i>Cleome rutidosperma</i>	Maman lanang	Capparaceae	-	-	-	1875	-	-	-	-	1875	
36	<i>Clitoria ternatea</i>	Telang	Fabaceae	-	3750	-	-	-	17500	-	-	21250	
37	<i>Codiaeum variegatum</i>	Puring	Euphorbiaceae	-	-	-	-	-	-	-	625	625	
38	<i>Colocasia esculenta</i>	Talas	Araceae	-	3125	-	-	-	-	-	-	3125	
39	<i>Commelina diffusa</i>	Gewor	Commelinaceae	-	-	-	50625	-	-	-	-	50625	
40	<i>Crassocephalum crepidioides</i>	Sintrong	Asteraceae	-	3750	-	-	-	1250	-	-	5000	
41	<i>Crotalaria juncea</i>	Orok-orok	Fabaceae	-	8125	-	-	80625	-	-	-	88750	
42	<i>Crotalaria retusa</i>	Orok-orok	Fabaceae	-	-	-	-	-	-	-	5000	5000	
43	<i>Curcuma longa</i>	Kunyit	Zingiberaceae	-	-	-	-	-	-	-	17500	17500	
44	<i>Curcuma sp.</i>	Kunyit	Zingiberaceae	-	-	-	-	-	-	-	6875	6875	
45	<i>Cyanthillium cinereum</i>	Sawi Langit	Asteraceae	-	-	-	-	-	-	3750	-	3750	
46	<i>Cymbopogon citratus</i>	Serai	Poaceae	-	-	-	-	-	-	-	31250	31250	
47	<i>Cynodon dactylon</i>	Rumput grinting	Poaceae	-	-	-	10625	-	-	-	-	10625	
48	<i>Cyperus rotundus</i>	Teki ladang	Cyperaceae	-	15000	65000	16875	3125	27500	7500	11875	34375	181250
49	<i>Dactylis glomerata</i>	Rumput kebun	Poaceae	-	105625	-	-	-	-	-	-	105625	
50	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Tapak jalak	Poaceae	11875	-	-	-	-	-	-	-	11875	
51	<i>Dalbergia latifolia</i>	Sonokeling	Fabaceae	-	-	-	-	-	-	625	-	625	

52	<i>Desmodium sp.</i>	Saeng simbur	Fabaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	43750	43750
53	<i>Desmodium triflorum</i>	Jukut jarem	Fabaceae	-	33125	-	5000	40000	1875	-	-	-	80000
54	<i>Digitaria sp</i>	Rumput pangola	Poaceae	-	-	10625	-	-	-	-	-	-	10625
55	<i>Digitaria ciliaris</i>	Rumput cakar ayam	Poaceae	-	-	-	-	-	9375	-	10000	-	19375
56	<i>Digitaria didactyla</i>	Rumput sofa biru	Poaceae	-	-	16875	-	-	-	-	-	-	16875
57	<i>Digitaria sanguinalis</i>	Rumput parit	Poaceae	-	85000	-	2500	88750	442500	-	-	83750	702500
58	<i>Dimocarpus longan</i>	Kelengkeng	Sapindaceae	-	-	-	-	-	-	-	1250	-	1250
59	<i>Dioscorea alata</i>	Ubi kelapa	Dioscoreaceae	-	625	-	-	-	-	-	-	-	625
60	<i>Eclipta prostrata</i>	Urang-aring	Asteraceae	-	111875	4375	-	-	-	-	-	60000	176250
61	<i>Elephantopus scaber</i>	Tapak liman	Asteraceae	-	-	-	2500	1250	-	9375	-	107500	120625
62	<i>Eleusine indica</i>	Rumput belulang	Poaceae	-	-	-	625	-	-	-	-	27500	28125
63	<i>Eragrostis tenella</i>	Jukut karukun	Poaceae	-	262500	16875	46250	-	-	-	-	76250	401875
64	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Daun katemas	Euphorbiaceae	-	17500	-	-	1250	-	-	-	1875	20625
65	<i>Euphorbia hirta</i>	Patikan kebo	Euphorbiaceae	-	11250	5000	-	-	-	8750	-	65625	90625
66	<i>Fimbristylis ferruginea</i>	Rumput godokan	Cyperaceae	19375	-	-	-	-	-	-	-	-	19375
67	<i>Flacourtia indica</i>	Kerukup	Salicaceae	-	-	1250	-	-	-	-	-	-	1250
68	<i>Hedyotis corymbosa</i>	Rumput mutiara	Rubiaceae	23125	-	-	-	-	-	-	-	-	23125
69	<i>Heteropogon contortus</i>	Merakan	Poaceae	-	-	67500	-	-	-	-	-	-	67500
70	<i>Hippobroma longiflora</i>	Kitolod	Campanulaceae	-	-	-	-	-	-	-	7500	-	7500
71	<i>Hyptis rhomboidea</i>	Godong puser	Lamiaceae	17500	-	-	-	-	-	-	5625	-	23125
72	<i>Imperata cylindrica</i>	Alang-alang	Poaceae	-	87500	-	-	-	-	-	1875	-	89375
73	<i>Ipomoea batatas</i>	Ubi jalar	Convolvulaceae	25000	-	-	-	-	-	-	-	-	25000
74	<i>Ipomoea carnea</i>	Kangkung pagar	Convolvulaceae	6250	-	-	-	-	-	-	9375	-	15625
75	<i>Ipomoea squamoclit</i>	Terompetan	Convolvulaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	7500	7500
76	<i>Jatropha gossypifolia</i>	Jarak merah	Euphorbiaceae	-	-	-	-	-	-	1250	-	-	1250
77	<i>Lamium barbatum</i>	Jelatang putih	Lamiaceae	-	56875	6250	173125	-	-	-	-	103750	340000
78	<i>Lannea coromandelica</i>	Jaranan	Anacardiaceae	-	-	-	-	-	-	-	4375	-	4375
79	<i>Lantana camara</i>	Tembelekan	Verbenaceae	27500	5000	14375	76250	13125	21875	28125	5000	58125	249375
80	<i>Lantana involucrata</i>	Tembelekan putih	Verbenaceae	-	-	2500	-	-	-	-	-	-	2500
81	<i>Leucaena leucocephala</i>	Lamtoro	Fabaceae	-	26875	625	17500	-	178750	56250	-	-	280000
82	<i>Leucaena glauca</i>	Petai cina	Fabaceae	-	-	-	-	-	528125	115625	4375	-	648125

83	<i>Limonia acidissima</i>	Kawista	Rutaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	625	625
84	<i>Manihot utilissima</i>	Singkong	Euphorbiaceae	8750	6250	-	-	-	-	-	-	-	15000
85	<i>Manilkara kauki</i>	Sawo kecil	Sapotaceae	-	-	5000	-	-	-	-	625	-	5625
86	<i>Manilkara zapota</i>	Sawo manis	Sapotaceae	-	-	-	-	-	-	-	1875	-	1875
87	<i>Melaleuca cajuputi</i>	Kayu Putih	Myrtaceae	-	-	11875	-	-	-	-	-	-	11875
88	<i>Melinis repens</i>	Rumput natal	Poaceae	-	-	7500	-	-	-	-	-	-	7500
89	<i>Melissa officinalis</i>	Lemon balm	Lamiaceae	-	-	1250	-	-	-	-	-	-	1250
90	<i>Mimosa diplotricha</i>	Putri malu	Fabaceae	-	-	3750	-	-	-	6875	625	-	11250
91	<i>Mimosa pudica</i>	Putri malu	Fabaceae	9375	-	1875	-	68125	18750	-	3125	-	101250
92	<i>Mimusops elengi</i>	Tanjung	Sapotaceae	-	-	-	-	-	-	-	2500	-	2500
93	<i>Moringa oleifera</i>	Kelor	Moringaceae	-	-	-	-	-	-	-	1250	-	1250
94	<i>Musa paradisiaca</i>	Pisang	Musaceae	-	625	-	-	-	-	-	-	-	625
95	<i>Ophiopogon jaburan vittatus</i>	Alang-alang hijau	Asparagaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	33125	33125
96	<i>Opuntia elatior</i>	Duri tentong	Cactaceae	625	-	-	-	-	-	-	-	-	625
97	<i>Paederia foetida</i>	Daun kentut	Rubiaceae	-	3750	-	10625	-	-	5000	-	-	19375
98	<i>Pandanus tectorius</i>	Pandan duri	Pandanaceae	9375	-	-	-	-	-	-	-	-	9375
99	<i>Paraserianthes falcataria</i>	Sengon	Fabaceae	-	-	-	-	-	-	-	1250	-	1250
100	<i>Paspalum notatum</i>	Rumput bahia	Poaceae	-	90625	-	14375	-	125000	-	-	-	230000
101	<i>Passiflora foetida</i>	Rambusa	Passifloraceae	7500	-	-	-	-	-	1875	-	-	9375
102	<i>Phaseolus lunatus</i>	Kacang kratok	Fabaceae	-	5000	-	-	-	140625	-	-	-	145625
103	<i>Phyllanthus niruri</i>	Meniran hijau	Phyllanthaceae	-	8125	-	-	-	-	-	-	31875	40000
104	<i>Phyllanthus reticulatus</i>	Mangsian	Phyllanthaceae	-	5625	-	18750	-	5000	-	-	4375	33750
105	<i>Physalis angulata</i>	Ciplukan	Solanaceae	-	-	-	-	-	1875	24375	-	-	26250
106	<i>Piscidia piscipula</i>	Kayu Jamaica	Fabaceae	-	-	1250	-	-	-	-	-	-	1250
107	<i>Pithecellobium dulce</i>	Asem londo	Fabaceae	-	-	1250	625	18125	1250	-	5625	2500	29375
108	<i>Plectranthus graveolens</i>	Daun ingu	Lamiaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	70625	70625
109	<i>Porophyllum ruderales</i>	Ketumbar bolivia	Asteraceae	12500	-	-	-	-	-	-	1250	-	13750
110	<i>Psidium guajava</i>	Jambu biji	Myrtaceae	-	625	-	-	-	-	-	-	-	625
111	<i>Pteris vittata</i>	Pakis	Adiantaceae	-	-	-	6250	-	-	-	-	-	6250
112	<i>Punica granatum</i>	Delima	Punicaceae	-	-	-	-	-	-	-	625	-	625
113	<i>Samanea saman</i>	Trembesi	Fabaceae	-	-	-	23750	-	-	1250	1875	-	26875

114	<i>Saraca asoka</i>	Bunga asoka	Fabaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	31250	31250
115	<i>Schefflera arboricola</i>	Wali songo hijau	Araliaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	2500	2500
116	<i>Senna siamea</i>	Johar	Fabaceae	-	-	-	-	-	6250	43125	3750	-	53125
117	<i>Sesbania grandiflora</i>	Turi	Fabaceae	-	-	-	-	-	-	6875	-	-	6875
118	<i>Sida rhombifolia</i>	Seleguri	Malvaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	3125	3125
119	<i>Sorghum halepense</i>	Cantel	Poaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	35000	35000
120	<i>Spartina Bakeri</i>	Pletekan	Poaceae	-	-	35000	-	-	-	-	-	-	35000
121	<i>Spermacoce latifolia</i>	Goletrak	Rubiaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	63750	63750
122	<i>Sphagneticola trilobata</i>	Wadelia	Asteraceae	-	-	-	-	-	-	-	-	26875	26875
123	<i>Spilanthes paniculata</i>	Jotang	Asteraceae	-	172500	-	4375	5625	625	625	-	-	183750
124	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	Pecut kuda	Verbenaceae	15625	-	-	-	-	-	-	5625	5000	26250
125	<i>Striga hermonthica</i>	Striga	Orobanchaceae	-	-	9375	-	-	-	-	-	-	9375
126	<i>Swietenia mahagoni</i>	Mahoni	Meliaceae	-	-	-	45625	-	5625	-	-	-	51250
127	<i>Synedrella nodiflora</i>	Jotang kuda	Asteraceae	-	-	-	-	-	-	-	1875	-	1875
128	<i>Syzygium cumini</i>	Jamblang	Myrtaceae	-	-	-	625	-	-	-	-	625	1250
129	<i>Tectona grandis</i>	Jati	Verbenaceae	-	-	-	-	-	1875	3125	-	-	5000
130	<i>Terminalia catappa</i>	Ketapang	Combretaceae	4375	-	-	-	-	-	-	-	-	4375
131	<i>Themeda arguens</i>	Rumput merakan	Poaceae	-	-	-	-	-	51875	-	-	-	51875
132	<i>Themeda triandra</i>	Rumput kangaroo	Poaceae	-	-	14375	-	-	-	-	-	-	14375
133	<i>Tinospora cordifolia</i>	Brotowali	Menispermaceae	-	-	-	-	-	-	-	1250	-	1250
134	<i>Tridax procumbens</i>	Gletang	Asteraceae	-	41250	10000	-	-	-	5625	22500	340000	419375
135	<i>Uraria crinita</i>	Ekor kucing	Fabaceae	-	-	1875	-	-	-	-	-	-	1875
136	<i>Urena lobata</i>	Pulutan	Malvaceae	-	-	-	8750	-	-	-	-	-	8750
137	<i>Urtica Dioica</i>	Jelatang	Urticaceae	-	-	2500	-	-	-	-	-	-	2500
138	<i>Veitchia merillii</i>	Palem putri	Arecaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	1250	1250
139	<i>Verbena officinalis</i>	Rumput verbena	Verbenaceae	-	-	11875	-	-	-	-	-	-	11875
140	<i>Vernonia cinerea</i>	Sawi Langit	Asteraceae	-	58750	-	9375	10625	-	3750	-	81250	163750
141	<i>Waltheria indica</i>	Akar jalar	Malvaceae	-	-	4375	-	-	8125	-	2500	-	15000
142	<i>Zea mays</i>	Jagung	Poaceae	-	191250	-	-	-	-	-	-	-	191250
143	<i>Zingiber officinale</i>	Temu	Zingiberaceae	-	-	-	-	-	-	-	-	5000	5000
144	<i>Zinnia elegans</i>	Zinia anggun	Asteraceae	-	-	-	-	-	-	-	-	625	625

145	<i>Ziziphus mauritiana</i>	Bidara	Rhamnaceae	-	-	625	-	-	-	-	-	625	
			Kerapatan total	265625	1760000	346875	1435625	373750	1631875	403125	222500	2171250	8610625
			Jumlah spesies	22	37	34	32	17	23	23	37	51	145
			Nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H')	2.87	2.71	2.79	2.14	2.08	1.94	2.35	3.17	3.24	

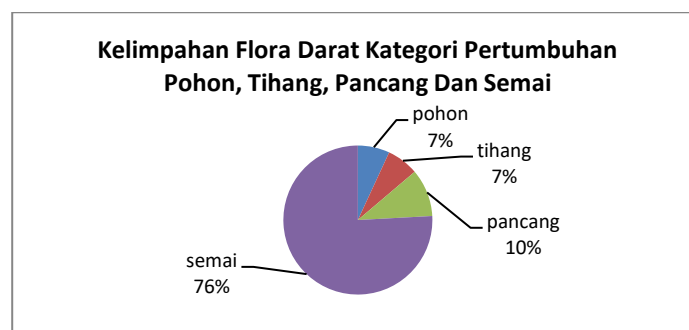
4.1.3.1 LOKASI STUDI SOCOREJO (SOC)

Socorejo merupakan area studi yang kompleks karena terletak pada kawasan pesisir, sehingga pengamatan vegetasi dilakukan untuk komunitas mangrove dan non mangrove. Pembahasan komunitas mangrove telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, sedangkan untuk komunitas vegetasi non mangrove akan dijelaskan pada sub bab ini. Pada pengamatan yang telah dilakukan, diketahui bahwa vegetasi kategori pohon dan tihang didominasi oleh *Casuarina equisetifolia* (Cemara laut) dan *Acacia auliculiformis* (Akasia) (Gambar 23).



Gambar 22 Cemara Laut Dan Pandan Laut Mendominasi Flora Darat Di Lokasi Studi Socorejo (SOC)
(Sumber: Dokumentasi Kegiatan)

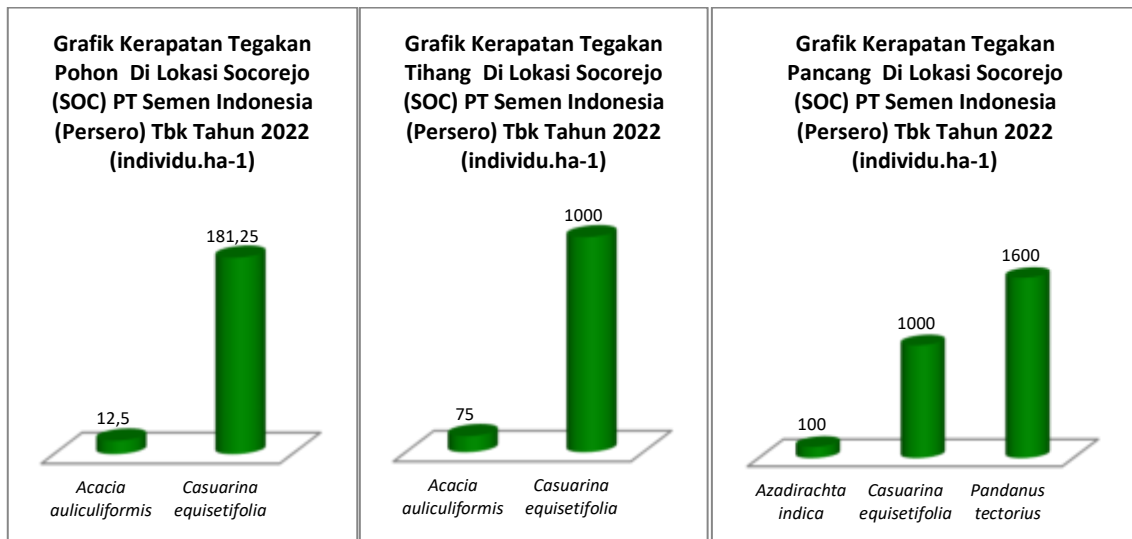
Cemara laut yang mendominasi di lokasi SOC ini merupakan hasil program rehabilitasi wilayah pesisir yang dilakukan oleh PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban sejak tahun 2012, dan hingga tahun 2022 kondisi tegakan Cemara laut masih tumbuh dan berkembang dengan baik. Kategori pancang di lokasi SOC dijumpai 3 spesies vegetasi yang didominasi oleh *Pandanus tectorius* (Pandan laut) (Gambar 22). Pada waktu pengamatan diketahui bahwa di bawah tajuk Cemara laut terdapat 22 spesies semak dan herba yang didominasi oleh *Pandanus tectorius* (Pandan laut); *Ipomoea batatas* (Ubi); *Lantana camara* (Tembelean); *Fimbristylis ferruginea* (Rumput godokan); *Brachiaria distachya* (Rumput); dan *Hedyotis corymbosa* (Rumput siku-siku).



Gambar 23 Kelimpahan Flora Darat Kategori Pertumbuhan Pohon, Tihang, Pancang Dan Semai di lokasi studi Socorejo (SOC)

Masing-masing kerapatan tegakan pohon dan tihang tertinggi adalah spesies *Casuarina equisetifolia* (Cemara laut); kerapatan tegakan pancang tertinggi adalah *Pandanus tectorius* (Pandan duri); dan kerapatan tegakan semai tertinggi adalah *Lantana*

camara (Tembelekan) (Gambar 24 dan 25). Kerapatan tanaman ini erat kaitannya dengan tutupan lahan untuk kategori pertumbuhan pohon dan tiang. Tutupan lahan untuk kategori pohon maupun tiang tertinggi adalah *Casuarina equisetifolia* (Cemara laut) masing-masing sebesar 95% dan 88% (Gambar 26).

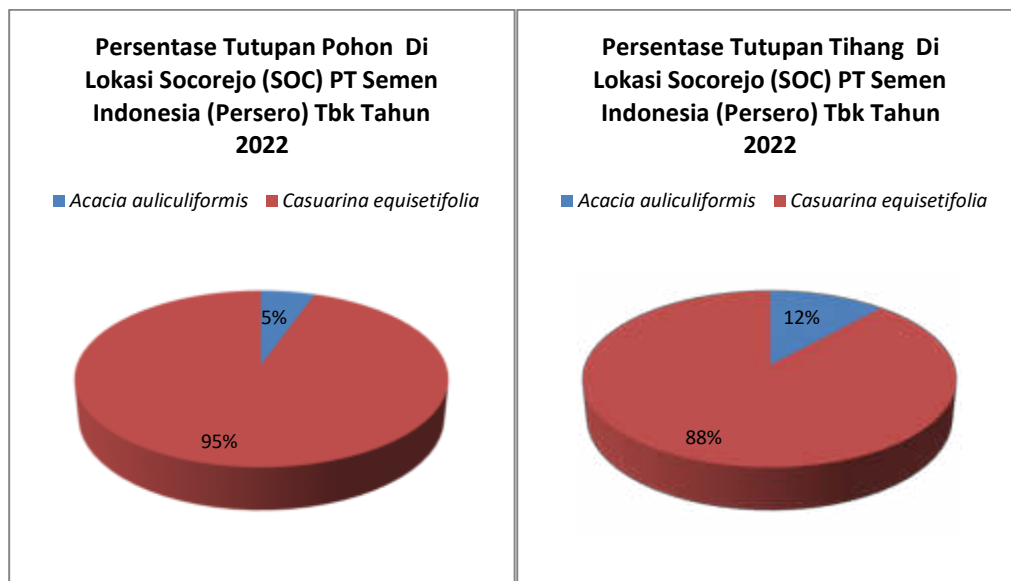


Gambar 24 Grafik Kerapatan Tegakan Pohon, Tihang dan Pancang Di Lokasi Socorejo (SOC) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha)

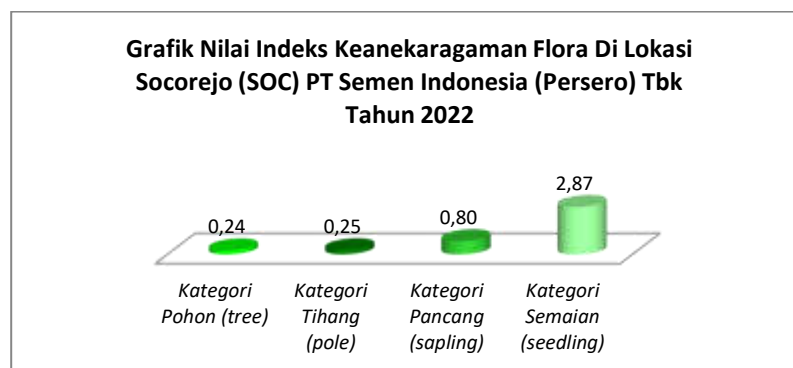


Gambar 25 Grafik Kerapatan Tegakan Semaian Di Lokasi Socorejo (SOC) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha)

Nilai indeks keanekaragaman flora darat di lokasi studi SOC berturut-turut untuk setiap kategori pertumbuhan yaitu pohon 0.24; tiang 0.25; pancang 0.80 dan semai 2.87 (Gambar 27). Rata-rata nilai indeks keanekaragaman Shannon Wiener untuk flora darat di lokasi studi GRE ($H' = 0.24 - 2.87$) termasuk kedalam kategori **Keanekaragaman rendah hingga sedang**. Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan masih berpengaruh terhadap kehidupan flora darat di lokasi studi SOC.



Gambar 26 Persentase Tutupan Pohon dan Tihang Di Lokasi Socorejo (SOC) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022



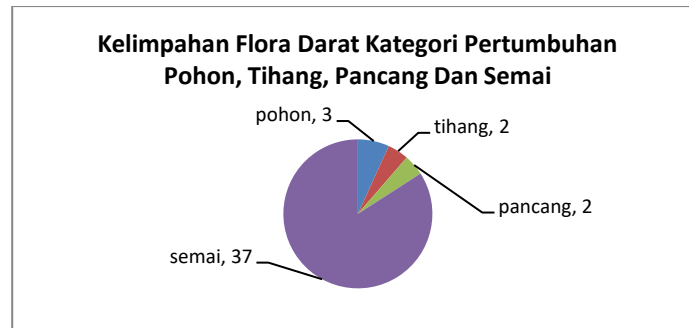
Gambar 27 Grafik Nilai Indeks Keanekaragaman Flora Di Lokasi Socorejo (SOC) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022

4.1.3.2 LOKASI STUDI GREENBELT (GRE), GREENBELT TIMUR (GTI) DAN VIEW POINT (VIE)

Greenbelt adalah area sabuk hijau vegetasi yang dimiliki oleh PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban dengan lebar area 50 meter dan terletak sepanjang tepi area tambang batu gamping maupun tanah liat/clay. Fungsi utama area *Greenbelt* adalah sebagai *barrier* (pembatas) penyebaran debu (sekaligus sebagai perangkap dan penyerap debu itu sendiri) yang timbul sebagai akibat kegiatan penambangan kapur. Pada studi yang dilakukan pada periode Mei-Juni 2022, pengamatan flora darat di area *Greenbelt* dilakukan pada tiga titik yaitu titik *Greenbelt* (GRE), *Greenbelt* Timur (GTI), *View Point* (VIE) dan Arboretum Bukit Daun (BDA).

Kategori tegakan pohon yang dijumpai di lokasi GRE didominasi oleh spesies *Samanea saman* (Trembesi) (Gambar 28 dan 29). Sementara *Swietenia mahagoni*

(Mahoni) menjadi spesies paling dominan pada kategori tihang dan pancang di lokasi GRE. Untuk kategori semai diketahui bahwa didominasi oleh *Chromolaena odoratum* (Kirinyuh) dan *Eragrostis tenella* (Rumput Jukut) serta terdapat tanaman semak lainnya.

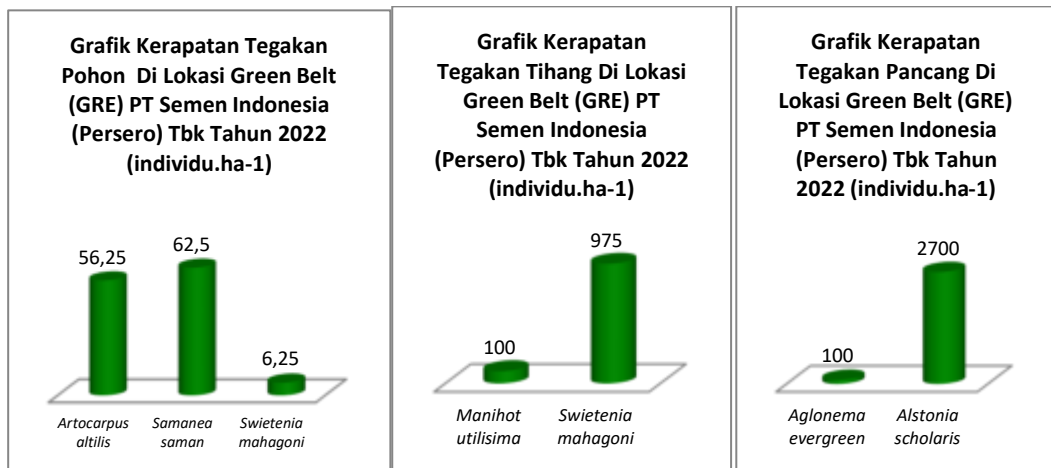


Gambar 28 Kelimpahan Vegetasi Kategori Pertumbuhan Pohon, Tihang, Pancang Dan Semai Di Lokasi Studi Greenbelt (GRE)

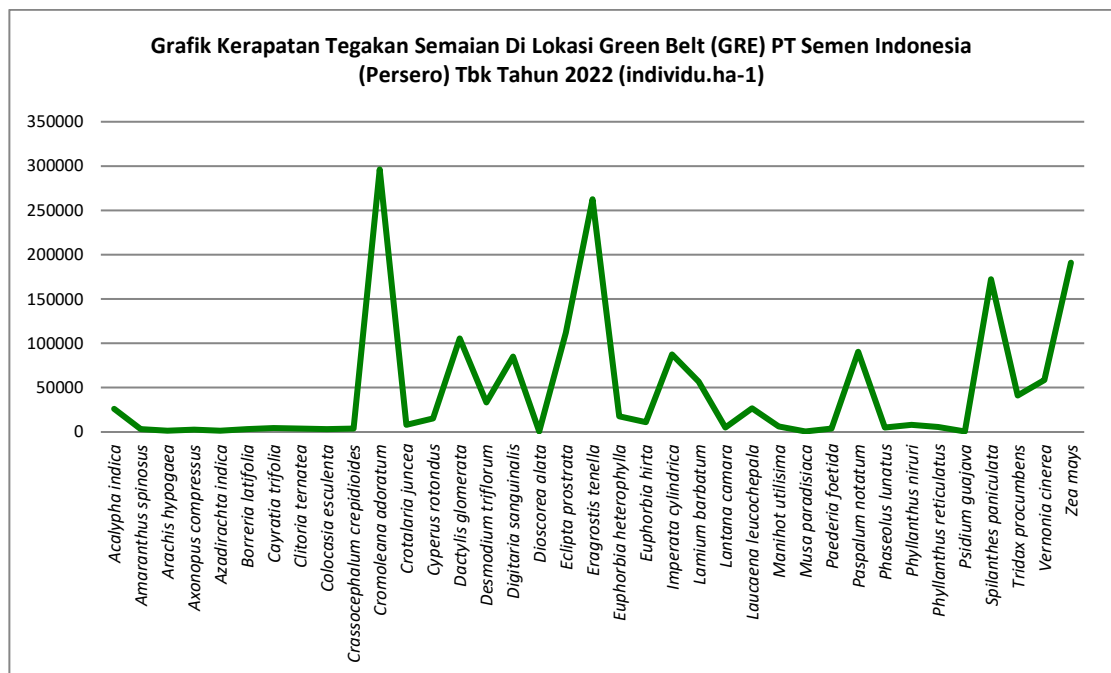


Gambar 29 Kondisi Area Lahan (GRE) yang Didominasi oleh Lahan Bercocok Tanam (Tegalan) pada Periode Mei-Juni 2022 (Sumber: Dokumentasi Kegiatan)

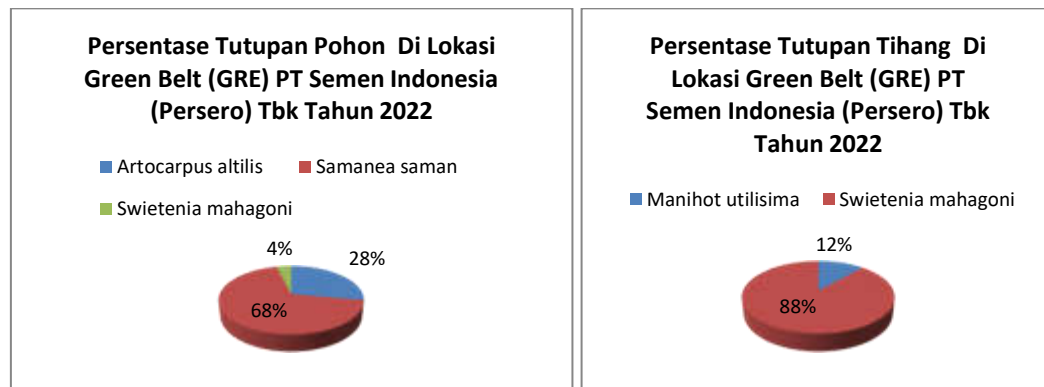
Masing-masing kerapatan tegakan pohon tertinggi adalah spesies *Artocarpus altilis* (Sukun); kerapatan tegakan tihang tertinggi adalah *Swietenia mahagoni* (Mahoni); kerapatan tegakan pancang tertinggi adalah *Alstonia scholaris* (Pulai) dan kerapatan tegakan semai tertinggi adalah *Chromolaena odoratum* (Kirinyuh) (Gambar 30 dan 31). Kerapatan tanaman ini erat kaitannya dengan tutupan lahan untuk kategori pertumbuhan pohon dan tihang. Tutupan lahan untuk kategori pohon tertinggi adalah *Samanea saman* (Trembesi) sebesar 68% sedangkan tutupan lahan untuk kategori tihang adalah *Swietenia mahagoni* (Mahoni) sebesar 88% (Gambar 32).



Gambar 30 Grafik Kerapatan Tegakan Pohon, Tihang dan Pancang Di Lokasi Green Belt (GRE) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu per ha)

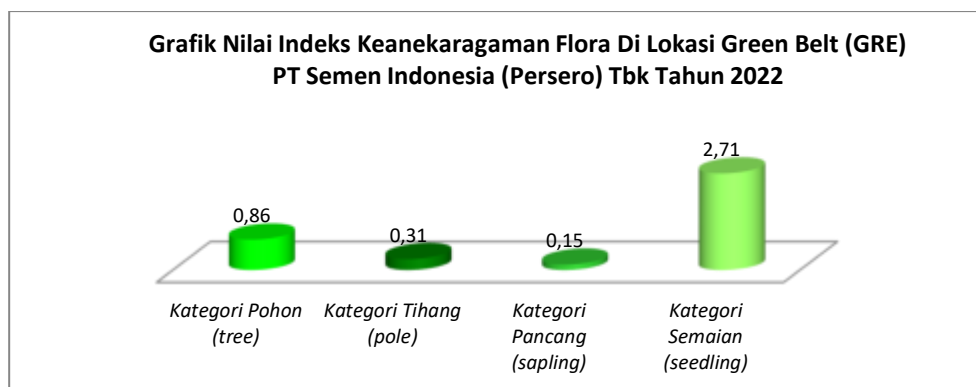


Gambar 31 Grafik Kerapatan Tegakan Semaian Di Lokasi Green Belt (GRE) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha)



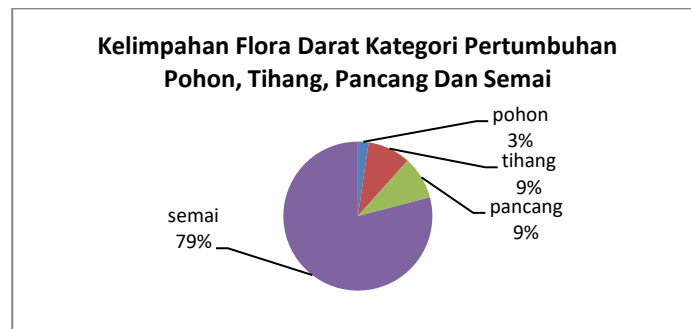
Gambar 32 Persentase Tutupan Pohon dan Tihang Di Lokasi Green Belt (GRE) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022

Nilai indeks keanekaragaman flora darat di lokasi studi GRE berturut-turut untuk setiap kategori pertumbuhan yaitu pohon 0.86; tihang 0.31; pancang 0.15 dan semai 2.71 (Gambar 33). Rata-rata nilai indeks keanekaragaman Shanon Wiener untuk flora darat di lokasi studi GRE ($H' = 0.15 - 2.71$) termasuk kedalam kategori **Keanekaragaman rendah hingga sedang**. Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan masih berpengaruh terhadap kehidupan flora darat di lokasi studi GRE.



Gambar 33 Grafik Nilai Indeks Keanekaragaman Flora Di Lokasi Green Belt (GRE) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022

Lokasi studi Greenbelt Timur (GTI) adalah lokasi luar kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban yang merupakan wilayah area pertanian. Sehingga pada waktu pengamatan dilakukan, diketahui tegakan pohon hanya ditemukan 1 spesies yaitu *Swietenia mahagoni* (Mahoni) karena terdapat pembukaan lahan yang akan dijadikan areal pertanian. Tegakan tihang ditemukan 4 spesies dengan dominansi *Swietenia mahagoni* (Mahoni) sedangkan tegakan pancang didominasi oleh *Syzigium cumini* (Juwet) selain 3 spesies lainnya. Kategori pertumbuhan semai dijumpai 34 spesies dengan spesies dominan *Heteropogon contortus* (Rumput) dan *Cyperus rotundus* (Rumput teki) (Gambar 34 dan 35).



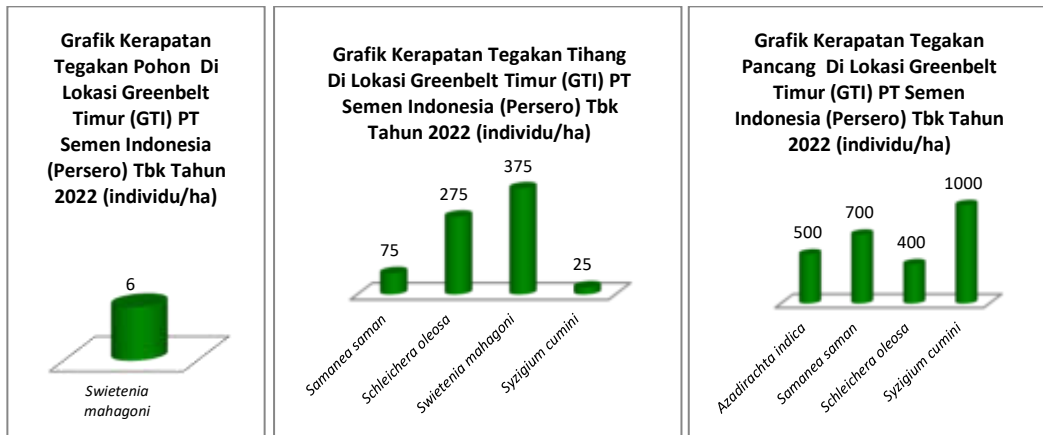
Gambar 34 Kelimpahan Vegetasi Kategori Pertumbuhan Pohon, Tihang, Pancang Dan Semai Di Lokasi Studi Greenbelt Timur (GTI)



Gambar 35 Area Lokasi Greenbelt Timur (GTI) pada Periode Mei-Juni 2022 yang Didominasi oleh Tegakan Tihang dan Pancang (Sumber: Dokumentasi Kegiatan)

Masing-masing kerapatan tegakan pohon dan tihang tertinggi di lokasi studi GTI adalah spesies *Swietenia mahagoni* (Mahoni); kerapatan tegakan pancang tertinggi adalah *Syzygium cumini* (Juwet) dan kerapatan tegakan semai tertinggi adalah *Heteropogon contortus* (Rumput) (Gambar 36 dan 37). Kerapatan tanaman ini erat kaitannya dengan tutupan lahan untuk kategori pertumbuhan pohon dan tihang. Tutupan lahan untuk kategori pohon dan tihang tertinggi adalah *Swietenia mahagoni* (Mahoni) sebesar 100% (pohon) dan 53% (tihang) (Gambar 38).

Nilai indeks keanekaragaman flora darat di lokasi studi GTI berturut-turut untuk setiap kategori pertumbuhan yaitu tihang 1.06; pancang 1.33 dan semai 2.79 (Gambar 39). Rata-rata nilai indeks keanekaragaman Shanon Wiener untuk flora darat di lokasi studi GRE ($H' = 1.06 - 2.71$) termasuk kedalam kategori **Keanekaragaman sedang**. Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan masih berpengaruh terhadap kehidupan flora darat di lokasi studi GTI.



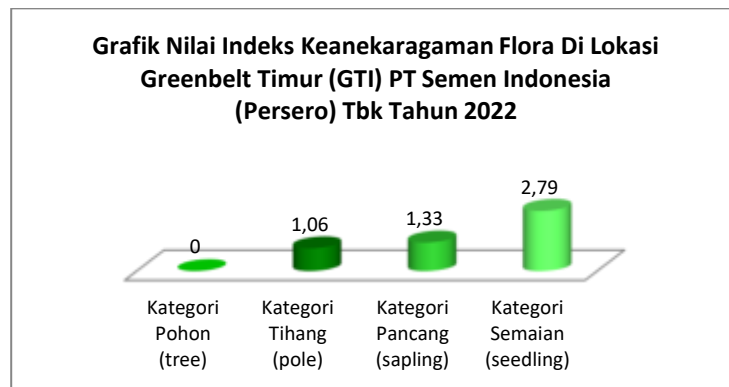
Gambar 36 Grafik Kerapatan Tegakan Pohon, Tihang, Di Lokasi Greenbelt Timur (GTI) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha)



Gambar 37 Grafik Kerapatan Tegakan Semaian Di Lokasi Greenbelt Timur (GTI) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha)

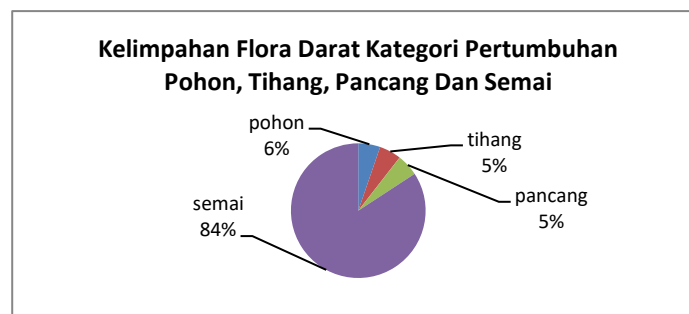


Gambar 38 Persentase Tutupan Pohon dan Tihang Di Lokasi Greenbelt Timur (GTI) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022



Gambar 39 Grafik Nilai Indeks Keanekaragaman Flora Di Lokasi Greenbelt Timur (GTI) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022

Area lokasi View Point (VIE) adalah wilayah yang merupakan bagian dari area *Greenbelt* yang dikhususkan dan diperuntukkan sebagai area pengamatan lahan tambang batu kapur (Gambar 41). Mayoritas area ini tersusun atas spesies tanaman buah dan tanaman peneduh. Diketahui pada waktu pengamatan tegakan pohon di lokasi VIE terdapat 2 spesies pohon yaitu *Samanea saman* (Trembesi), dan *Swietenia mahagoni* (Mahoni) (Gambar 40).



Gambar 40 Kelimpahan Vegetasi Kategori Pertumbuhan Pohon, Tihang, Pancang Dan Semai Di Lokasi Studi View Point (VIE)



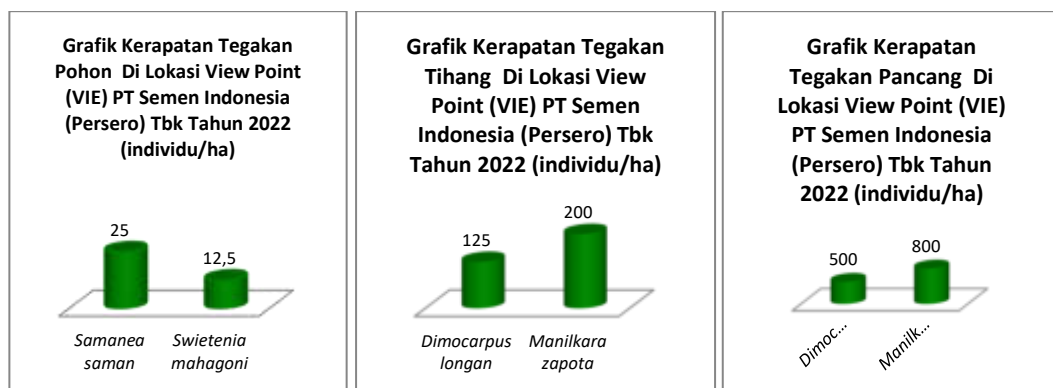
Gambar 41 Tutupan Area Hijau di Lokasi View Point (VIE) pada Periode Mei-Juni 2022 (Sumber: Dokumentasi Kegiatan)

Trembesi merupakan salah satu tanaman peneduh yang baik karena memiliki cakupan tutupan vegetasi yang lebar. Dijumpai masing-masing 2 spesies kategori tihang

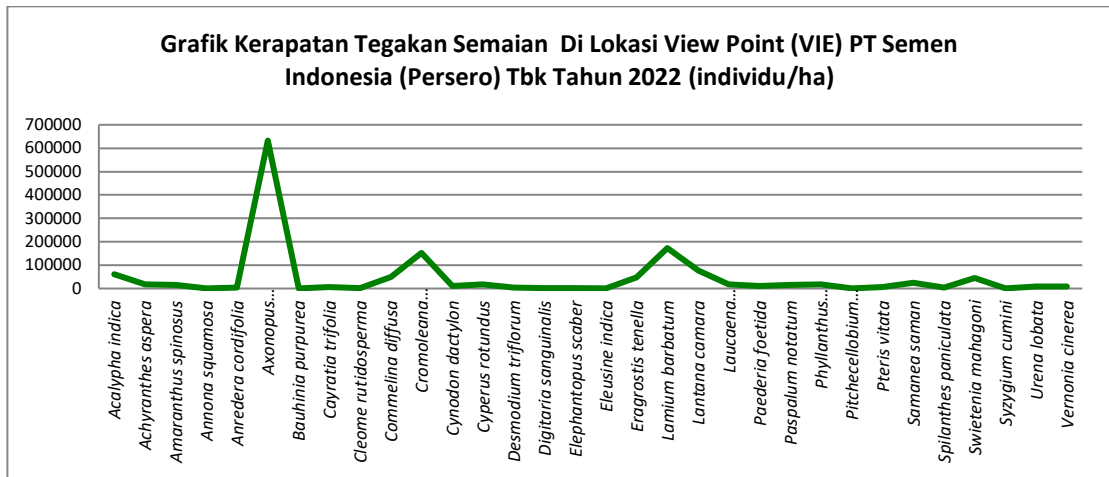
dan pancang yang didominasi oleh *Manilkara zapota* (Sawo manila) (gambar 34). Minimnya aktivitas kegiatan di area lokasi VIE menyebabkan tumbuhnya herba dan semak liar yang melimpah dibawah tajuk tanaman buah (gambar 34). Dijumpai 32 spesies kategori semai yang didominasi oleh *Axonopus compressus* (Rumput gajah mini) dan *Lamium barbatum* (Jelatang putih).

Masing-masing kerapatan tegakan pohon tertinggi di lokasi studi VIE adalah spesies *Swietenia mahagoni* (Mahoni); kerapatan tegakan tihang dan pancang tertinggi adalah *Manilkara zapota* (Sawo manila); dan kerapatan tegakan semai tertinggi adalah *Axonopus compressus* (Rumput gajah mini) (Gambar 42 dan 43). Kerapatan tanaman ini erat kaitannya dengan tutupan lahan untuk kategori pertumbuhan pohon dan tihang. Tutupan lahan untuk kategori pohon dan tihang tertinggi adalah *Samanea saman* (Trembesi) sebesar 94% (pohon) dan *Dimocarpus longan* (Kelengkeng) sebesar 81% (tihang) (Gambar 44).

Nilai indeks keanekaragaman flora darat di lokasi studi VIE berturut-turut untuk setiap kategori pertumbuhan yaitu pohon 0.64; tihang 0.67; pancang 0.67 dan semai 2.14 (Gambar 45). Rata-rata nilai indeks keanekaragaman Shanon Wiener untuk flora darat di lokasi studi VIE ($H' = 0.64 - 2.14$) termasuk kedalam kategori **Keanekaragaman rendah hingga sedang**. Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan masih berpengaruh terhadap kehidupan flora darat di lokasi studi VIE.



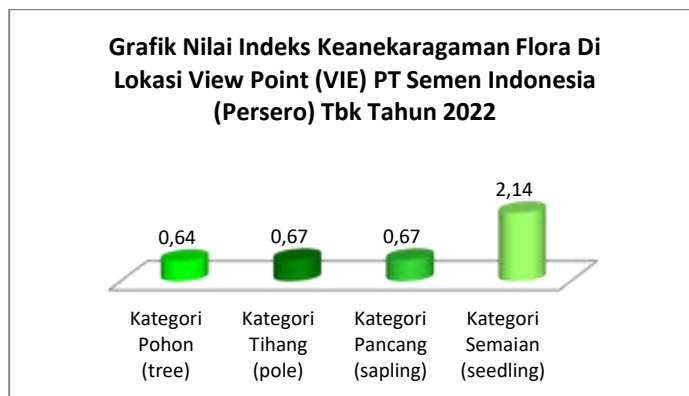
Gambar 42 Grafik Kerapatan Tegakan Pohon, Tihang, Dan Pancang Di Lokasi View Point (VIE) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha)



Gambar 43 Grafik Kerapatan Tegakan Semaian Di Lokasi View Point (VIE) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha)



Gambar 44 Persentase Tutupan Pohon, Tihang dan Pancang Di Lokasi View Point (VIE) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022

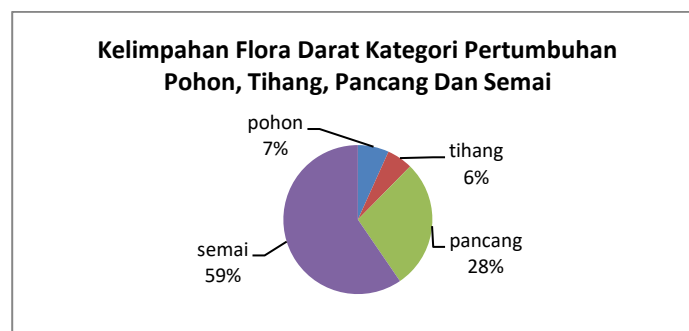


Gambar 45 Grafik Nilai Indeks Keanekaragaman Flora Di Lokasi View Point (VIE) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022

4.1.3.3 LOKASI STUDI ARBORETUM BUKIT DAUN

Pada tahun 2017 Arboretum Bukit Daun (BDA) diproyeksikan sebagai area untuk koleksi tanaman langka dan tanaman obat sekaligus sebagai suatu lokasi ekowisata baru

yang berada di sebelah barat area tambang batu kapur. Pengamatan flora dan fauna di area arboretum BDA dimulai sejak tahun 2019 hingga saat ini. Keberadaan, pertumbuhan serta keberlangsungan hidup spesies flora di arboretum BDA sangat dikontrol oleh pengelola kawasan. Oleh karena itu, tidak banyak dijumpai spesies tumbuhan liar di lokasi studi BDA, kecuali di sekitar tepi area. Pada Mei 2022 di lokasi BDA diketahui terdapat tegakan pohon *Dalbergia latifolia* (Sonokeling), dan *Leucaena leucocephala* (Lamtoro) yang mandominasi.



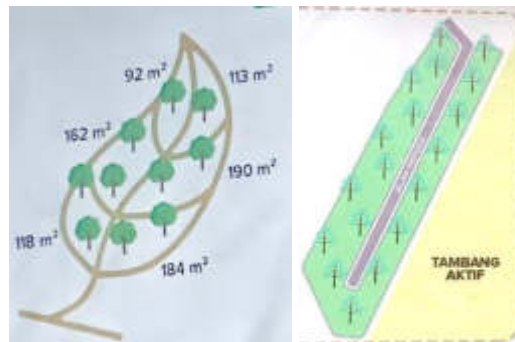
Gambar 46 Kelimpahan Vegetasi Kategori Pertumbuhan Pohon, Tihang, Pancang Dan Semai Di Lokasi Studi Arboretum Bukit Daun (BDA)

Untuk kategori tegakan tihang tercatat 5 spesies dengan dominasi *Dalbergia latifolia* (Sonokeling) (Gambar 46). Terdapat 25 spesies penyusun kategori pancang yang terdiri atas tanaman hias, tanaman obat, dan jenis tanaman peneduh. Dominasi tanaman hias pada kategori pancang adalah *Aglonema evergreen* (Sri rejeki) dan *Codiaeum variegatum* (Puring); dominansi tanaman obat adalah *Jatropha gossypifolia* (Jarak merah); dan dominasi tanaman peneduh adalah *Bambusa* sp. (Bambu). Puring merupakan salah satu jenis tanaman hias yang berfungsi sebagai tanaman herba bernilai estetis. Sebagai wujud proyeksi Arboretum BDA sebagai area tanaman obat diwujudkan dengan adanya spesies tanaman obat yang masuk ke dalam kategori semaian. Kategori semaian yang ditemukan di lokasi area sebanyak 53 spesies yang didominasi oleh famili Zingiberaceae (jahe-jahean) dan yang tergolong semaian spesies koleksi tanaman langka yang ditanam antara lain Kawista (*Limonia acidissima*).

Arboretum Bukit Daun berada di kuari batu kapur PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pada lahan seluas $\pm 1000 \text{ m}^2$ (Gambar 47). Penamaan Arboretum Bukit Daun sendiri karena desainnya yang unik menyerupai bentuk daun. Luasan masing-masing ruas pada bentuk daun adalah 118 m^2 ; 162 m^2 ; 92 m^2 ; 113 m^2 ; 190 m^2 ; dan 184 m^2 (Gambar 48). Arboretum Bukit daun ditanami spesies-spesies khusus antara lain Pulai (*Alstonia scholaris*), Tabebuaya (*Handroanthus chrysotrichus*), Gaharu (*Aquilaria malaccensis*), Palembang (*Roystonea regia*), Maja (*Aegle marmelos*), Bunut Merah (*Ficus Glauca*), Juwet (*Syzygium cumini*), Cermat (*Phyllanthus acidus*), dan Mentega (*Nerium oleander*).



Gambar 47 Kondisi Vegetasi di Lokasi Arboretum Bukit Daun (BDA) pada Periode Mei-Juni 2022
(Sumber: Dokumentasi Kegiatan)



Gambar 48 Ukuran Pembagian Luasan Area Ruas-Ruas Pada Taman Bukit Daun PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban Dan Denah Kebun Pangkas Di Arboretum Bukit Daun

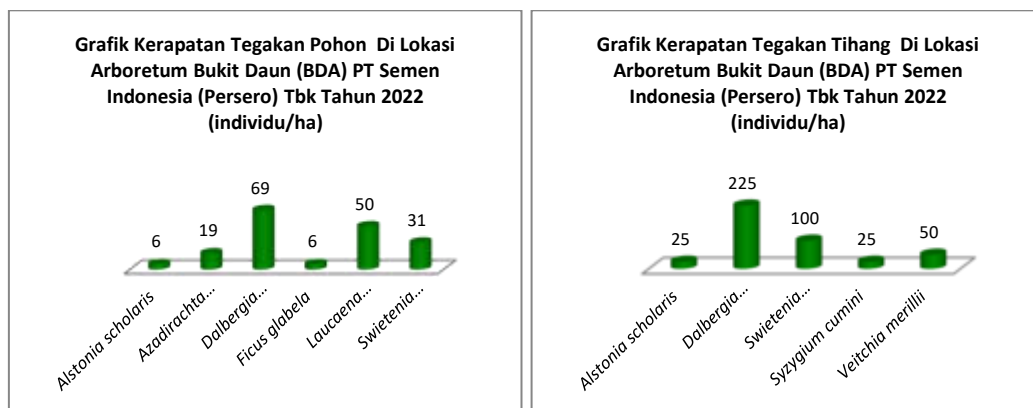
Arboretum Bukit Daun merupakan kebun yang berisi pepohonan dan tanaman yang ditanam sedapat mungkin mengikuti habitat aslinya dan dimaksudkan sebagai areal pelestarian keanekaragaman hayati dan sedikitnya dapat memperbaiki atau menjaga kondisi iklim disekitarnya (mikro iklim). Pembuatan Arboretum Bukit Daun juga ditujukan sebagai bentuk lain dari konservasi sumberdaya hayati ex-situ yang aman dan efisien dalam pelestarian sumberdaya genetik. Konservasi ex-situ dapat berfungsi menyelamatkan spesies-spesies langka atau yang tidak dapat tumbuh dan berkembang secara normal di lingkungan alamnya sehingga populasi spesies tersebut terjamin kelestariannya. Terdapat pula Kebun Pangkas Kayu Putih di area Arboretum Bukit Daun (Gambar 49). Kebun pangkas adalah areal yang berisi tanaman sebagai penghasil tunas

dengan cepat dan dalam jumlah yang banyak dengan cara dipangkas untuk bahan stek. Kebun pangkas ini ditanami dengan 230 batang kayu putih dengan kualitas unggul.



Gambar 49 Kebun Pangkas Kayu Putih di area Arboretum Bukit Daun PT Semen Indonesia (Persero) Tbk

Masing-masing kerapatan tegakan pohon tertinggi di lokasi studi BDA adalah spesies *Dalbergia latifolia* (Sonokeling); kerapatan tegakan tiang tertinggi adalah *Dalbergia latifolia* (Sonokeling) (Gambar 50); kerapatan tegakan pancang tertinggi adalah *Bambusa* sp. (Bambu) (Gambar 51) dan kerapatan tegakan semai tertinggi adalah *Tridax procumbens* (Gletang) (Gambar 52). Kerapatan tanaman ini erat kaitannya dengan tutupan lahan untuk kategori pertumbuhan pohon dan tiang. Tutupan lahan untuk kategori pohon dan tiang tertinggi adalah *Leucaena leucocephala* (Lamtoro) sebesar 62% (pohon) dan *Dalbergia latifolia* (Sonokeling) sebesar 54% (tiang) (Gambar 53).



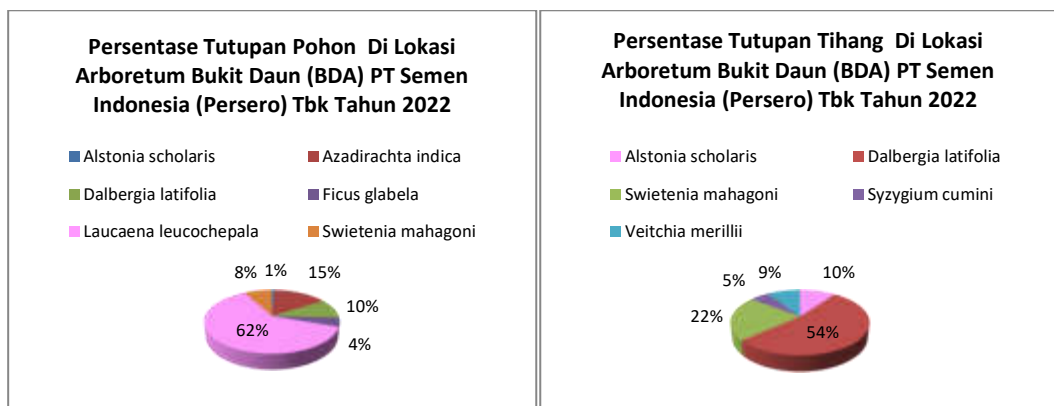
Gambar 50 Grafik Kerapatan Tegakan Pohon Dan Tiang Di Lokasi Arboretum Bukit Daun (BDA) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha)



Gambar 51 Grafik Kerapatan Tegakan Pancang Di Lokasi Arboretum Bukit Daun (BDA) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha)



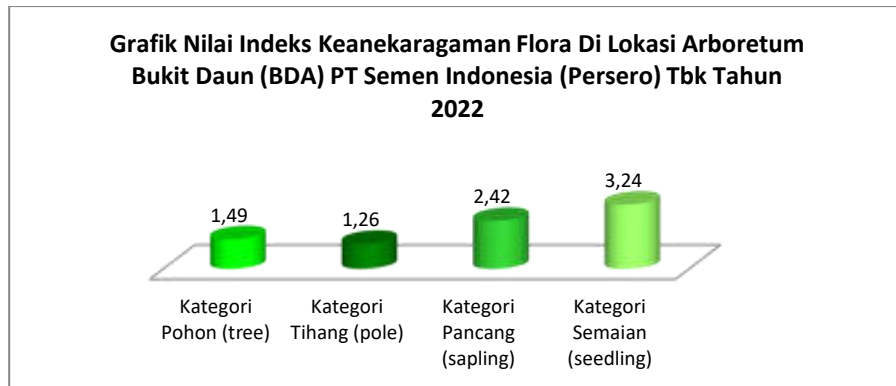
Gambar 52 Grafik Kerapatan Tegakan Semaian Di Lokasi Arboretum Bukit Daun (BDA) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha)



Gambar 53 Persentase Tutupan Pohon dan Tihang Di Lokasi Arboretum Bukit Daun (BDA) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022

Nilai indeks keanekaragaman flora darat di lokasi studi BDA berturut-turut untuk setiap kategori pertumbuhan yaitu pohon 1.49; tihang 1.26; pancang 2.42 dan semai 3.24 (Gambar 54). Rata-rata nilai indeks keanekaragaman Shanon Wiener untuk flora darat di

lokasi studi BDA ($H'=1.26-3.34$) termasuk kedalam kategori **Keanekaragaman rendah hingga tinggi**. Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan masih cukup berpengaruh pada beberapa kehidupan flora darat di lokasi studi BDA.

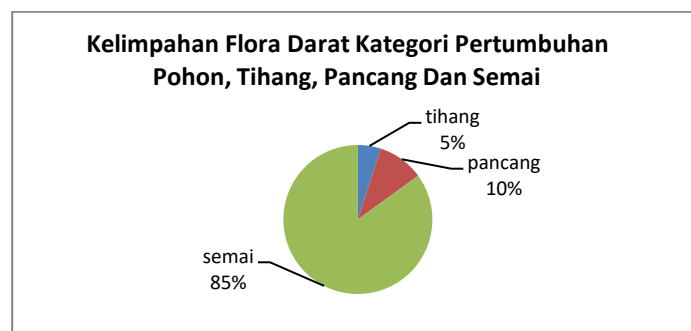


Gambar 54 Grafik Nilai Indeks Keanekaragaman Flora Di Lokasi Arboretum Bukit Daun (BDA) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022

4.1.3.4 LOKASI STUDI GLORY HOLE (GLO) DAN LANTAI REKLAMASI (LAN14 DAN LAN 16)

Lokasi reklamasi merupakan lokasi pasca tambang batu gamping dan tanah liat/clay. Lokasi reklamasi pasca tambang batu gamping terdiri dari 3 titik yaitu lokasi *Glory Hole* (GLO), lokasi Lantai Reklamasi tahun 2014 (LAN.14), dan lokasi Lantai Reklamasi tahun 2016 (LAN.16).

Glory Hole merupakan lahan bekas tambang batu gamping pertama PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban yang dilakukan reklamasi pada tahun 2010. Lokasi studi GLO merupakan lahan reklamasi pertama di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk yang menggunakan jenis tanah yang berbeda dengan *top soil* sehingga pertumbuhan tanaman menjadi kurang optimal, hal ini diketahui dari diameter untuk kategori pertumbuhan pohon belum ada.



Gambar 55 Kelimpahan Vegetasi Kategori Pertumbuhan Pohon, Tihang, Pancang Dan Semaian Di Lokasi Studi *Glory Hole* (GLO)

Spesies tanaman pada GLO didominasi oleh tegakan *Tectona grandis* (Jati) untuk kategori tihang dan pancang (Gambar 55 dan 56). Untuk kategori semaian yang berada di

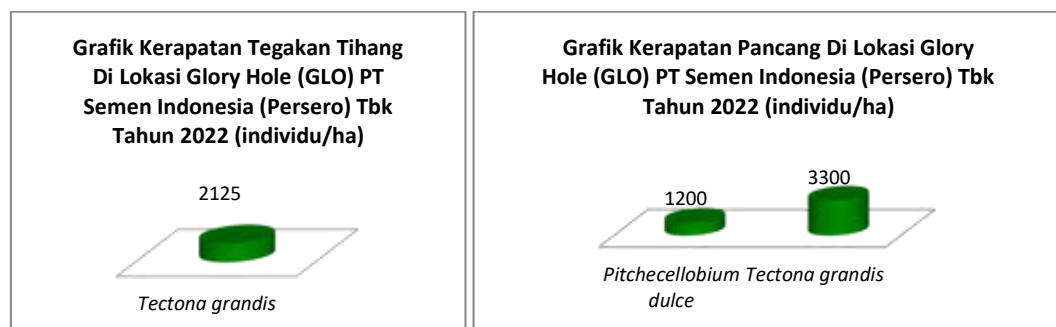
bawah naungan pohon dan tihang maupun di area terbuka ditemukan 17 spesies tumbuhan semak di antaranya *Digitaria sanguinalis* (Rumput jariji), *Crotalaria juncea* (Orok-orok) dan *Mimosa pudica* (Putri malu).



Gambar 56 Kondisi Lokasi Studi *Glory Hole* (GLO) pada Periode Mei-Juni 2022

Masing-masing kerapatan tegakan tihang dan pancang tertinggi adalah *Tectona grandis* (Jati); sedangkan kerapatan tegakan semai tertinggi adalah *Digitaria sanguinalis* (Rumput Jariji) (Gambar 57 dan 58). Kerapatan tanaman ini erat kaitannya dengan tutupan lahan untuk kategori pertumbuhan pohon dan tihang. Tutupan lahan di area GLO hanya terdiri dari tegakan tihang karena yang termasuk tegakan pohon belum dijumpai. Tutupan lahan dari tegakan tihang tertinggi adalah *Tectona grandis* (Jati) sebesar 100% (tihang) (Gambar 59).

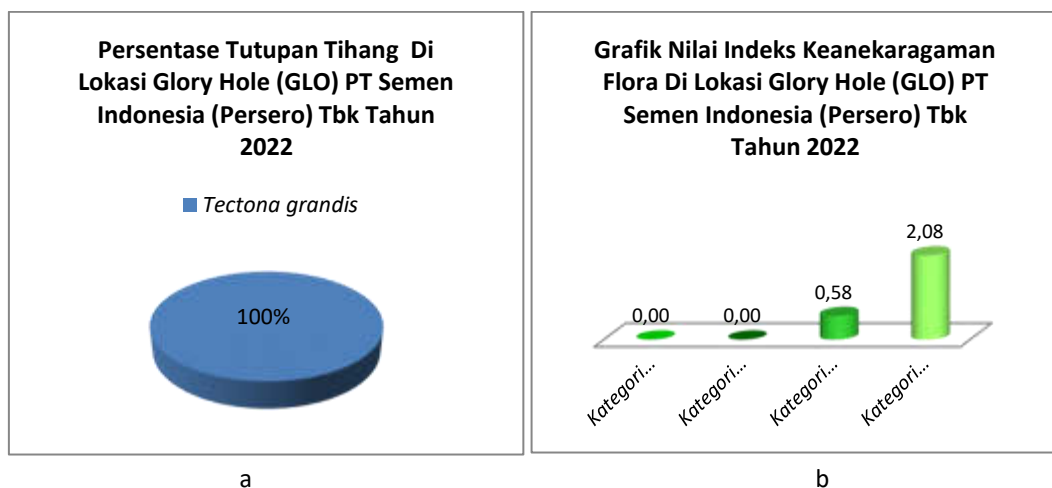
Nilai indeks keanekaragaman flora darat di lokasi studi GLO berturut-turut untuk setiap kategori pertumbuhan yaitu pancang 0.58 dan semai 2.08 (Gambar 59). Rata-rata nilai indeks keanekaragaman Shanon Wiener untuk flora darat di lokasi studi GLO ($H' = 0.58 - 2.08$) termasuk kedalam kategori **Keanekaragaman rendah hingga sedang**. Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan berpengaruh pada beberapa kehidupan flora darat di lokasi studi GLO.



Gambar 57 Grafik Kerapatan Tegakan Tihang dan Pancang Di Lokasi *Glory Hole* (GLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha)

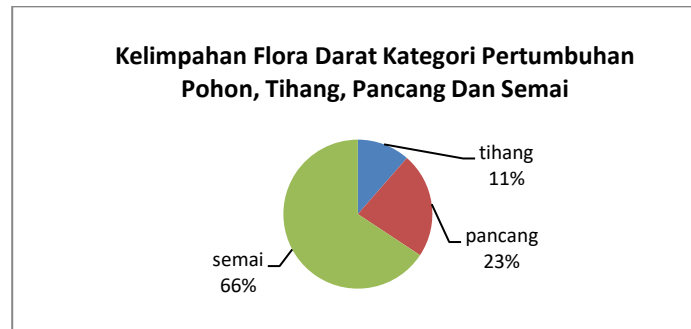


Gambar 58 Grafik Kerapatan Semai Di Lokasi *Glory Hole* (GLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha)



Gambar 59 a) Persentase Tutupan Tihang Di Lokasi *Glory Hole* (GLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022; b) Grafik Nilai Indeks Keanekaragaman Flora Di Lokasi *Glory Hole* (GLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022

Lokasi lantai reklamasi tahun 2014 merupakan area bekas penambangan batu kapur yang terletak di bagian lantai dengan waktu penanaman tanaman reklamasi pada tahun 2014 (Gambar 60 dan 61), sehingga vegetasi di area ini baru berumur 8 tahun. Diketahui bahwa belum terdapat kategori pohon, yang ada hanya kategori tihang, pancang, dan semaian. Tihang dan pancang didominasi oleh *Tectona grandis* (Jati). Kategori yang tidak kalah penting keberadaannya dalam komunitas adalah kategori semai. Ditemukan 23 spesies semai yang didominasi oleh *Leucaena glauca* (Lamtoro), dan *Digitaria sanguinalis* (Rumput jariji).

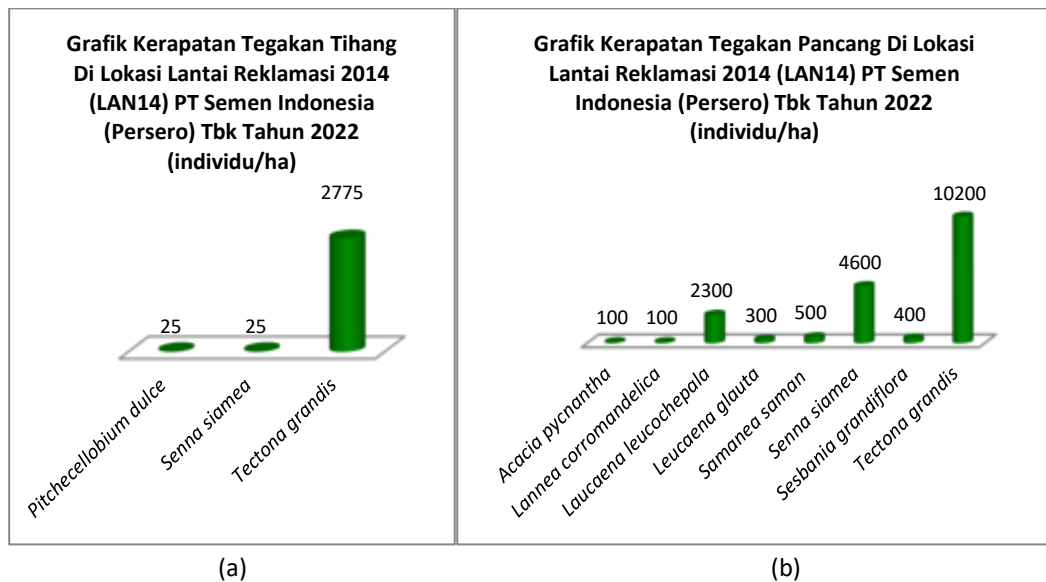


Gambar 60 Kelimpahan Vegetasi Kategori Pertumbuhan Pohon, Tihang, Pancang Dan Semai Di Lokasi Studi Lantai Reklamasi Tahun 2014 (LAN14)



Gambar 61 Kondisi Flora Darat Area LAN 14 pada Mei-Juni 2022

Masing-masing kerapatan tegakan tihang dan pancang tertinggi adalah *Tectona grandis* (Jati); sedangkan kerapatan tegakan semai tertinggi adalah *Leucaena glauca* (Lamtoro) (Gambar 62 dan 63). Kerapatan tanaman ini erat kaitannya dengan tutupan lahan untuk kategori pertumbuhan pohon dan tihang. Tutupan lahan di area LAN14 hanya terdiri dari tegakan tihang karena yang termasuk tegakan pohon belum dijumpai. Tutupan lahan dari tegakan tihang adalah *Pithecellobium dulce* (Asam Londo) sebesar 42%; *Tectona grandis* (Jati) sebesar 42% dan *Senna siamea* (Johar) sebesar 16% (Gambar 64).

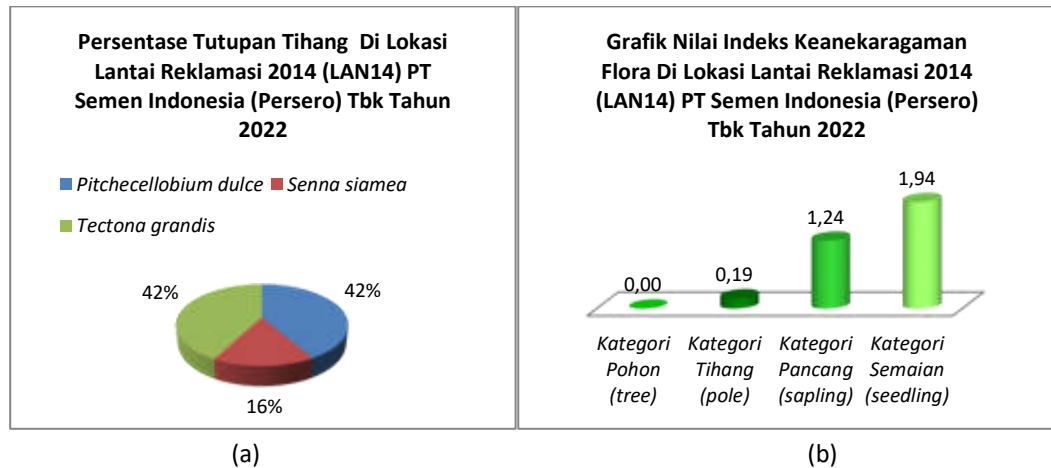


Gambar 62 (a) Grafik Kerapatan Tegakan Tihang di Lokasi Lantai Reklamasi 2014 (LAN14) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha); (b) Grafik Kerapatan Tegakan Pancang Di Lokasi Lantai Reklamasi 2014 (LAN14) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha)

Nilai indeks keanekaragaman flora darat di lokasi studi LAN14 berturut-turut untuk setiap kategori pertumbuhan yaitu tihang 0.19; pancang 1.24; dan semai 1.94 (Gambar 64). Rata-rata nilai indeks keanekaragaman Shanon Wiener untuk flora darat di lokasi studi LAN14 ($H' = 0.19 - 1.94$) termasuk kedalam kategori **keanekaragaman rendah hingga sedang**. Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan berpengaruh pada beberapa kehidupan flora darat di lokasi studi LAN14.

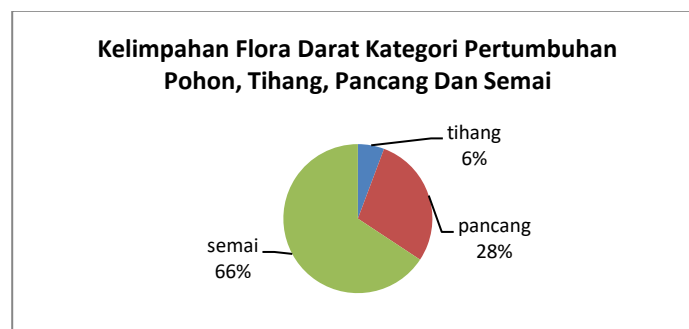


Gambar 63 Grafik Kerapatan Tegakan Semai Di Lokasi Lantai Reklamasi 2014 (LAN14) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha)



Gambar 64 (a) Persentase Tutupan Tihang Di Lokasi Lantai Reklamasi 2014 (LAN14) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022; (b) Grafik Nilai Indeks Keanekaragaman Flora Di Lokasi Lantai Reklamasi 2014 (LAN14) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022

Area lantai reklamasi tahun 2016 pada intinya sama dengan area lantai bekas tambang batu gamping yang telah direklamasi tahun 2014, hanya saja proses reklamasi dilakukan pada tahun 2016 sehingga umur vegetasi masih kurang lebih 6 tahun (Gambar 65). Kategori pertumbuhan pohon didominasi oleh *Tectona grandis* (Jati). Kategori pertumbuhan tihang didominasi pula oleh *Tectona grandis* (Jati). Untuk kategori pertumbuhan pancang terdapat 10 spesies yang didominasi oleh *Senna siamea* (Johar) dan 23 spesies termasuk kedalam kategori semai yang didominasi oleh *Leucaena glauca* (Lamtoro).



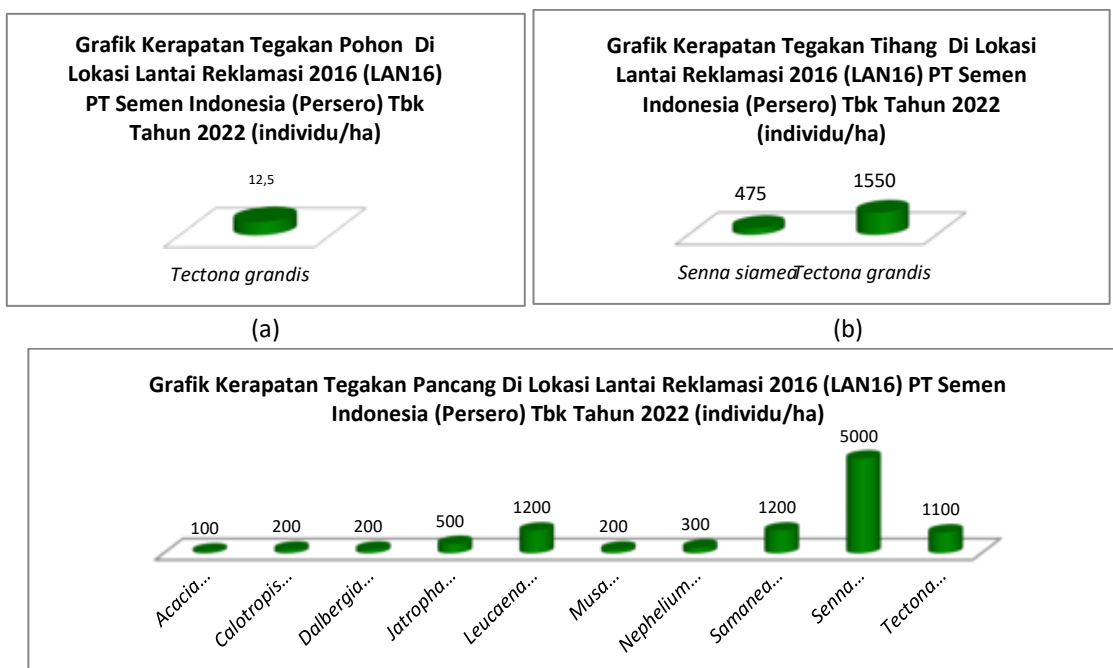
Gambar 65 Kelimpahan Vegetasi Kategori Pertumbuhan Pohon, Tihang, Pancang Dan Semai Di Lokasi Studi Lantai Reklamasi Tahun 2016 (LAN16)



Gambar 66 Kondisi Flora Darat Area LAN 16 pada Mei-Juni 2022

Kerapatan tegakan pohon dan tiang tertinggi adalah *Tectona grandis* (Jati); sedangkan kerapatan tegakan pancang adalah *Senna siamea* (Johar) dan kerapatan semai tertinggi adalah *Leucaena glauca* (Lamtoro) (Gambar 67 dan 68). Kerapatan tanaman ini erat kaitannya dengan tutupan lahan untuk kategori pertumbuhan pohon dan tiang. Tutupan lahan di area LAN16 terdiri dari tegakan pohon dan tiang. Tutupan lahan dari tegakan pohon dan tiang adalah *Tectona grandis* (Jati) sebesar 100% dan 86% (Gambar 69).

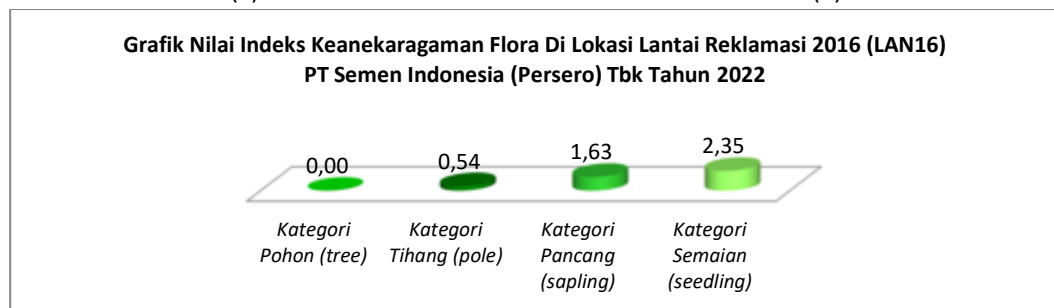
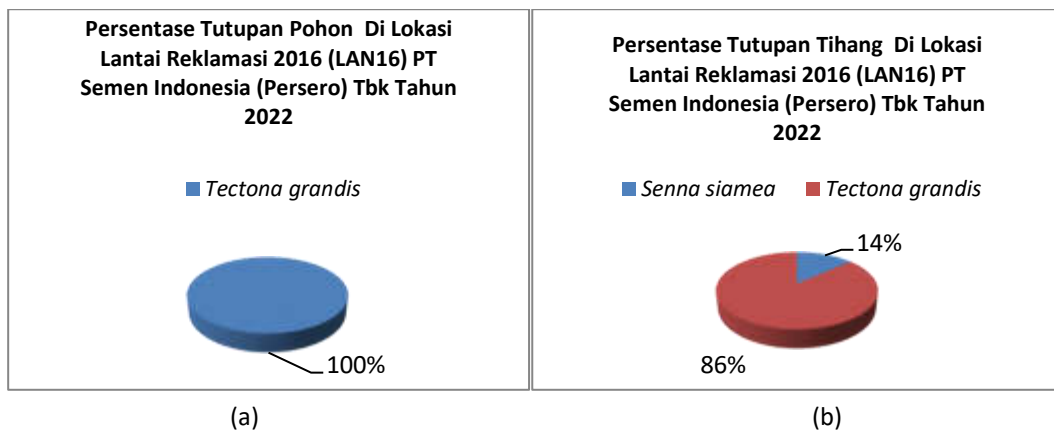
Nilai indeks keanekaragaman flora darat di lokasi studi LAN16 berturut-turut untuk setiap kategori pertumbuhan yaitu tiang 0.54; pancang 1.63; dan semai 2.35 (Gambar 69). Rata-rata nilai indeks keanekaragaman Shanon Wiener untuk flora darat di lokasi studi LAN16 ($H' = 0.54 - 2.35$) termasuk kedalam kategori **Keanekaragaman rendah hingga sedang**. Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan berpengaruh pada beberapa kehidupan flora darat di lokasi studi LAN16.



Gambar 67 Grafik Kerapatan Tegakan Pohon (a); Tiang (b); dan Pancang (c) Di Lokasi Lantai Reklamasi 2016 (LAN16) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha);



Gambar 68 Grafik Kerapatan Tegakan Semaian Di Lokasi Lantai Reklamasi 2016 (LAN16) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha) Grafik Kerapatan Tegakan Semaian Di Lokasi Lantai Reklamasi 2016 (LAN16) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha)

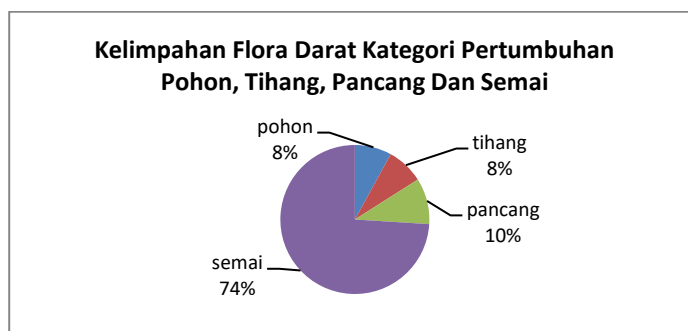


(c)

Gambar 69 (a) Persentase Tutupan Pohon Di Lokasi Lantai Reklamasi 2016 (LAN16) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022; (b) Persentase Tutupan Tihang Di Lokasi Lantai Reklamasi 2016 (LAN16) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022; (c) Grafik Nilai Indeks Keanekaragaman Flora Di Lokasi Lantai Reklamasi 2016 (LAN16) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022

4.1.3.5 LOKASI STUDI TLOGOWARU (TLO)

Area Tlogowaru (TLO) adalah area bekas tambang tanah liat (*clay*) yang telah dilakukan usaha rehabilitasi. Lahan bekas galian tanah liat membentuk cekungan dan selalu terisi air, khususnya pada musim penghujan, sehingga telah menjadi semacam kolam buatan dengan area tepiannya ditanami berbagai jenis tanaman oleh warga setempat (petani Green Belt) (Gambar 70 dan 71). Vegetasi tipe pohon ditemukan sebanyak 4 spesies dengan spesies *Paraserianthes falcataria* (Sengon laut) yang mendominasi, tanaman ini juga mendominasi untuk kategori tihang di antara 3 spesies tihang yang lain. Kategori pancang ditemukan 5 spesies dengan dominasi *Annona squamosa* (Srikaya). Di samping itu juga ditemukan 37 spesies tumbuhan kategori semai yang terdiri atas *Chromolaena odorata* (Sidomabur), *Tridax procumbens* (Gletang) dan *Brachiaria distachya* (Rumput).

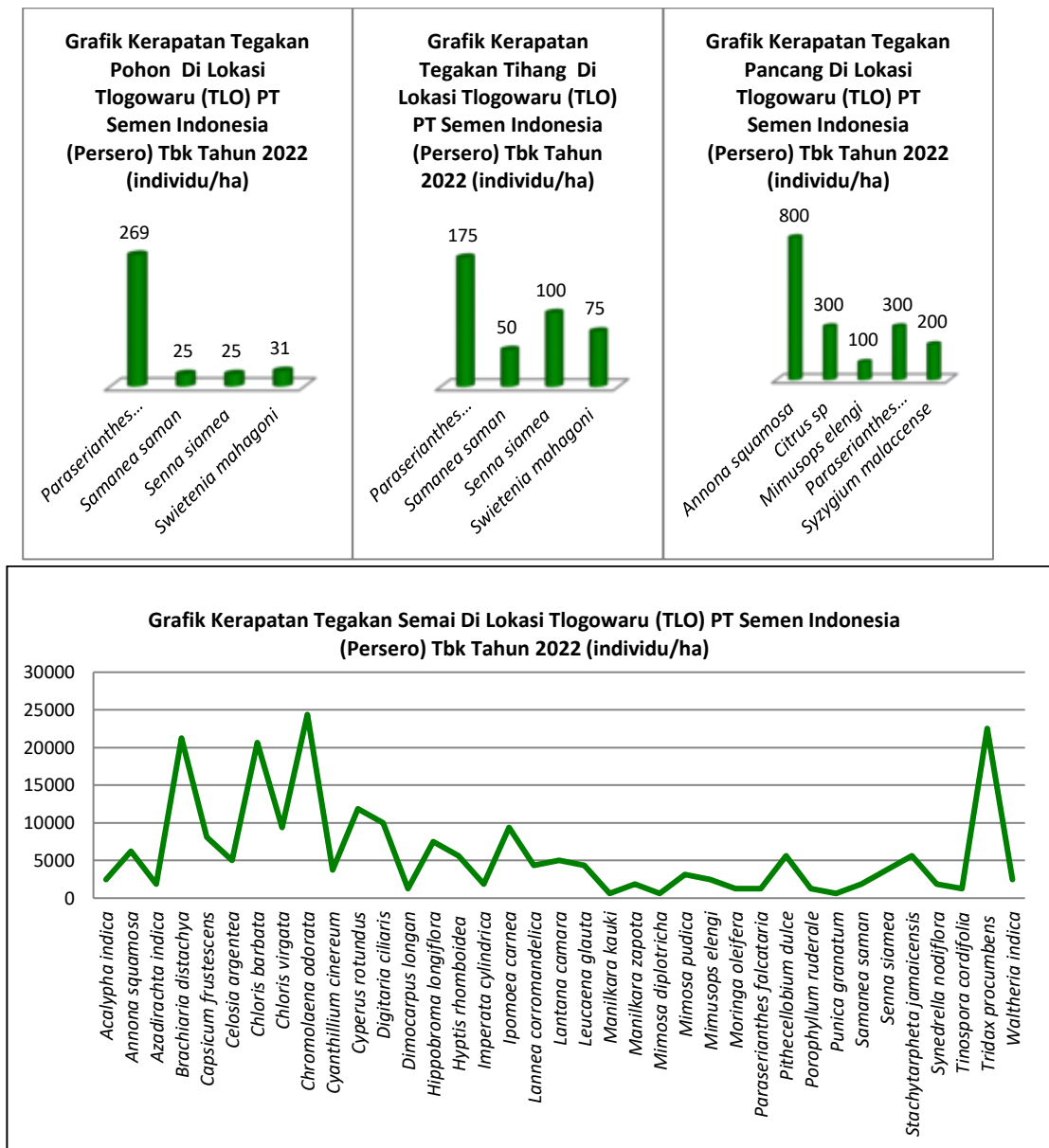


Gambar 70 Kelimpahan Vegetasi Kategori Pertumbuhan Pohon, Tihang, Pancang Dan Semai Di Lokasi Studi Lantai Reklamasi Tahun 2022 (LAN16)



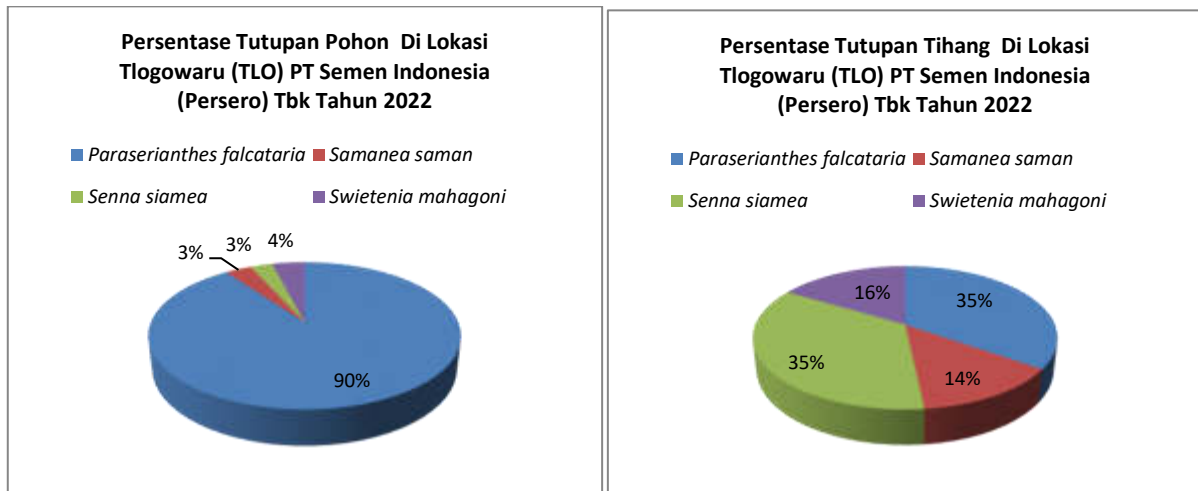
Gambar 71 Kondisi Lokasi Area Tlogowaru (TLO) pada Periode Mei-Juni 2022

Kerapatan tegakan pohon dan tihang tertinggi adalah *Paraserianthes falcataria* (Sengon); sedangkan kerapatan tegakan pancang adalah *Annona squamosa* (Srikaya) dan kerapatan semai tertinggi adalah *Chromolaena odorata* (Rumput minjangan) (Gambar 72). Kerapatan tanaman ini erat kaitannya dengan tutupan lahan untuk kategori pertumbuhan pohon dan tihang. Tutupan lahan di area TLO terdiri dari tegakan pohon dan tihang. Tutupan lahan dari tegakan pohon adalah *Paraserianthes falcataria* (Sengon) sebesar 90% sedangkan tutupan lahan dari tegakan tihang adalah *Paraserianthes falcataria* (Sengon) dan *Senna siamea* (Johar) masing-masing sebesar 35% (Gambar 73).

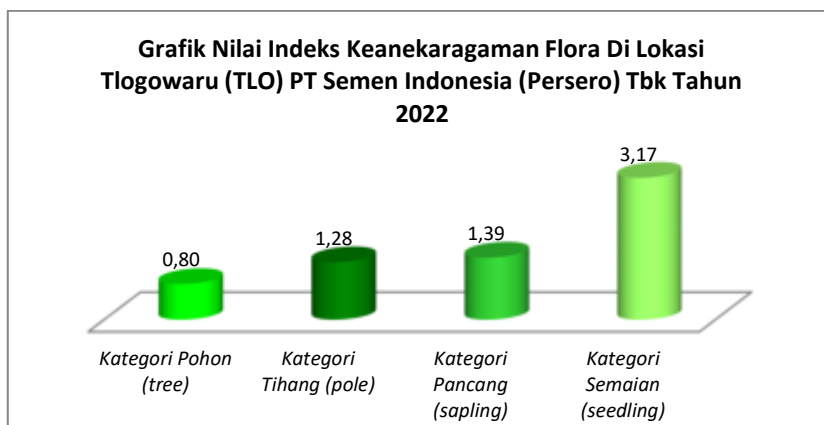


Gambar 72 Grafik Kerapatan Tegakan Pohon, Tihang, Pancang dan Semai Di Lokasi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022 (individu/ha)

Nilai indeks keanekaragaman flora darat di lokasi studi TLO berturut-turut untuk setiap kategori pertumbuhan yaitu pohon 0.80; tihang 1.28; pancang 1.39; dan semai 3.17 (Gambar 74). Rata-rata nilai indeks keanekaragaman Shanon Wiener untuk flora darat di lokasi studi TLO ($H' = 0.80-3.17$) termasuk kedalam kategori **Keanekaragaman rendah hingga tinggi**. Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan masih berpengaruh pada beberapa kehidupan flora darat di lokasi studi TLO terutama untuk kategori pertumbuhan pohon, hingga pancang.



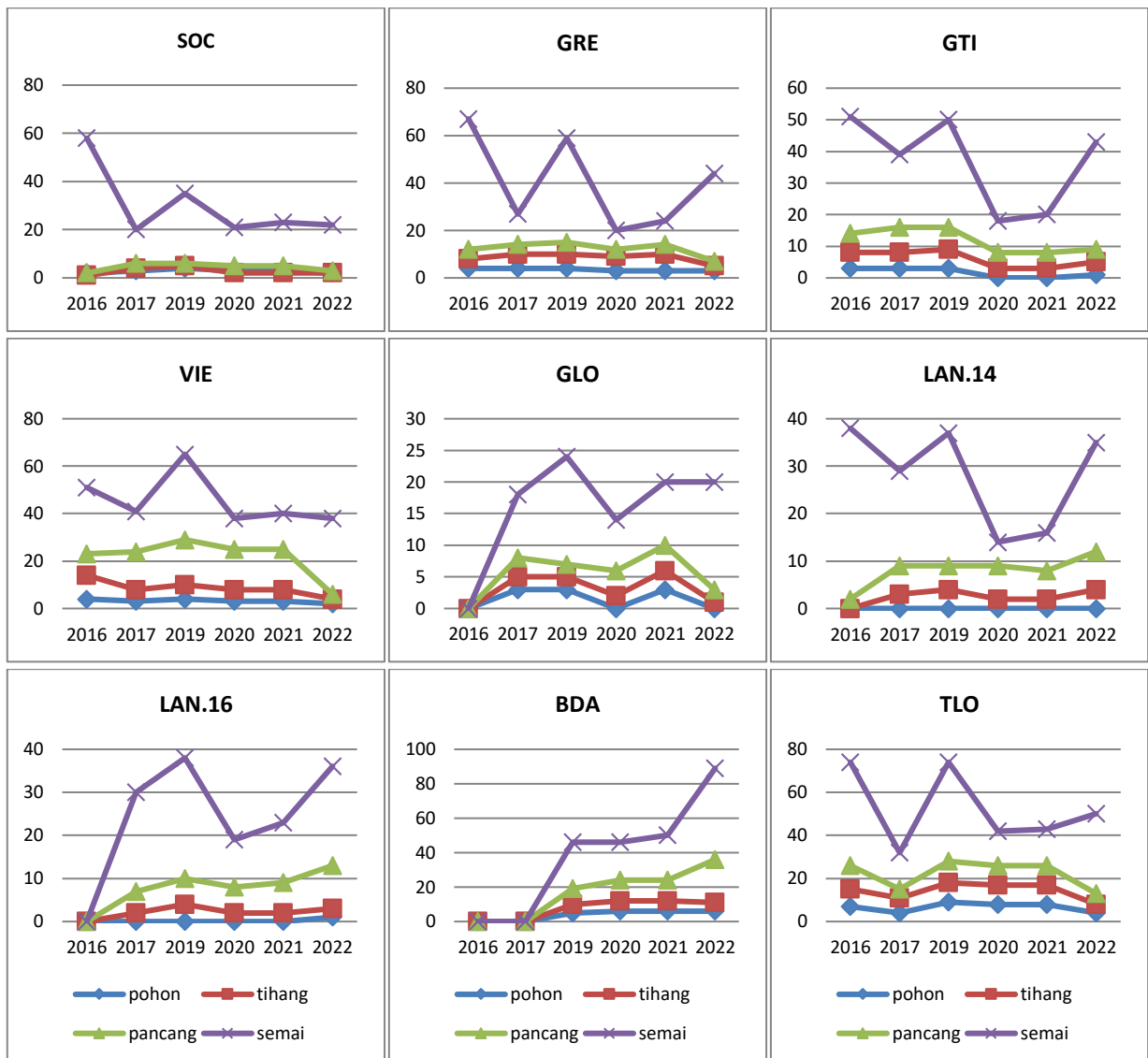
Gambar 73 Persentase Tutupan Pohon dan Tihang Di Lokasi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022



Gambar 74 Grafik Nilai Indeks Keanekaragaman Flora Di Lokasi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022

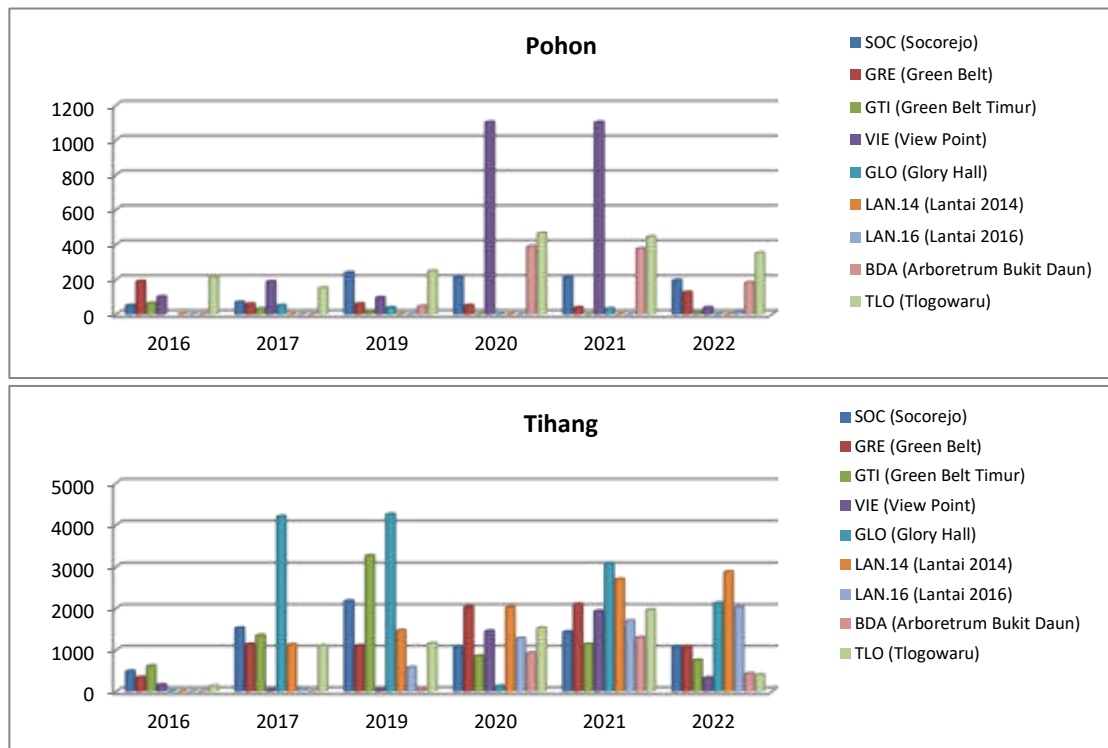
4.1.4. ANALISIS MONITORING KEANEKARAGAMAN SPESIES VEGETASI FLORA DARAT (NON MANGROVE) TAHUN 2016-2022

Berdasarkan data hasil monitoring komunitas flora darat bukan mangrove dari tahun 2016 hingga tahun 2022 di semua lokasi studi diketahui bahwa **rata-rata jumlah spesies flora darat yang ditemukan mengalami kenaikan dari tahun 2016 ke tahun 2022** khususnya di lokasi GTI, LAN.14, LAN16 dan BDA (Gambar 75).



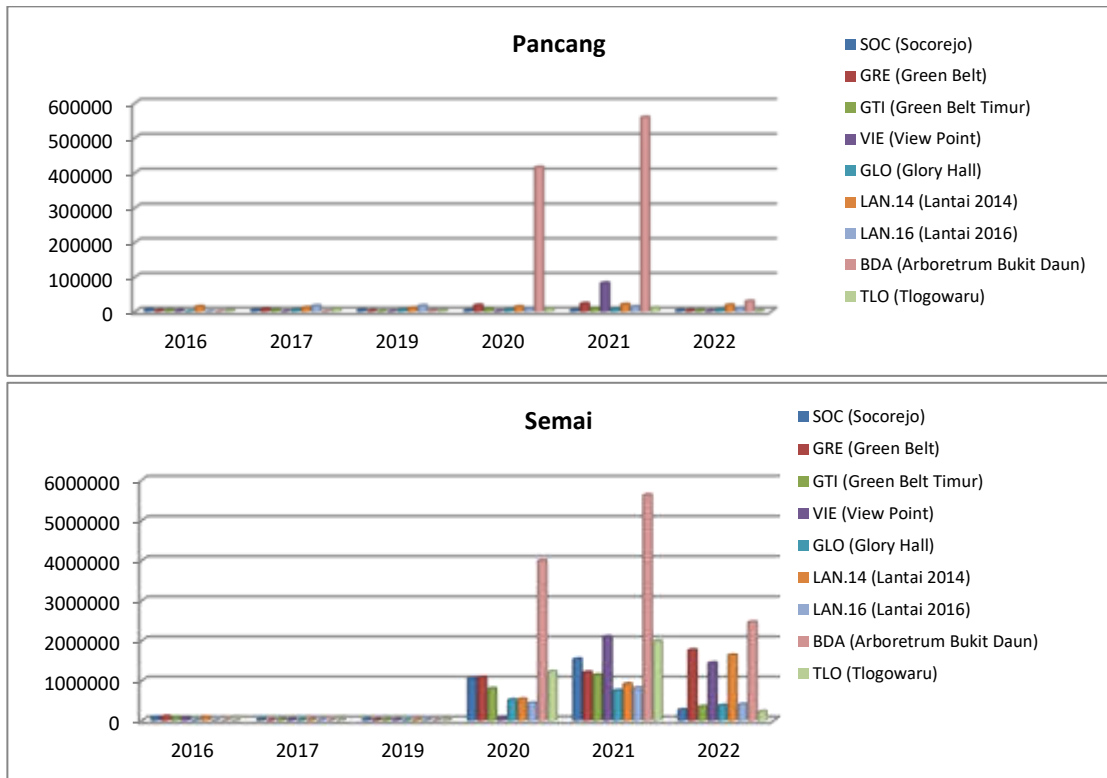
Gambar 75 Grafik Monitoring Perbandingan Jumlah Spesies Flora Darat pada Seluruh Lokasi Studi Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022

Jumlah spesies dalam komunitas flora darat juga akan berpengaruh pada kerapatan vegetasi. Berdasarkan data monitoring **rata-rata kerapatan tumbuhan pada setiap kategori tegakan diketahui mengalami kenaikan yang cukup signifikan dari tahun 2016 hingga tahun 2021 dan rata-rata cenderung stabil di tahun 2022** walaupun terdapat peningkatan maupun penurunan di beberapa lokasi studi (Gambar 76 dan 77). Di tahun 2022 kerapatan tumbuhan kategori pohon dan tihang rata-rata di seluruh lokasi studi cenderung stabil sedangkan untuk kategori pertumbuhan pancang dan semai mengalami dinamika fluktuasi di beberapa lokasi studi. Fluktuasi perubahan kerapatan tumbuhan ini terkait erat dengan adanya kondisi cuaca yang semakin tidak dapat diprediksi. Hal ini dimungkinkan karena merupakan dampak krisis iklim yang telah terjadi di Indonesia.

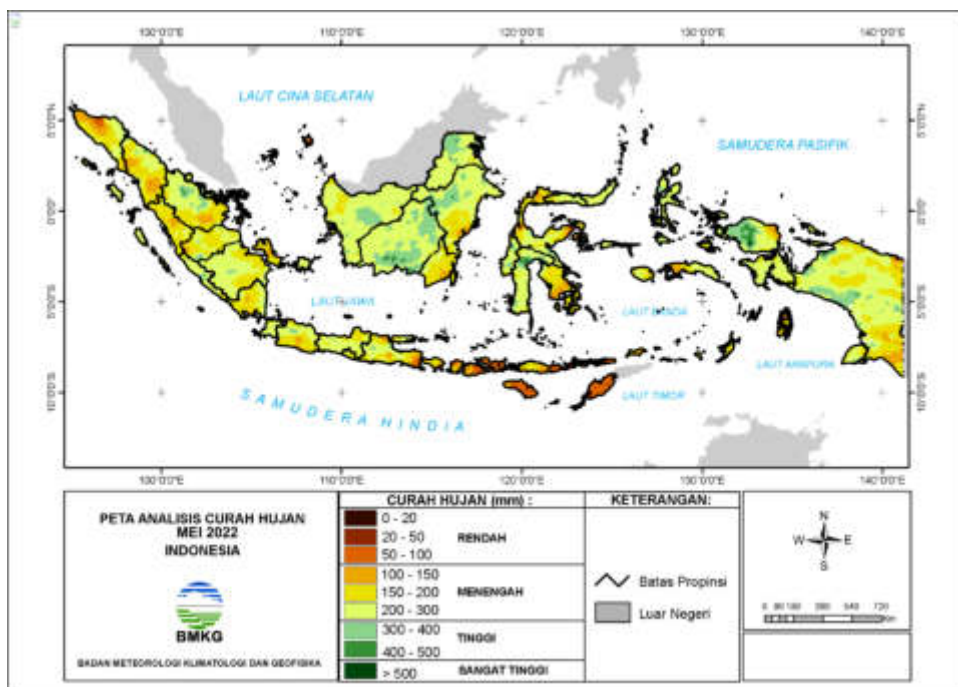


Gambar 76 Grafik Monitoring Perbandingan Kerapatan Flora Darat Pada Seluruh Lokasi Studi Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022 Untuk Kategori Pertumbuhan Pohon Dan Tihang

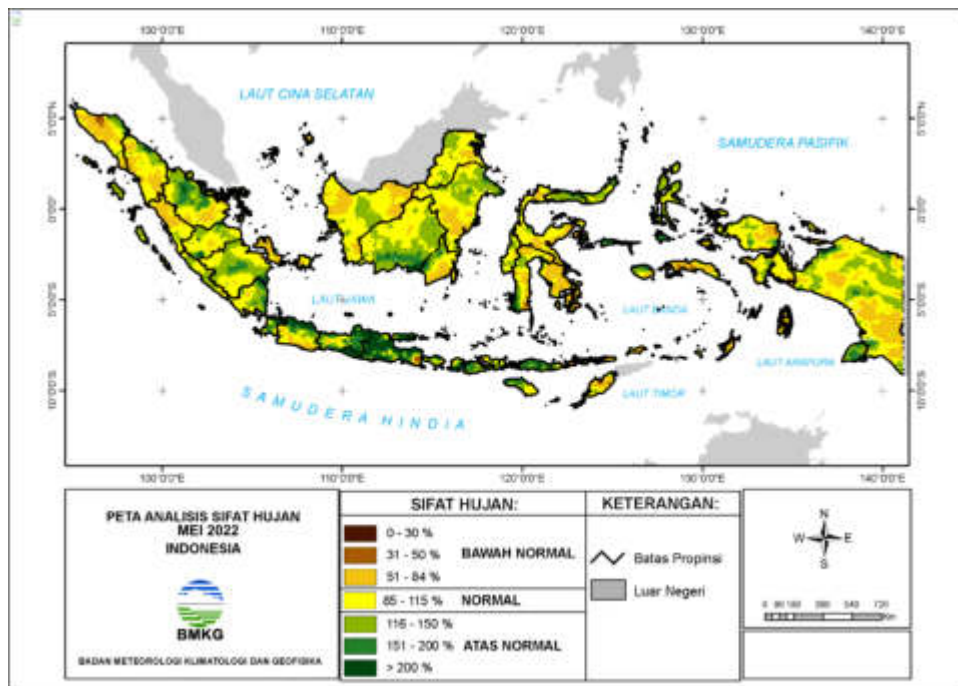
Berdasarkan data BMKG (Gambar 78-80), pada bulan Mei 2022 ketika dilakukan penelitian studi keanekaragaman hayati di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk, memiliki curah hujan menengah (150-200 mm) dengan sifat hujan diatas normal (>200%) namun berdasarkan prakiraan awal musim kemarau 2022 untuk wilayah ini jatuh pada bulan April minggu pertama. Hal inilah menjadi anomali cuaca yang dapat mempengaruhi mikro iklim. Perubahan kondisi cuaca ini memberikan dampak yang signifikan terhadap ketahanan flora darat dalam melakukan pertumbuhan maupun siklus hidup khususnya bagi kategori pertumbuhan semai.



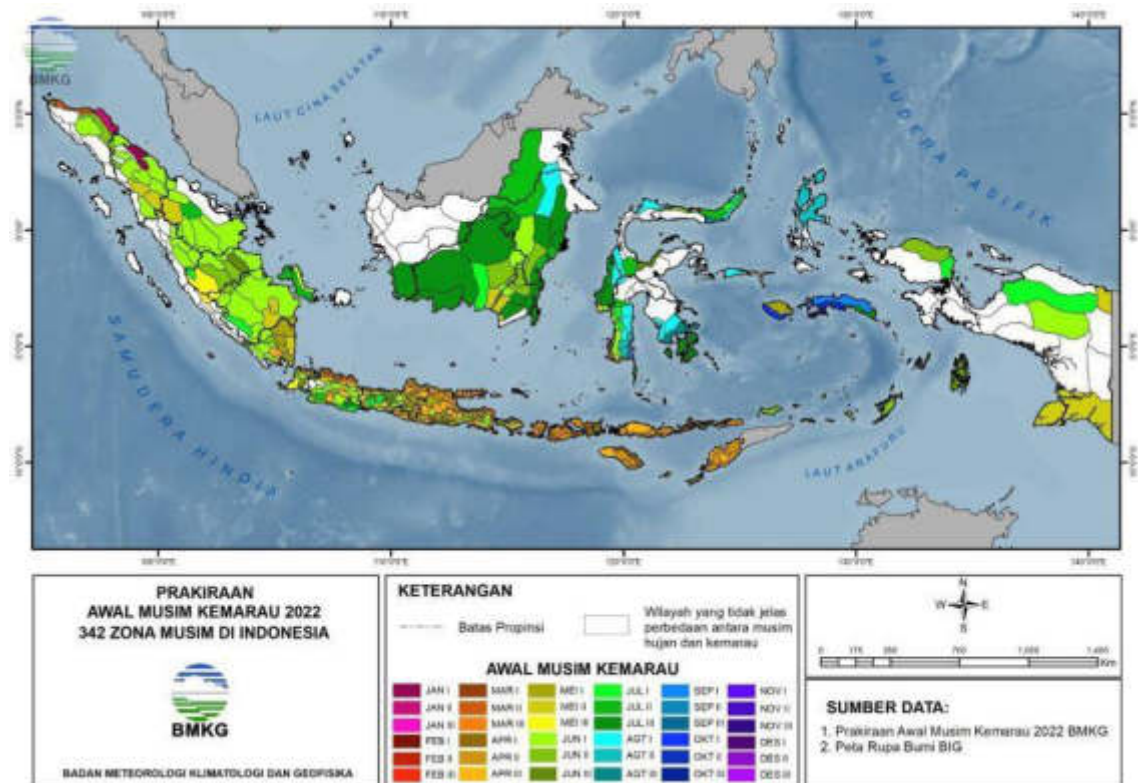
Gambar 77 Grafik Monitoring Perbandingan Kerapatan Flora Darat Pada Seluruh Lokasi Studi Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022 Untuk Kategori Pertumbuhan Pancang Dan Semai



Gambar 78 Peta Analisis Curah Hujan Mei 2022 (Data BMKG)



Gambar 79 Peta Analisis Sifat Hujan Mei 2022 (Data BMKG)

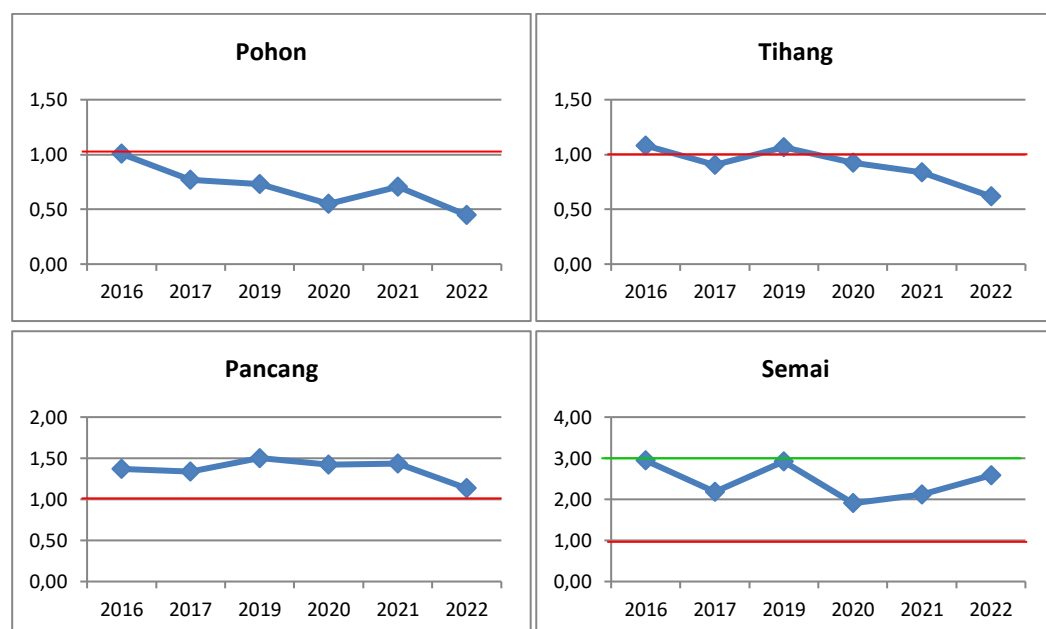


Gambar 80 Peta Prakiraan Awal Musim Kemarau 2022 Zona Musim Di Indonesia (Data BMKG)

Berdasarkan data monitoring rerata nilai indeks keanekaragaman (H') flora darat pada kategori pohon dari tahun 2016 hingga tahun 2022 diketahui mengalami penurunan (2016 H' sebesar 1.01; 2017 H' sebesar 0.77; 2019 H' sebesar 0.73; 2020 H' sebesar 0.55;

2021 H' sebesar 0.71; 2022 H' sebesar 0.45) (Gambar 81). Rerata nilai indeks keanekaragaman (H') flora darat pada kategori tihang dari tahun 2016 hingga tahun 2022 diketahui juga mengalami penurunan (2016 H'sebesar 1.08; 2017 H' sebesar 0.91; 2019 H' sebesar 1.07; 2020 H' sebesar 0.93; 2021 H' sebesar 0.84; 2022 H' sebesar 0.62). Rerata nilai indeks keanekaragaman (H') flora darat pada kategori pancang dari tahun 2016 hingga tahun 2022 diketahui juga mengalami penurunan (2016 H'sebesar 1.37; 2017 H' sebesar 1.34; 2019 H' sebesar 1.50; 2020 H' sebesar 1.42; 2021 H' sebesar 1.43; 2022 H' sebesar 1.13). Rerata nilai indeks keanekaragaman (H') flora darat pada kategori semai dari tahun 2016 hingga tahun 2022 diketahui mengalami peningkatan (2016 H'sebesar 2.94; 2017 H' sebesar 2.19; 2019 H' sebesar 2.92; 2020 H' sebesar 1.90; 2021 H' sebesar 2.12; 2022 H' sebesar 2.59).

Penurunan rerata nilai H' terhadap kategori pohon, tihang dan pancang dimungkinkan karena dampak adanya sebagian besar pengalihan fungsi lahan menjadi lahan pertanian yang dapat dimanfaatkan oleh petani greenbelt khususnya yang terjadi di area greenbelt. **Penurunan rerata nilai H' flora darat ini tidak mempengaruhi jumlah spesies tanaman maupun jumlah individu tanaman di seluruh lokasi studi karena jumlah spesies tanaman dan jumlah individu tanaman hampir di seluruh lokasi studi semakin meningkat.**



Gambar 81 Grafik Monitoring Rata-rata Indeks Keanekaragaman (H') Flora Darat Pada Seluruh Lokasi Studi Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022

4.2. KONDISI KOMUNITAS AVIFAUNA

Burung atau Aves atau Avifauna adalah anggota keluarga hewan bertulang belakang yang memiliki kemampuan terbang, meski ada beberapa yang tidak memiliki kemampuan tersebut. Burung merupakan satwa bertulang belakang (vertebrata) dengan

bulu dan sayap. Burung adalah kelompok kelas Aves yang masuk dalam filum Chordata dengan superkelas Tetrapoda. Hampir seluruh habitat burung berada di darat dan tersebar di seluruh benua. Burung dengan keragaman tertinggi terdapat di daerah tropis. Namun tingkat kepunahan di kawasan tropis juga lebih tinggi dibandingkan kawasan lainnya. Sama seperti semua makhluk hidup, burung juga beradaptasi terhadap lingkungan sekitar, contohnya seperti beberapa spesies burung laut yang datang ke daratan hanya untuk berkembang biak, serta penguin yang mempunyai kemampuan menyelam hingga kedalaman 300 meter. Sebagian besar burung menghuni kawasan yang terdapat dalam suatu ekologi tertentu. Sementara sebagian lainnya menempati kawasan atau habitat khusus sesuai dengan letak dan jenis makanannya.

4.2.1. ANALISIS KONDISI AVIFAUNA TAHUN 2022

Hasil pengamatan avifauna di lapangan menunjukkan bahwa terdapat 54 spesies burung yang terdiri atas 44 genus, 25 famili dan 9 ordo (Gambar 82). Total individu yang ditemukan di lokasi adalah 583 ekor. Detail komposisi dan kelimpahan spesies burung di lokasi studi disajikan pada Tabel 12. Berdasarkan komposisi spesies, struktur komunitas burung di area PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban pada Mei 2022 didominasi oleh 4 spesies, yaitu Burung-gereja Eurasia (*Passer montanus*), Walet linchi (*Collocalia linchi*), Cucak kutilang (*Pycnonotus aurigaster*) dan Perkutut jawa (*Geopelia striata*). Sedangkan untuk sebaran spesies avifauna di kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban terdapat 5 spesies yang ditemukan hampir di seluruh lokasi yaitu, Walet linchi (*Collocalia linchi*), Bondol jawa (*Lonchura leucogastroides*), Burung-gereja Eurasia (*Passer montanus*), Cucak kutilang (*Pycnonotus aurigaster*), dan Tekukur (*Streptopelia chinensis*)

Berdasarkan data avifauna di masing-masing lokasi, terdapat perbedaan struktur komunitasnya. Struktur komunitasnya terbagi menjadi struktur komunitas kawasan pesisir yang direpresentasikan oleh lokasi SOC dan struktur komunitas *inland* (pedalaman) yang direpresentasikan oleh seluruh lokasi selain SOC. Spesies paling dominan penyusun struktur komunitas pesisir di lokasi SOC adalah Kuntul kecil (*Egretta garzetta*) dan Walet linchi (*Collocalia linchi*). Dua spesies tersebut dan spesies-spesies penyusun komunitas di SOC merupakan spesies burung dalam kelompok burung air atau burung pantai sehingga secara alamiah akan lebih banyak dijumpai di wilayah pesisir bahkan ada beberapa spesies yang tidak dijumpai di lokasi lain.

16	<i>Cinnyris jugularis</i>	Burung-Madu Sriganti	<i>Olive-backed Sunbird</i>	Passeriformes	Nectariniidae	<i>Cinnyris</i>	LC	1	1	1	1	-	-	2	1	7
17	<i>Cisticola juncidis</i>	Cici Padi	<i>Zitting Cisticola</i>	Passeriformes	Cisticolidae	<i>Cisticola</i>	LC	-	-	2	-	-	-	3	-	5
18	<i>Collocalia linchi</i>	Walet Linchi	<i>Cave Swiftlet</i>	Caprimulgiformes	Apodidae	<i>Collocalia</i>	LC	7	2	7	12	3	2	18	5	56
19	<i>Dendrocopos macei</i>	Caladi Ulam	<i>Fulvous-breasted Woodpecker</i>	Piciformes	Picidae	<i>Dendrocopos</i>	LC	1	-	-	-	-	2	3	-	6
20	<i>Dendrocopos moluccensis</i>	Caladi Tilik	<i>Sunda pygmy woodpecker</i>	Piciformes	Picidae	<i>Dendrocopos</i>	LC	-	-	1	1	2	-	6	1	11
21	<i>Dicaeum trochileum</i>	Cabai Jawa	<i>Scarlet-headed Flowerpecker</i>	Passeriformes	Dicaeidae	<i>Dicaeum</i>	LC, E	-	2	1	3	-	2	3	-	11
22	<i>Egretta garzetta</i>	Kuntul Kecil	<i>Little Egret</i>	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Egretta</i>	LC	12	-	-	-	-	-	1	-	13
23	<i>Geopelia striata</i>	Perkutut Jawa	<i>Zebra Dove</i>	Columbiformes	Columbidae	<i>Geopelia</i>	LC	8	-	12	2	2	2	2	2	30
24	<i>Gerygone sulphurea</i>	Remetuk Laut	<i>Golden-bellied Gerygone</i>	Passeriformes	Acanthizidae	<i>Gerygone</i>	LC	2	-	-	-	-	-	-	-	2
25	<i>Halcyon cyanoventris</i>	Cekakak Jawa	<i>Javan Kingfisher</i>	Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Halcyon</i>	LC, E	1	-	-	-	-	-	2	-	3
26	<i>Hirundo striolata</i>	Layang-Layang Loreng	<i>Striated swallow</i>	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo</i>	LC	-	2	2	2	5	3	-	2	16
27	<i>Hirundo tahitica</i>	Layang-Layang Batu	<i>Pacific swallow</i>	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo</i>	LC	2	3	-	1	3	2	6	2	19
28	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>	Bambangan Merah	<i>Cinnamon Bittern</i>	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ixobrychus</i>	LC, N<	1	-	-	1	-	-	-	-	2
29	<i>Ixobrychus sinensis</i>	Bambangan Kuning	<i>Yellow bittern</i>	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ixobrychus</i>	LC, N<>	-	-	-	-	-	-	1	-	1
30	<i>Lalage nigra</i>	Kapasan Kemiri	<i>Pied triller</i>	Passeriformes	Campephagidae	<i>Lalage</i>	LC	2	1	-	1	-	3	1	1	9
31	<i>Lalage sueurii</i>	Kapasan Sayap-Putih	<i>White-shouldered Triller</i>	Passeriformes	Campephagidae	<i>Lalage</i>	LC	1	1	-	-	-	-	1	1	4

32	<i>Lonchura leucogastroides</i>	Bondol Jawa	<i>Javan munia</i>	Passeriformes	Estrildidae	<i>Lonchura</i>	LC	1	2	2	2	3	3	13	3	29
33	<i>Lonchura maja</i>	Bondol Haji	White-headed Munia	Passeriformes	Estrildidae	<i>Lonchura</i>	LC	1	3	8	3	-	1	-	4	20
34	<i>Lonchura punctulata</i>	Bondol Peking	<i>Scaly-breasted munia</i>	Passeriformes	Estrildidae	<i>Lonchura</i>	LC	-	3	4	2	7	2	2	3	23
35	<i>Megalaima haemacephala</i>	Takur Ungkut-Ungkut	<i>Coppersmith barbet</i>	Piciformes	Capitonidae	<i>Megalaima</i>	LC	-	-	-	1	-	-	-	1	2
36	<i>Nectarinia jugularis</i>	Burung Madu Sriganti	Olive-backed Sunbird	Passeriformes	Nectariniidae	<i>Nectarinia</i>	LC	-	2	-	2	-	-	1	1	6
37	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Kowak Malam Kelabu	<i>Black-crowned night-heron</i>	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Nycticorax</i>	LC, N<	1	-	-	1	-	-	1	-	3
38	<i>Orthotomus sutorius</i>	Cinenen Pisang	<i>Common tailorbird</i>	Passeriformes	Cisticolidae	<i>Orthotomus</i>	LC	-	-	-	1	-	-	1	1	3
39	<i>Passer montanus</i>	Burung-Gereja Eurasia	<i>Eurasian Tree Sparrow</i>	Passeriformes	Passeridae	<i>Passer</i>	LC	3	2	2	24	17	12	30	13	103
40	<i>Pericrocotus cinnamomeus</i>	Sepah Kecil	<i>Small minivet</i>	Passeriformes	Campephagidae	<i>Pericrocotus</i>	LC	-	3	-	6	-	2	6	1	18
41	<i>Picoides moluccensis</i>	Caladi Tilik	Sunda Pygmy Woodpecker	Piciformes	Picidae	<i>Picoides</i>	LC	1	-	-	1	-	-	-	-	2
42	<i>Prinia flaviventris</i>	Perenjak Rawa	Yellow-bellied Prinia	Passeriformes	Cisticolidae	<i>Prinia</i>	LC	3	-	-	-	-	2	2	-	7
43	<i>Prinia inornata</i>	Perenjak Padi	<i>Plain prinia</i>	Passeriformes	Cisticolidae	<i>Prinia</i>	LC	1	3	7	6	-	2	2	2	23
44	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	Cucak Kutilang	<i>Sooty-headed bulbul</i>	Passeriformes	Pycnonotidae	<i>Pycnonotus</i>	LC	2	3	3	13	3	2	4	5	35
45	<i>Pycnonotus goiavier</i>	Merbah Cerucuk	<i>Yellow-vented bulbul</i>	Passeriformes	Pycnonotidae	<i>Pycnonotus</i>	LC	1	-	1	2	2	2	-	2	10
46	<i>Rhipidura javanica</i>	Kipasan Belang	<i>Malaysian pied fantail</i>	Passeriformes	Rhipiduridae	<i>Rhipidura</i>	LC, 1	-	1	2	1	-	-	-	2	6

47	<i>Spilopelia chinensis</i>	Tekukur Biasa	<i>The Spotted dove</i>	Columbiformes	Columbidae	<i>Spilopelia</i>	LC	2	1	-	2	2	2	3	3	15	
48	<i>Sterna albifrons</i>	Dara-Laut Kecil	The little tern	Charadriiformes	Sternidae	<i>Sterna</i>	1,N<>	1	-	-	-	-	-	-	-	1	
49	<i>Streptopelia bitorquata</i>	Dederuk Jawa	Sunda Collared-dove	Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia</i>	LC	2	-	1	1	-	-	-	-	4	
50	<i>Streptopelia chinensis</i>	Tekukur	Spotted dove	Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia</i>	LC	1	2	2	4	2	3	2	2	18	
51	<i>Todiramphus chloris</i>	Cekakak Sungai	<i>Collared kingfisher</i>	Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Todiramphus</i>	LC	2	-	-	-	-	-	1	-	3	
52	<i>Todiramphus sanctus</i>	Cekakak Australia	<i>Sacred Kingfisher</i>	Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Todiramphus</i>	LC, 1,N>	1	-	-	-	-	-	1	-	2	
53	<i>Treron vernans</i>	Punai Gading	<i>Pink-necked green pigeon</i>	Columbiformes	Columbidae	<i>Treron</i>	LC	2	-	-	1	-	-	-	-	3	
54	<i>Turnix suscitator</i>	Gemak Loreng	<i>Barred buttonquail</i>	Charadriiformes	Turnicidae	<i>Turnix</i>	LC	-	-	-	1	-	-	-	-	1	
								Total individu	81	42	62	103	51	49	131	64	583
								Total spesies	39	20	20	31	12	18	38	27	54
								Total genera	33	16	16	26	9	13	33	22	
								Total famili	21	14	13	17	7	10	17	14	

Keterangan :

Status:

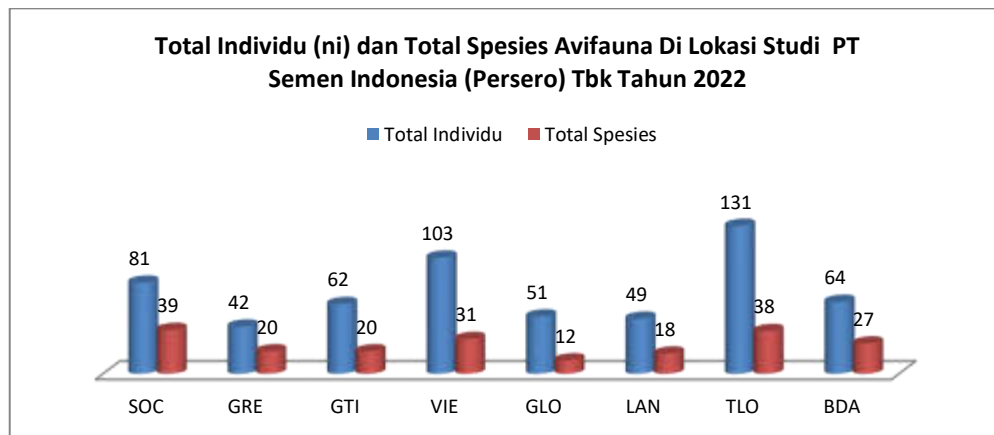
1. Status perlindungan dalam Peraturan Republik Indonesia (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 92 Tahun 2019)

2. Status peraturan perdagangan internasional menurut CITES (Convention on International Trade of Endangered Species of Wild Fauna and Flora) (I. Appendix I; II. Appendix II; III. Appendix III)

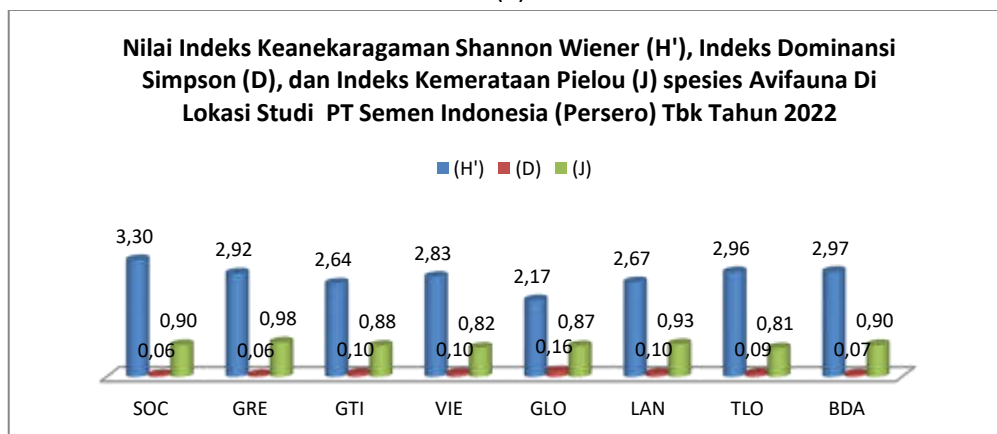
3. Status keterancaman berdasarkan IUCN Red List versi 3.1 2001 (NT. Near Threatened / mendekati terancam punah, LC. Least Concern / Spesies resiko rendah)

E = Spesies endemik Indonesia

N <> = Spesies migran dari bumi bagian utara ke Indonesia dan sebaliknya; dari bumi bagian selatan ke Indonesia



(a)



(b)

Gambar 82 (a) Total Individu (ni) dan Total Spesies Avifauna Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022; (b) Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H'), Indeks Dominansi Simpson (D), dan Indeks Kemerataan Pielou (J) spesies Avifauna Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022

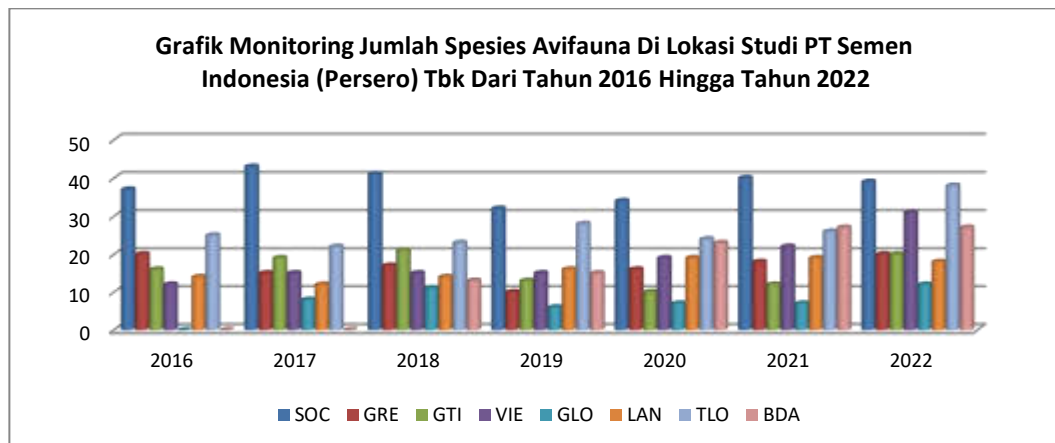
Pada tingkat genera/genus, diketahui bahwa keanekaragaman genera tertinggi ada pada lokasi SOC untuk mewakili komunitas pesisir dengan 33 genus dan lokasi TLO untuk mewakili komunitas *inland* dengan 33 genus. Genus yang menjadi dominan di SOC adalah Collocalia, dan Egretta. Lokasi SOC pada tahun 2022 mengalami perubahan yang cukup signifikan. Perubahan tersebut adalah pengembangan lahan pesisir untuk pemanfaatan sebagai lahan ekoturisme, sehingga lokasi SOC di tahun 2022 berdampingan langsung dengan keberadaan lokasi ekoturisme Pantai Semilir di Desa Socorejo. Tetapi dengan data avifauna yang terkumpul diketahui bahwa keberadaan lokasi ekoturisme Pantai Semilir memberikan dampak relatif kecil terhadap keberadaan avifauna. Banyaknya spesies burung air di lokasi SOC disebabkan oleh faktor habitat, dimana area studi ini merupakan kawasan pantai berpasir dengan vegetasi pantai (terdapat mangrove) dan dilengkapi dengan banyaknya area terbuka bersemak yang berbatasan langsung dengan badan perairan (tambak, sungai, dan muara sungai). Sesuai dengan namanya,

kategori burung air/pantai di lokasi SOC mencakup spesies-spesies burung air yang berhabitat di kawasan pantai dengan tujuan terutama untuk mencari makan atau berbiak. Pada studi ini, yang termasuk dalam kategori burung pantai misalnya adalah Dara-laut (famili Laridae) dan Trinil (famili Scolopacidae). Adapun untuk burung air lainnya berupa anggota famili Ardeidae (keluarga Kuntul) dan Alcedinidae (keluarga Raja-udang).

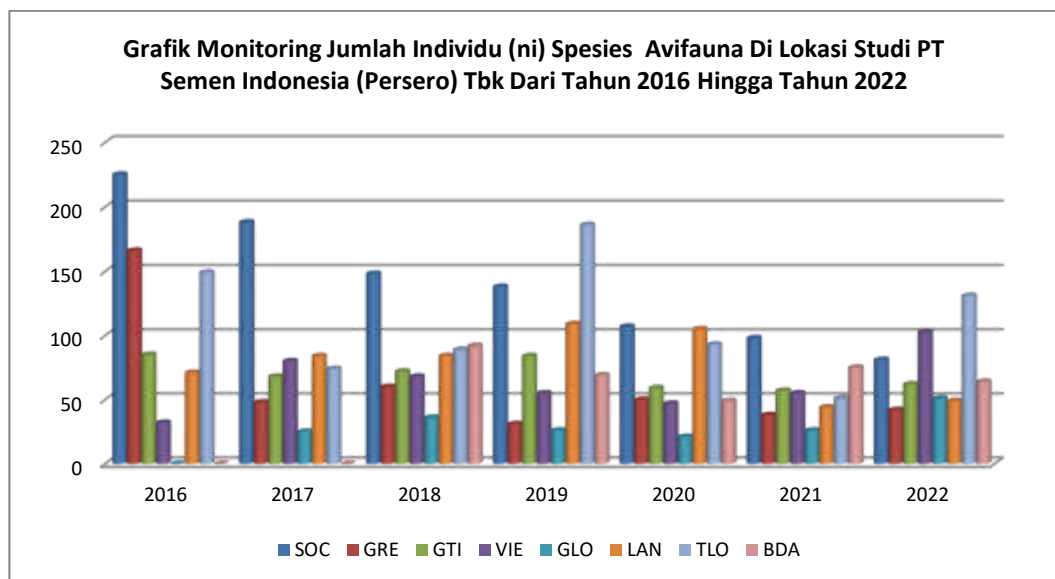
Nilai indeks keanekaragaman (H') avifauna yang didapatkan dari periode Mei-Juni 2022 yaitu pada SOC sebesar 3.30; GRE 2.92; GTI sebesar 2.64; VIE sebesar 2.83; GLO sebesar 2.17; TLO sebesar 2.96; LAN sebesar 2.67; dan BDA sebesar 2.97. Sehingga indeks keanekaragaman avifauna tertinggi terdapat di lokasi SOC dan terendah terdapat di lokasi GLO (Gambar 82). Indeks kemerataan (J) masing-masing lokasi yaitu SOC sebesar 0.90; GRE sebesar 0.98; GTI sebesar 0.88; VIE sebesar 0.82; GLO sebesar 0.87; TLO sebesar 0.81; LAN sebesar 0.93; dan BDA sebesar 0.90 (Gambar 82). **Nilai indeks keanekaragaman avifauna di seluruh lokasi studi (2.17-3.30) termasuk kategori keanekaragaman sedang hingga tinggi.** Nilai J yang mendekati 0.00 (nol), menunjukkan kecenderungan adanya pengaruh faktor lingkungan terhadap kehidupan organisme yang menyebabkan penyebaran populasi tidak merata karena adanya selektivitas dan mengarah pada terjadinya dominansi oleh salah satu atau beberapa spesies fauna. Bila nilai J mendekati 1.00 (satu), menunjukkan bahwa keadaan lingkungan normal yang ditandai oleh penyebaran populasi yang cenderung merata dan tidak terjadi dominansi. Oleh karena itu berdasarkan indeks kemerataan disemua lokasi menunjukkan tidak terjadinya dominansi avifauna.

4.2.2. ANALISIS MONITORING KEANEKARAGAMAN SPESIES AVIFAUNA TAHUN 2016-2022

Analisis monitoring data avifauna di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. Pabrik Tuban menggunakan data dari tahun 2016 hingga tahun 2022. Monitoring terkait jumlah spesies dan individu dilakukan dari tahun 2016 hingga tahun 2022 untuk lokasi SOC, GRE, GTI, VIE, LAN, dan TLO; untuk lokasi GLO dilakukan monitoring sejak tahun 2017 hingga 2022; serta untuk lokasi BDA dilakukan monitoring sejak tahun 2018 hingga 2022 (Gambar 83 dan 84).



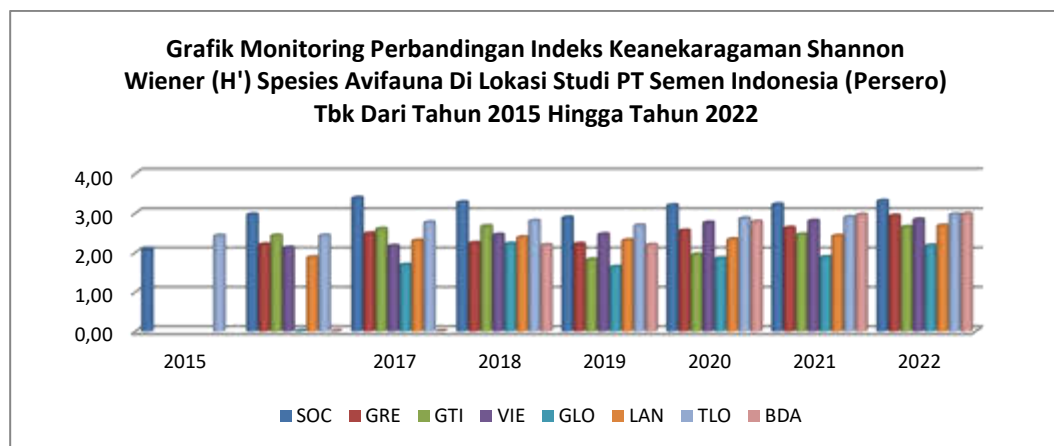
Gambar 83 Grafik Monitoring Jumlah Spesies Avifauna Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022



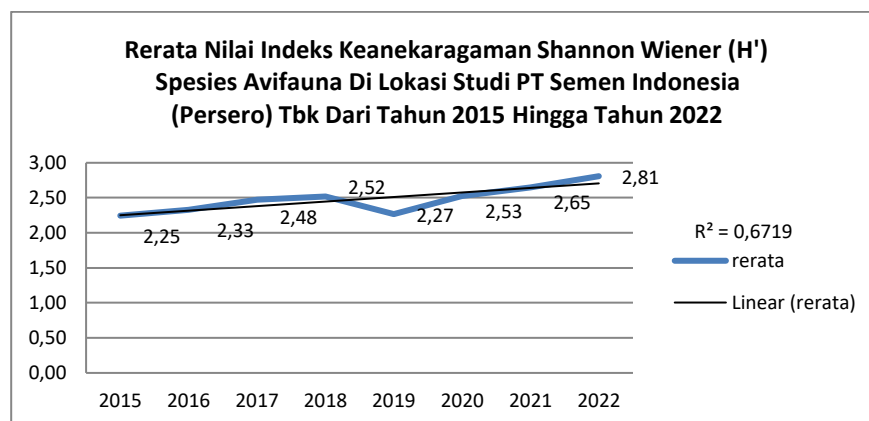
Gambar 84 Grafik Monitoring Jumlah Individu (ni) Spesies Avifauna Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022

Diketahui bahwa jumlah spesies selama kurun waktu 7 tahun mengalami fluktuasi dengan rentang nilai yang relatif rendah sedangkan jumlah individu juga mengalami hal yang sama. Fluktuasi yang menyebabkan peningkatan maupun penurunan jumlah spesies maupun jumlah individu merupakan indikasi bahwa avifauna di keseluruhan lokasi studi dapat berubah tergantung daya dukung lingkungan yang ada. Daya dukung lingkungan dapat berasal dari kegiatan manusia antara lain minimnya aktivitas penembakan, ketersediaan sumber pakan dari manusia dan kondisi habitat yang minim kegiatan antropogenik. Berdasarkan indeks keanekaragaman (H') avifauna diketahui bahwa di setiap lokasi studi sejak 2016 hingga 2022 mengalami kenaikan yang

stabil secara berturut-turut (Gambar 85). Kenaikan yang stabil ini dianalisis regresi yang memungkinkan peningkatan nilai H' ditahun tahun berikutnya sebesar 67% (Gambar 86).



Gambar 85 Grafik Monitoring Perbandingan Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H') Spesies Avifauna Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2015 Hingga Tahun 2022



Gambar 86 Rerata Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H') Spesies Avifauna Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2015 Hingga Tahun 2022

4.2.3. STATUS PERLINDUNGAN DAN KETERANCAMAN FAUNA BURUNG (AVIFAUNA) TAHUN 2022

Status perlindungan terhadap avifauna telah diatur baik secara nasional maupun internasional. Secara nasional, PerMen LHK No. 92 Th. 2018 merupakan peraturan perundangan terbaru yang merupakan revisi atas PerMen LHK No. 20 Th. 2018 yang juga merupakan penyempurnaan dari Peraturan Pemerintah Nomor 07 Tahun 1999. Berdasarkan Permen LHK tersebut diketahui bahwa terdapat spesies yang dilindungi yaitu Dara Laut Kumis (*Chlidonias hybrida*), Kipasan Belang (*Rhipidura javanica*), dan Cekakak Australia (*Todiramphus sanctus*). Sedangkan secara internasional, perlindungan avifauna tercantum dalam *IUCN Red List* yang didapatkan bahwa tidak terdapat spesies yang

dilindungi dengan status *Near Threatened* (NT) karena spesies-spesies yang ada memiliki status *Least Concern* (LC) yang berarti spesies-spesies dengan resiko rendah untuk keterancamannya. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan di periode Mei-Juni 2022 diketahui bahwa terdapat beberapa spesies endemik Indonesia diantaranya adalah Raja-udang biru (*Alcedo coerulescens*), Cabai jawa (*Dicaeum trochileum*), dan Cekakak jawa (*Halcyon cyanoventris*).

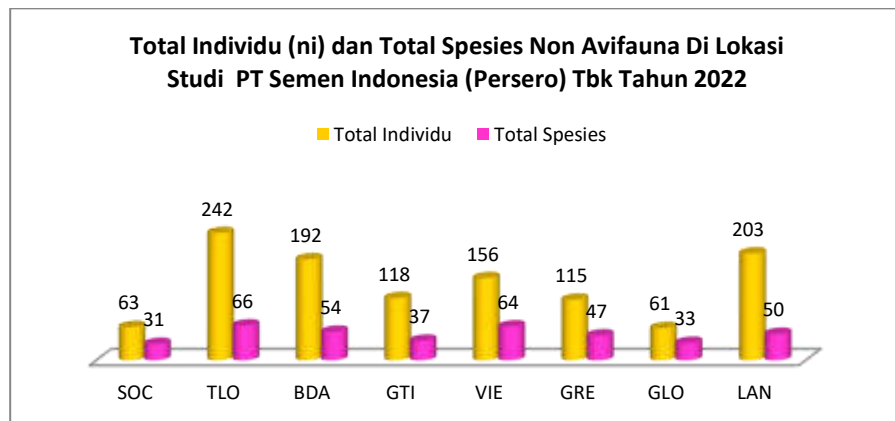
4.3. KONDISI KOMUNITAS NON AVIFAUNA

Kelompok fauna bukan burung (non-avifauna) yang menjadi target utama pengamatan fauna pada studi ini adalah fauna darat seperti mamalia, herpetofauna (reptil dan amfibia), dan arthropoda termasuk kupu-kupu dan capung yang terdapat di dalam dan luar kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. pabrik Tuban pada periode Mei-Juni 2022.

4.3.1. ANALISIS KONDISI NON AVIFAUNA TAHUN 2022

Dari keseluruhan lokasi studi di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban pada Mei-Juni 2022 tercatat sebanyak 128 spesies fauna bukan burung (Tabel 13). **Dari 128 spesies terdata, didominasi oleh kelompok kupu-kupu dan ngengat (Lepidoptera) dengan jumlah spesies sebanyak 25 spesies. Selain itu terdapat beberapa kelompok lain yaitu Mollusca sebanyak 4 spesies; Cacing sebanyak 1 spesies; Chelicerirmes sebanyak 7 spesies; Odonata sebanyak 10 spesies; Diptera sebanyak 11 spesies; Hymenoptera sebanyak 18 spesies; Coleoptera sebanyak 10 spesies; Insecta lainnya sebanyak 27 spesies; Reptil sebanyak 10 spesies; Amphibi sebanyak 2 spesies; dan Mamalia sebanyak 3 spesies** (Gambar 89). Komposisi spesies terbesar terletak di lokasi TLO sebanyak 66 spesies non avifauna dan lokasi VIE sebanyak 64 spesies non avifauna sedangkan komposisi spesies terendah ada pada lokasi SOC dengan 31 spesies non avifauna. Kelimpahan individu tertinggi berada di lokasi TLO (242 individu) dan LAN (203 individu).

Kelimpahan individu tertinggi terletak di lokasi TLO (Gambar 87), hal ini mengindikasikan bahwa sumberdaya di TLO sangat mendukung keberadaan non avifauna. Sumberdaya tersebut antara lain sumber pakan dan habitat yang cocok dan sesuai dengan spesies-spesies non avifauna yang ditemukan.



Gambar 87 Total Individu (ni) dan Total Spesies Non Avifauna Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022

Tabel 13 Komposisi Dan Kelimpahan Spesies Bukan Burung (Non Avifauna) Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Periode Mei-Juni 2022

No.	Spesies	Nama Indonesia	Nama Inggris	Ordo	Famili	Lokasi								Σ
						TLO	LAN	GRE	VIE	GTI	SOC	BDA	GLO	
Mollusca														
1	<i>Achatina sp.</i>	Bekicot	<i>Giant African Land Snail</i>	Stylommatophora	Achatinidae	1	5	-	1	-	-	-	1	8
2	<i>Pomacea canaliculata</i>	Siput murbai	<i>Golden Apple Snail</i>	Gastropoda	Ampullariidae	2	-	-	-	-	-	-	-	2
3	<i>Rhachistia sp.</i>	Siput	<i>Snail</i>	Stylommatophora	Cerastidae	2	-	-	-	-	-	2	1	5
4	<i>Macrochlamys sp.</i>	Keong pipih	<i>the horntail snail</i>	Stylommatophora	Ariophantidae	1	4	-	-	-	-	-	-	5
Cacing														
1	<i>Lumbricus rubellus</i>	Cacing	<i>Red Earthworm</i>	Opisthopora	Lumbricidae	2	-	-	-	-	-	-	1	3
Cheliceriformes														
1	<i>Agelenopsis sp.</i>	Laba-Laba	<i>American Grass Spiders</i>	Araneae	Agelenidae	-	1	-	1	1	-	2	-	5
2	<i>Argiope aemula</i>	Laba-Laba	<i>Oval St Andrew's Cross Spider</i>	Araneae	Araneidae	-	1	-	-	1	-	1	2	5
3	<i>Cheiracanthium sp.</i>	Laba-Laba	<i>Yellow Sac Spiders</i>	Araneae	Cheiracanthiidae	-	-	1	-	1	1	-	-	3
4	<i>Nephila antipodiana</i>	Laba-Laba	<i>Golden Orb-Web Spider</i>	Spiders	Araneidae	-	-	1	-	-	1	-	1	3
5	<i>Parasteatoda tepidariorum</i>	Laba-Laba	<i>Common House Spider</i>	Araneae	Theridiidae	1	1	-	-	-	-	1	-	3
6	<i>Trochosa ruricola</i>	Laba-Laba	<i>Rustic Wolf Spider</i>	Araneae	Lycosidae	-	3	-	1	-	1	-	-	5
7	<i>Oxyopes javanus</i>	Laba-Laba	<i>Spider</i>	Araneae	Oxyopidae	-	1	1	-	-	-	-	-	2
Insecta: Odonata														
1	<i>Anax guttatus</i>	Capung	<i>Lesser Green Emperor</i>	Odonata	Aeshnidae	-	-	-	-	-	-	3	-	3
2	<i>Crocothemis servilia</i>	Capung	<i>Scarlet Skimmer</i>	Odonata	Libellulidae	3	-	-	-	-	-	-	-	3
3	<i>Enallagma cyathigerum</i>	Capung	<i>Common Blue Damselfly</i>	Odonata	Coenagrionidae	1	-	-	-	-	-	-	-	1
4	<i>Diplacodes trivialis</i>	Capung	<i>Chalky Percher</i>	Odonata	Libellulidae	4	-	-	1	1	2	1	-	9
5	<i>Agriocnemis femina</i>	Capung Jarum	<i>dragonfly</i>	Odonata	Coenagrionidae	1	-	-	-	3	-	-	-	4

22	<i>Hyposidra talaca</i>	Ngengat	<i>The Black Inch Worm</i>	Lepidoptera	Geometridae	4	-	2	1	3	-	1	-	11
23	<i>Junonia almana</i>	Kupu-Kupu	<i>Peacock Pansy</i>	Lepidoptera	Nymphalidae	-	1	-	-	-	-	-	-	1
24	<i>Pieris ajaka</i>	Kupu-Kupu	<i>Butterfly</i>	Lepidoptera	Pieridae	-	5	1	1	-	-	2	-	9
25	<i>Mycalesis horsfieldii</i>	Kupu-Kupu	<i>Bushbrowns</i>	Lepidoptera	Nymphalidae	-	3	-	-	3	-	1	-	7

Insecta: Diptera

1	<i>Aedes albopictus</i>	Nyamuk	<i>Asian Tiger Mosquito</i>	Diptera	Culicidae	-	-	-	2	-	2	6	2	12
2	<i>Amblypsilopus scintillans</i>	Lalat Hijau	<i>Tiny Green Fly</i>	Diptera	Dolichopodidae	-	2	-	-	1	1	-	-	4
3	<i>Bactrocera cucurbitae</i>	Lalat	<i>Melon Fly</i>	Diptera	Tephritidae	-	1	-	1	1	-	11	1	15
4	<i>Bactrocera dorsalis</i>	Lalat	<i>Oriental Fruit Fly</i>	Diptera	Tephritidae	-	-	-	2	-	-	-	-	2
5	<i>Bactrocera oleae</i>	Lalat	<i>Olive Fruit Fly</i>	Diptera	Tephritidae	2	-	1	-	1	-	-	-	4
6	<i>Calliphora sp.</i>	Lalat	<i>Grasshoper</i>	Diptera	Calliphoridae	-	-	1	-	-	-	-	-	1
7	<i>Culex sp.</i>	Nyamuk	<i>Culex Mosquitoes</i>	Diptera	Culicidae	2	16	1	6	-	-	-	3	28
8	<i>Lucilia sericata</i>	Lalat Hijau	<i>Common Green Bottle Fly</i>	Diptera	Calliphoridae	-	-	1	2	3	1	-	1	8
9	<i>Drosophila melanogaster</i>	Lalat Buah	<i>Fruit Fly Or Lesser Fruit Fly</i>	Diptera	Drosophilidae	2	3	-	-	-	-	-	-	5
10	<i>Musca domestica</i>	Lalat	<i>Housefly</i>	Diptera	Muscidae	4	-	2	1	-	-	-	1	8
11	<i>Strauzia longipennis</i>	Lalat Buah Penari	<i>Sunflower maggot fly</i>	Diptera	Tephritidae	-	-	3	14	-	-	-	-	17

Insecta: Hymenoptera

1	<i>Sceliphron caementarium</i>	Tawon	<i>Black And Yellow Mud Dauber</i>	Hymenoptera	Sphecidae	-	-	-	-	-	-	1	-	1
2	<i>Solenopsis geminata</i>	Semut Merah	<i>Fire Ant</i>	Hymenoptera	Formicidae	20	10	-	4	-	4	8	3	49
3	<i>Solenopsis invicta</i>	Semut Api	<i>Fire Ant</i>	Hymenoptera	Formicidae	13	19	-	7	12	3	7	-	61
4	<i>Sphex ichneumoneus</i>	Tawon	<i>Great Golden Digger Wasp</i>	Hymenoptera	Sphecidae	-	-	-	-	-	-	5	1	6
5	<i>Aleiodes indiscretus</i>	Tawon	<i>wasp</i>	Hymenoptera	Braconidae	-	1	-	-	2	2	2	-	7
6	<i>Andrena fulva</i>	Lebah	<i>Tawny Mining Bee</i>	Hymenoptera	Andrenidae	2	-	3	1	10	-	14	-	30
7	<i>Camponotus nearcticus</i>	Semut Biasa	<i>Smaller Carpenter Ant</i>	Hymenoptera	Formicidae	24	3	2	3	3	5	12	5	57
8	<i>Dolichoderus thoracicus</i>	Semut Hitam	<i>Ant</i>	Hymenoptera	Formicidae	12	3	8	5	3	3	2	-	36

9	<i>Dolichovespula maculata</i>	Tawon	<i>Bald-Faced Hornet</i>	Hymenoptera	Vespidae	5	-	-	-	2	-	1	-	8
10	<i>Monomorium minimum</i>	Semut Hitam	<i>Little Black Ant</i>	Hymenoptera	Formicidae	12	13	-	7	9	2	12	5	60
11	<i>Oecophylla smaragdina</i>	Semut Rang-Rang	<i>Asian Weaver Ant</i>	Hymenoptera	Formicidae	5	11	-	5	-	4	13	3	41
12	<i>Polistes carolina</i>	Tawon	<i>Red Paper Wasp</i>	Hymenoptera	Vespidae	-	-	1	-	-	-	-	-	1
13	<i>Vespa affinis</i>	Tawon Ndas	<i>Lesser Banded Hornet</i>	Hymenoptera	Vespidae	-	-	-	1	-	-	1	1	3
14	<i>Vespa auraria</i>	Lebah	<i>Bee</i>	Hymenoptera	Vespidae	-	-	-	1	-	-	7	-	8
15	<i>Vespa orientalis</i>	Lebah	<i>Oriental Hornet</i>	Hymenoptera	Vespidae	-	1	-	1	-	-	4	-	6
16	<i>Xylocopa latipes</i>	Lebah	<i>Tropical Carpenter Bee</i>	Hymenoptera	Apidae	-	-	4	-	2	2	5	-	13
17	<i>Xylocopa violacea</i>	Tawon	<i>Violet Carpenter Bee</i>	Hymenoptera	Apidae	-	8	-	1	-	-	-	-	9
18	<i>Lasius niger</i>	Semut Hitam	<i>Black Garden Ant</i>	Hymenoptera	Formicidae	13	6	5	9	7	2	12	4	58

Insecta: Coleoptera

1	<i>Badister neopulchellus</i>	Kumbang	<i>Ground Beetle</i>	Coleoptera	Carabidae	-	-	-	1	-	-	-	-	1
2	<i>Charidotella sexpunctata</i>	Kepik	<i>Golden Tortoise Beetle</i>	Coleoptera	Chrysomelidae	-	-	-	-	-	-	1	-	1
3	<i>Charidotella sp.</i>	Kepik	<i>Genus Of Tortoise Beetles</i>	Coleoptera	Chrysomelidae	9	-	1	-	-	-	-	-	10
4	<i>Chelymorpha cassidea</i>	Kumbang	<i>Argus Tortoise Beetle</i>	Coleoptera	Chrysomelidae	3	-	-	-	-	-	-	-	3
5	<i>Chelymorpha cribraria</i>	Kepik	<i>Tortoise beetle</i>	Coleoptera	Chrysomelidae	-	1	-	1	-	-	-	-	2
6	<i>Chilades pandava</i>	Kupu-Kupu	<i>Butterflies of Malaysia</i>	Coleoptera	Chrysomelidae	-	1	-	-	-	2	5	1	9
7	<i>Coccinella septempunctata</i>	Kepik	<i>Seven-Spot Ladybird</i>	Coleoptera	Coccinellidae	-	-	1	-	-	-	4	-	5
8	<i>Coccinella sp.</i>	Kumbang Bulat	<i>Ladybird</i>	Coleoptera	Coccinellidae	-	-	1	-	-	-	-	-	1
9	<i>Myzia interrupta</i>	Kumbang	<i>Broken-Dashed Ladybeetle</i>	Coleoptera	Coccinellidae	-	-	-	-	-	-	1	-	1
10	<i>Cotinis mutabilis</i>	Kumbang	<i>Fig eater Beetle</i>	Coleoptera	Scarabaeidae	11	-	-	-	8	1	-	-	20

Insect: Other

1	<i>Bemisia tabaci</i>	Kepik Putih	<i>Silverleaf Whitefly</i>	Hemiptera	Aleyrodidae	8	-	1	1	-	-	-	-	10
2	<i>Coromus diaphorus</i>	Ulet Gagak	<i>Goldrind-riesenband</i>	Polydesmida	Oxydesmidae	2	-	-	1	-	-	-	1	4
3	<i>Atractomorpha crenulata</i>	Belalang Pucung	<i>Grasshopper</i>	Orthoptera	Pyrgomorphidae	4	3	-	4	-	-	2	-	13

4	<i>Caryanda sp.</i>	Belalang	<i>Grasshoper</i>	Orthoptera	Acrididae	-	-	1	1	-	-	-	-	2
5	<i>Celes variabilis</i>	Belalang	<i>Grasshoper</i>	Orthoptera	Acrididae	1	1		2	5	-	-	-	9
6	<i>Chorthippus albomarginatus</i>	Belalang Kayu	<i>Lesser Marsh Grasshopper</i>	Orthoptera	Acrididae	4	1	4	13	1	-	-	1	24
7	<i>Chorthippus parallelus</i>	Belalang Kayu	<i>Meadow Grasshopper</i>	Orthoptera	Acrididae	2	25	-	8	-	-	-	1	36
8	<i>Conocephalus dorsalis</i>	Belalang	<i>Short-Winged Conehead</i>	Orthoptera	Tettigoniidae	4	1	-	4	-	-	-	-	9
9	<i>Conocephalus fuscus</i>	Belalang Hijau	<i>Long-Winged Conehead</i>	Orthoptera	Tettigoniidae	3	-	6	1	7	1	-	-	18
10	<i>Conocephalus sp.</i>	Belalang	<i>Lesser Meadow Katydid</i>	Orthoptera	Tettigoniidae	-	-	2	-	-	-	-	-	2
11	<i>Eyprepocnemis plorans</i>	Belalang	<i>Lamenting Grasshopper</i>	Orthoptera	Acrididae	1	-	-	1	-	-	1	-	3
12	<i>Galgupha nitiduloides</i>	Kumbang	<i>wing-folding insects</i>	Hemiptera	Thyreocoridae	-	-	1	1	-	-	-	-	2
13	<i>Leptocoris acuta</i>	Walang Sangit	<i>Rice Ear Bug</i>	Hemiptera	Alydidae	1	4	-	1	-	-	2	-	8
14	<i>Leptophyes punctatissima</i>	Belalang Hijau	<i>Speckled Bush-Cricket</i>	Orthoptera	Tettigoniidae	-	2	1	1	-	-	-	-	4
15	<i>Mantis religiosa</i>	Belalang Sembah	<i>Mantis Religiosa</i>	Mantodea	Mantidae	-	-	1	2	-	-	-	-	3
16	<i>Meconema meridionale</i>	Belalang Hijau	<i>Southern Oak Bush Cricket</i>	Orthoptera	Tettigoniidae	1	-	-	1	-	-	-	-	2
17	<i>Megacopta cribraria</i>	Kumbang Tanah	<i>Kudzu Bug</i>	Hemiptera	Plataspidae	-	-	1	-	-	-	-	-	1
18	<i>Myrmeleotettix maculatus</i>	Belalang	<i>Mottled Grasshopper</i>	Orthoptera	Acrididae	2	-	-	2	-	3	3	3	13
19	<i>Nezara viridula</i>	Kepik	<i>Southern Green Stink Bug</i>	Hemiptera	Pentatomidae	1	-	-	1	-	-	-	-	2
20	<i>Ocypus olens</i>	Tomcat	<i>Devil's Coach-Horse Beetle</i>	Coleoptera	Staphylinidae	-	-	-	1	-	-	-	1	2
21	<i>Paederus littoralis</i>	Tomcat	<i>Tomcat</i>	Coleoptera	Staphylinidae	-	1	-	1	-	-	-	2	4
22	<i>Phlaeoba fumosa</i>	Belalang	<i>Grasshoper</i>	Orthoptera	Acrididae	2	-	25	3	-	-	-	-	30
23	<i>Reticulitermes flavipes</i>	Rayap	<i>Eastern Subterranean Termite</i>	Blattodea	Rhinotermitidae	-	1	-	-	-	-	-	5	6
24	<i>Stenobothrus lineatus</i>	Belalang	<i>Stripe-Winged Grasshopper</i>	Orthoptera	Acrididae	1	-	1	4	-	-	3	-	9
25	<i>Tarbinskiellus portentosus</i>	Jangkrik	<i>Cricket</i>	Orthoptera	Gryllidae	-	5	-	2	1	2	1	1	12
26	<i>Tetrix undulata</i>	Belalang Batu	<i>Common Ground-Hopper</i>	Orthoptera	Tetrigidae	-	2	-	3	-	-	-	1	6
27	<i>Valanga nigricornis</i>	Belalang Kayu	<i>Javanese Grasshopper</i>	Orthoptera	Acrididae	1	3	6	1	7	-	-	1	19

Reptil

1	<i>Ahaetulla prasina</i>	Ular Gadung	<i>Oriental Whip Snake</i>	Squamata	Colubridae	-	-	1	1	-	-	-	-	2
2	<i>Calloselasma rhodostoma</i>	Ular Kayu Cokelat	<i>Malayan Pit Viper</i>	Squamata	Viperidae	1	-	-	1	-	-	-	-	2
3	<i>Calotes versicolor</i>	Bunglon Taman	<i>Eastern Garden Lizard</i>	Squamata	Agamidae	1	-	-	1	-	2	2	-	6
4	<i>Ptyas korros</i>	Ular	<i>Chinese Ratsnake</i>	Squamata	Colubridae	1	-	-	-	-	-	-	-	1
5	<i>Dasia olivacea</i>	Kadal Hitam	<i>Olive Tree Skink</i>	Squamata	Scincidae	1	-	-	-	-	-	1	-	2
6	<i>Draco volans</i>	Kadal Terbang	<i>Common Flying Dragon</i>	Squamata	Agamidae	1	1	-	1	1	-	1	-	5
7	<i>Eutropis multifasciata</i>	Kadal Matahari	<i>Many-Lined Sun Skink</i>	Squamata	Scincidae	1	-	2	1	1	1	1	1	8
8	<i>Gehyra mutilata</i>	Cicak Pohon	<i>Common Four-Clawed Gecko</i>	Squamata	Gekkonidae	2	1	-	1	-	-	2	-	6
9	<i>Gekko monarchus</i>	Tokek	<i>Spotted House Gecko</i>	Squamata	Gekkonidae	-	-	-	-	-	-	1	-	1
10	<i>Hemidactylus frenatus</i>	Cicak	<i>Common House Gecko</i>	Squamata	Gekkonidae	2	-	1	1	1	-	-	-	5
Amphibi														
1	<i>Bufo melanostictus</i>	Kodok	<i>Frog</i>	Anura	Bufoinae	2	-	-	1	-	1	-	-	4
2	<i>Rana sp.</i>	Katak	<i>Brown Frogs</i>	Anura	Ranidae	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Mamalia														
1	<i>Callosciurus notatus</i>	Bajing Kelapa	Plantain Squirrel	Rodentia	Sciuridae	-	-	1	1	1	-	1	-	4
2	<i>Herpestes javanicus</i>	Garangan	Indian Mongoose	Carnivora	Herpestidae	1	-	-	-	-	-	-	-	1
3	<i>Rattus rattus</i>	Tikus	Black Rat	Rodentia	Muridae	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Total Individu						242	203	115	156	118	63	192	61	1150
Total Spesies						66	50	47	64	37	31	54	33	128
Nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H')						3.70	3.39	3.30	3.73	3.25	3.31	3.59	3.14	
Nilai Indeks Dominansi Simpson (D)						0.04	0.05	0.07	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	
Nilai Indeks Kemerataan Spesies Pielou (J)						0.88	0.87	0.86	0.90	0.90	0.96	0.90	0.90	



Gambar 88 Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H'), Indeks Dominansi Simpson (D), dan Indeks Kemerataan Pielou (J) spesies Non Avifauna Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Tahun 2022

Berdasarkan data yang diperoleh pada periode Mei-Juni 2022, diketahui bahwa dari keseluruhan lokasi studi, di lokasi VIE memiliki indeks keanekaragaman tertinggi dari semua lokasi yaitu sebesar 3.73, kemudian TLO memiliki nilai indeks keanekaragaman sebesar 3.70 (Gambar 88). **Rata-rata nilai indeks keanekaragaman di seluruh lokasi studi bernilai di atas 3 (H' 3.14-3.73), sehingga dapat dikategorikan memiliki keanekaragaman non avifauna "TINGGI".**

Keanekaragaman yang tinggi di lokasi VIE dapat diperkirakan karena kawasan tersebut memiliki aktivitas manusia yang rendah sehingga hewan di lokasi ini tidak mengalami gangguan bahkan dimungkinkan menjadi area kawin yang sesuai bagi hewan-hewan tersebut. Keanekaragaman yang tinggi juga ditemukan di TLO yang dapat diperkirakan karena merupakan kawasan lahan basah yang pada waktu awal tahun 2022 hingga kegiatan survei dilakukan memiliki curah hujan yang cukup tinggi sehingga vegetasi yang ada sangat mendukung habitat fauna non avifauna khususnya serangga. Serangga-serangga yang ada ini sangat membantu dalam penyerbukan tanaman serta sangat berperan penting dalam proses suksesi alami pada lokasi TLO yang merupakan areal lahan bekas tambang tanah liat.

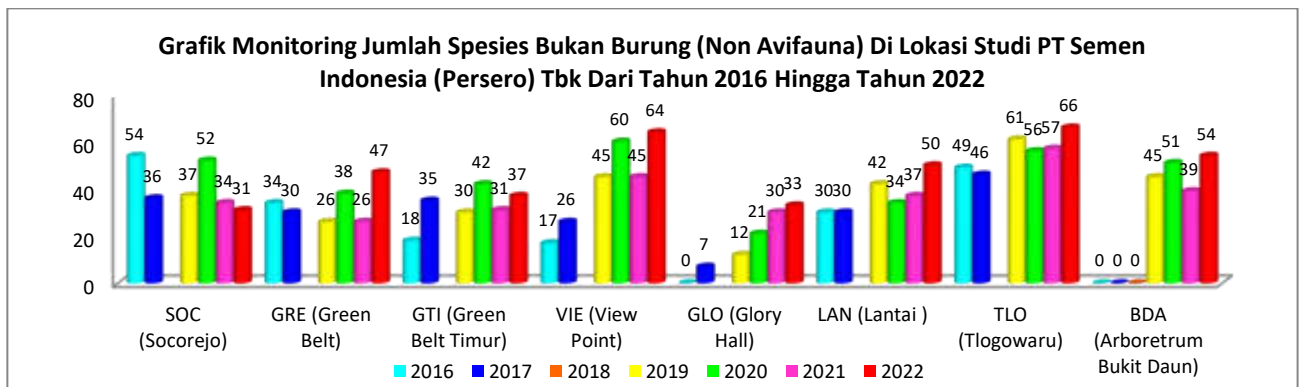


Gambar 89 Beberapa Spesies Non Avifauna Yang Banyak Ditemukan Di Lokasi Studi Mei 2022

4.3.2. ANALISIS MONITORING KEANEKARAGAMAN SPESIES NON AVIFAUNA TAHUN 2016-2022

Berdasarkan data monitoring pemantauan non avifauna dari tahun 2016 hingga 2022 diketahui mengalami dinamika yang cukup tinggi. Sepanjang 6 tahun ini, **kelimpahan individu non avifauna mengalami fluktuasi yang sangat tinggi dari tahun 2016 hingga tahun 2022 khususnya di lokasi GRE, GTI, LAN, TLO dan BDA** (Gambar 91) sehingga diprediksi tetap akan mengalami peningkatan ditahun berikutnya. Perubahan tidak hanya untuk jumlah individu saja melainkan jumlah spesies non avifauna pula. **Jumlah spesies mengalami peningkatan yang sangat tajam di tahun 2022 khususnya di seluruh lokasi studi** kecuali SOC (Gambar 90).

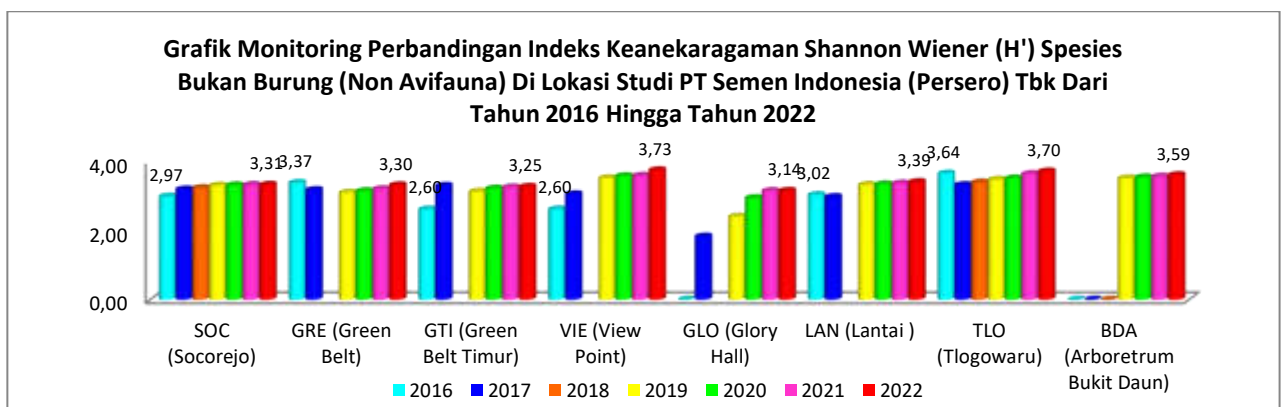
Diketahui dari analisis monitoring indeks keanekaragaman hayati untuk non avifauna yang telah dilakukan sejak tahun 2016 hingga 2022 memperlihatkan grafik (Gambar 92) yang cukup bagus. **Peningkatan indeks keanekaragaman non avifauna relatif stabil dari tahun 2016 hingga tahun 2022.** Peningkatan nilai H' hampir di keseluruhan lokasi studi sejak 2016 hingga 2022 dan berdasarkan analisis regresi linier terlihat bahwa peningkatan nilai H' dari tahun 2016 hingga 2022 sangat tinggi (79%) (Gambar 93%). Peningkatan nilai indeks keanekaragaman yang konsisten setiap tahun dari tahun 2016 hingga tahun 2022 diketahui terdapat pada lokasi SOC, VIE, GLO, dan BDA walaupun di lokasi yang lain (GRE, GTI, LAN, TLO) juga mengalami peningkatan. Khusus lokasi studi GLO dan BDA, peningkatan nilai H' secara konsisten setiap tahun mengindikasikan bahwa dua lokasi ini yang berawal dari lokasi reklamasi perlahan tetapi pasti telah mengalami suksesi secara alami. Lokasi GLO merupakan lokasi studi dari lahan pasca tambang batu gamping yang telah dilakukan proses reklamasi sejak tahun 2010 dan sekarang dapat dikatakan merupakan lokasi yang telah mengalami suksesi buatan dengan tingkat keberhasilan yang signifikan berdasarkan pantauan sejak tahun 2010 mulai dilakukan reklamasi lahan pasca tambang batu gamping hingga sekarang. Berdasarkan indeks kemerataan (J) diketahui pula bahwa keadaan lingkungan cenderung normal dengan ditandai oleh penyebaran populasi yang cenderung merata dan tidak terjadi dominansi.



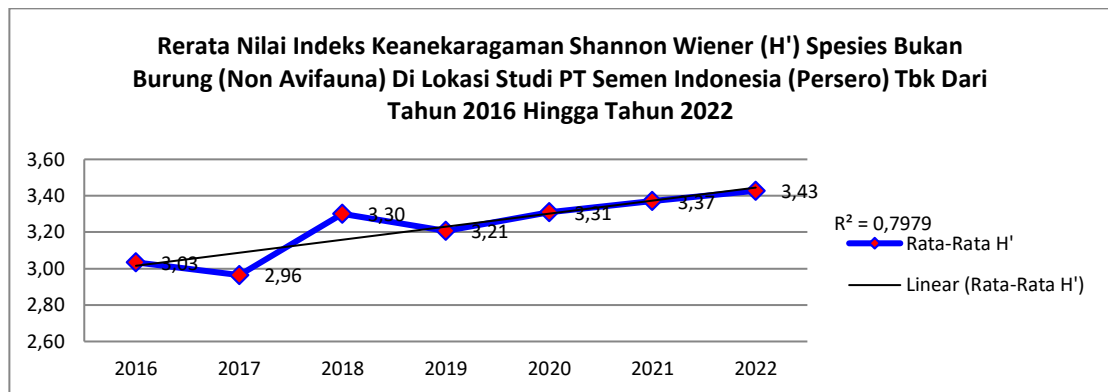
Gambar 90 Grafik Monitoring Jumlah Spesies Bukan Burung (Non Avifauna) Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022



Gambar 91 Grafik Monitoring Jumlah Individu (ni) Spesies Fauna Bukan Burung (Non Avifauna) Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022



Gambar 92 Grafik Monitoring Perbandingan Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H') Spesies Bukan Burung (Non Avifauna) Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022



Gambar 93 Rerata Nilai Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H') Spesies Bukan Burung (Non Avifauna) Di Lokasi Studi PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022

4.4. KONDISI KOMUNITAS NEKTON

Pengamatan terhadap komunitas nekton pada studi ini hanya dilaksanakan di perairan Embung Tlogowaru (TLO). Data awal (baseline) dimulai pada tahun 2014 sementara pemantauan monitoring telah dilaksanakan hingga tahun 2022. Pada tahun 2017 dan 2019, TLO dimanfaatkan sebagai lahan percontohan budidaya ikan air tawar menggunakan sistem karamba jaring apung (KJA). Embung lain di area TLO yang merupakan lahan bekas tambang tanah liat dimanfaatkan pula oleh masyarakat lokal greenbelt untuk mencari ikan. Umumnya mereka mencari ikan dengan menggunakan pancing karena cenderung ikan alami yang mereka tangkap. Pada survey pengamatan dan pengambilan data tahun 2022 ini menggunakan bantuan alat tangkap untuk nekton dalam hal ini ikan yaitu dengan bubu jala (*fish trap*), sehingga untuk melengkapi data ikan yang ada di TLO maka dilakukan juga wawancara dengan masyarakat lokal greenbelt dan para pencari ikan yang melakukan aktivitasnya di area TLO pada waktu pelaksanaan survey.

4.4.1. ANALISIS KONDISI NEKTON TAHUN 2022

Berdasarkan studi diketahui bahwa **terdapat 14 spesies dengan jumlah individu sebanyak 47 individu**. Komposisi ikan di TLO didominasi oleh famili Cyprinidae. Komposisi dan kelimpahan nekton ditunjukkan pada Tabel 14. Jenis-ikan yang tertangkap di lokasi TLO terbagi atas ikan bernilai ekonomi tinggi dan ikan bernilai ekonomi rendah. Yang termasuk ke dalam ikan bernilai ekonomi tinggi antara lain Mujair (*Oreochromis mossambicus*), Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Keting (*Mystus gulio*). Ikan yang bernilai ekonomi rendah antara lain Belut (*Monopterus albus*), Wader (*Puntius brevis*; *Systemus binotatus*), dan Wader pari (*Rasbora argyrotænia*) (Gambar 94). Sedangkan jenis ikan yang lain merupakan spesies ikan yang belum memiliki potensi ekonomi.

Tabel 14 Komposisi Dan Kelimpahan Nekton Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban Periode Mei-Juni Tahun 2022

No.	Spesies	Nama Indonesia	Famili	ni	D	H'	J
-----	---------	----------------	--------	----	---	----	---

1	<i>Anabas testudineus</i>	Betok/Betik	Anabantidae	3	0.0041	0.18
2	<i>Aplocheilus panchax</i>	Kepala timah	Aplocheilidae	3	0.0041	0.18
3	<i>Monopterus albus</i>	Belut	Synbranchidae	2	0.0018	0.13
4	<i>Mystus gulio</i>	Keting	Bagridae	4	0.0072	0.21
5	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Mujair	Cichlidae	2	0.0018	0.13
6	<i>Oreochromis niloticus</i>	Nila	Cichlidae	3	0.0041	0.18
7	<i>Oryzias javanicus</i>	Gatul Jawa	Adrianichthyidae	4	0.0072	0.21
8	<i>Pseudogobiopsis sp.</i>	Gobi	Oxudercidae	2	0.0018	0.13
9	<i>Poecilia reticulata</i>	Gupi	Poeciliidae	4	0.0072	0.21
10	<i>Puntius brevis</i>	Paitan	Cyprinidae	5	0.0113	0.24
11	<i>Rasbora argyrotaenia</i>	Wader pari	Cyprinidae	4	0.0072	0.21
12	<i>Systemus binotatus</i>	Wader bintik dua	Cyprinidae	4	0.0072	0.21
13	<i>Trichogaster trichopterus</i>	Gurami	Osphronemidae	3	0.0041	0.18
14	<i>Trichopsis vittata</i>	Gurami	Osphronemidae	4	0.0072	0.21
				Total individu	47	0.0765
				Total Spesies	14	2.602
				Nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H')	2.60	0.99
				Nilai Indeks Dominansi Simpson (D)	0.0765	
				Nilai Indeks Kemerataan Spesies Pielou (J)	0.99	

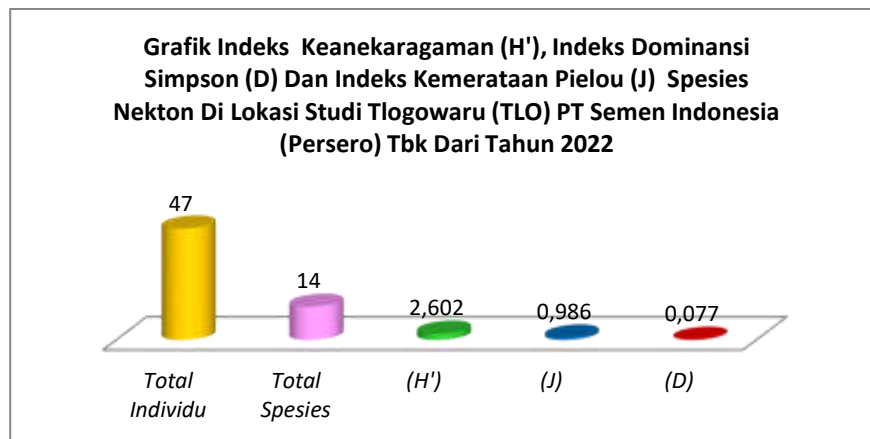
Spesies ikan Nila dan Mujair, meskipun secara ekonomi memiliki nilai potensi tinggi dan umum dibudidayakan, namun keduanya adalah ikan introduksi dari wilayah tengah dan utara Afrika. Namun saat ini tersebar luas di seluruh badan perairan tawar di dunia. Kedua spesies ikan merupakan spesies ikan oportunistik yang berpotensi menjadi predator bagi telur, larva, dan anakan ikan lokal serta serangga air; juga herbivor bagi tumbuhan air. Ikan Nila dan Mujair memiliki kemampuan adaptasi dan kapasitas reproduksi yang tinggi sehingga dapat hidup dan berkembang dengan baik pada berbagai macam sistem perairan tawar.



Gambar 94 Beberapa Spesies Yang Mendominasi Di Embung Tlogowaru PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban Pada Periode Mei-Juni 2022 (*Oryzias javanicus*, *Puntius brevis*, *Rasbora argyrotaenia*, *Trichogaster trichopterus*, *Trichopsis vittata*)

Nilai indeks keanekaragaman (H') nekton di TLO pada periode Mei-Juni 2022 yaitu sebesar 2.60 yang termasuk kedalam kategori keanekaragaman "SEDANG" serta menunjukkan bahwa faktor lingkungan berpengaruh terhadap kehidupan organisme (Gambar 95). Nilai indeks dominansi (D) di lokasi studi TLO sebesar 0.07 dan nilai indeks kemerataan (J) sebesar 0.98. Nilai J 0.98 yang mendekati nilai 1.00 (satu), menunjukkan

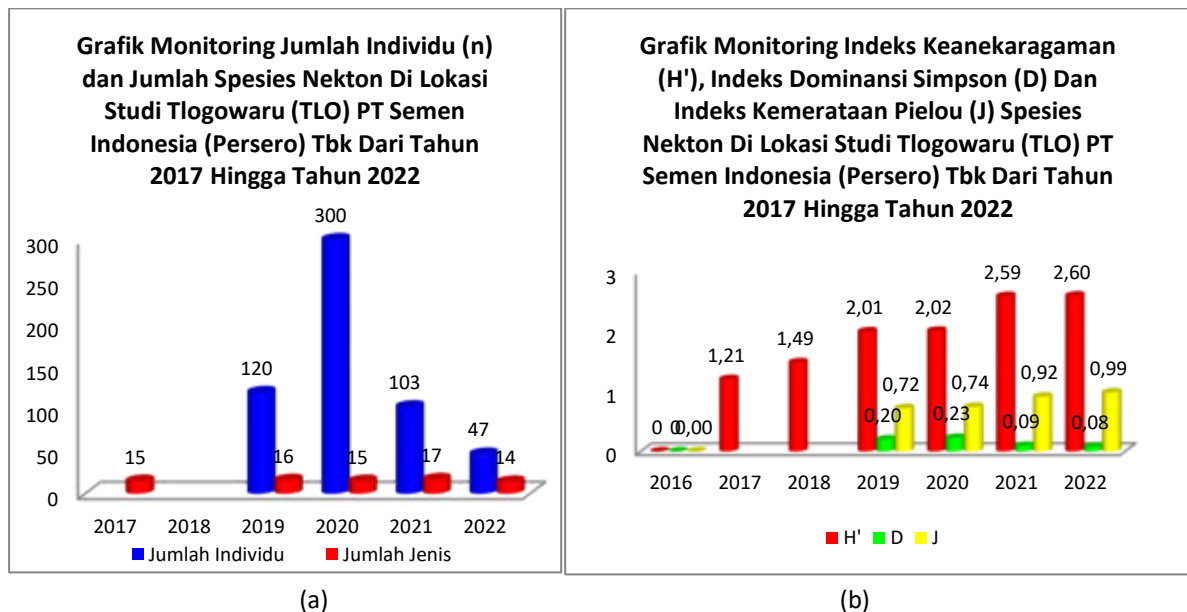
bahwa keadaan lingkungan perairan TLO cenderung normal, yang ditandai oleh penyebaran populasi merata dan tidak terjadi dominansi.



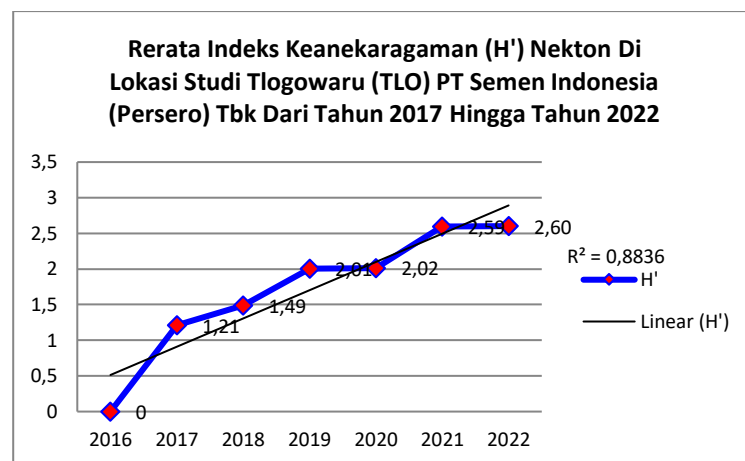
Gambar 95 Grafik Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Dominansi Simpson (D) Dan Indeks Kemerataan Pielou (J) Spesies Nekton Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2022

4.4.2. ANALISIS MONITORING KEANEKARAGAMAN SPESIES NEKTON TAHUN 2016-2022

Pemantauan keanekaragaman spesies nekton di lokasi TLO dilakukan sejak tahun 2017, yang kemudian dilakukan monitoring kembali pada tahun 2018, 2019, 2020, 2021 hingga 2022. Pada tahun 2017 hanya terdapat data jumlah spesies, sedangkan tahun 2018 hanya terdapat data nilai H' , serta tahun 2019 hingga 2022 terdapat data yang lengkap. Selama 4 tahun (2019-2022) berturut-turut **nilai indeks keanekaragaman ikan mengalami peningkatan yang stabil** (Gambar 96). Sedangkan nilai J juga mengalami kenaikan dari 0.72 menjadi 0.99 di tahun 2022, sehingga lokasi studi TLO memiliki keadaan lingkungan yang normal, hal ini ditandai oleh penyebaran populasi nekton yang cenderung merata dan tidak terjadi dominansi sehingga nilai dominansi mendekati 0 (nol) selama tahun 2019 hingga tahun 2022. Berdasarkan komposisi dan kelimpahan spesies nekton diketahui mengalami fluktuasi yang cukup tajam dan fluktuasi ini juga terjadi pada jumlah spesies yang ditemukan (Gambar 96). Jumlah spesies mengalami sedikit penurunan sedangkan jumlah individu mengalami penurunan yang cukup banyak, tetapi hal tersebut tidak mempengaruhi peningkatan nilai H' . Berdasarkan analisis regresi, kecenderungan peningkatan nilai H' pertahun nya sebesar 88% (Gambar 97). Kestabilan nilai indeks keanekaragaman dapat mengindikasikan bahwa komunitas nekton di TLO masih dalam keadaan normal stabil dan kondisi ekologi yang ada masih dikategorikan baik untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan ikan.



Gambar 96 (a) Grafik Monitoring Jumlah Individu (n) dan Jumlah Spesies Nekton Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2017 Hingga Tahun 2022; (b) Grafik Monitoring Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Dominansi Simpson (D) Dan Indeks Kemerataan Pielou (J) Spesies Nekton Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2017 Hingga Tahun 2022



Gambar 97 Rerata Indeks Keanekaragaman (H') Nekton Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2017 Hingga Tahun 2022

4.5. KONDISI KOMUNITAS MAKROZOOBENTOS/BENTOS

Makrozoo/makrofauna merupakan sejumlah organisme yang ukuran tubuhnya lebih besar dari 0.5 mm. Sedangkan bentik/bentos, yaitu organisme perairan yang hidupnya pada substrat dasar dari suatu perairan, baik yang bersifat sesil (melekat) maupun yang bersifat *vigil* (bergerak bebas). Sehingga dalam laporan ini didefinisikan kembali bahwa makrofauna bentik atau makrozoobentos/bentos merupakan organisme (hewan) yang hidup pada substrat suatu perairan yang memiliki ukuran tubuh lebih dari

0.5 mm. Makrozoobentos yang hidupnya relatif menetap (*sesil*) umumnya digunakan sebagai petunjuk kualitas lingkungan (bioindikator) karena selalu mengadakan kontak (terpapar) dengan limbah yang masuk ke dalam habitatnya. Kelompok organisme tersebut dapat lebih mencerminkan adanya perubahan faktor-faktor lingkungan dari waktu ke waktu. Kelebihan penggunaan makrozoobentos sebagai bioindikator pencemaran khususnya bahan organik adalah karena jumlahnya relatif banyak, mudah ditemukan, mudah dikoleksi dan diidentifikasi, bersifat *immobile/sesil*, dan memberi respon tubuh yang berbeda terhadap kandungan bahan organik.

4.5.1. ANALISIS KONDISI MAKROZOOBENTOS/BENTOS TAHUN 2022

Dari hasil pengambilan data dan analisis makrozoobentos pada embung TLO pada Mei 2022 diperoleh hasil seperti pada Tabel 15 yang menunjukkan bahwa **area embung menjadi habitat bagi sedikitnya 12 spesies makrozoobentos kesemuanya merupakan anggota kelas Gastropoda** (Gambar 99). Gastropoda yang mendominasi di lokasi studi TLO adalah *Pomacea canaliculata*, *Bellamyia javanica*, *Physa acuta* dan *Potamopyrgus antipodarum*. Spesies-spesies tersebut merupakan siput dan keong air tawar yang hidup di hampir semua habitat perairan tetapi lebih menyukai habitat air tawar dengan bagian dasar yang berlumpur. Sedangkan *Pomacea canaliculata* yang paling mendominasi, umumnya dikenal sebagai keong mas yang menghuni mayoritas air tawar. Hewan ini berasal dari Amerika tetapi daya jelajahnya sangat luas. Hewan ini disebut juga dengan Spesies Alien Invasif terburuk di seluruh dunia karena merupakan hama pada tanaman padi. Kemampuan adaptasinya terhadap lingkungan sangat tinggi dan daya reproduksinya sangat tinggi menyebabkan Keong mas melimpah di alam. Kemampuan Keong mas yang dapat bertahan hidup dalam kondisi lingkungan kering (*estivasi*) menyebabkan tidak heran jika hewan ini mendominasi di kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban khususnya di area Tlogowaru.

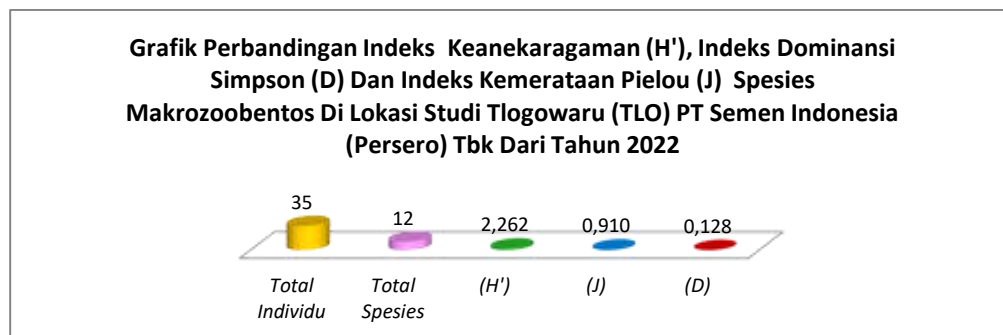
Jenis gastropoda yang ditemukan di lokasi TLO bersifat sebagai *grazer*, dimana memakan biofilm dan/atau alga yang melekat pada permukaan substrat dasar perairan. Substrat dasar perairan yang berlumpur dengan banyak serasah merupakan habitat bagi *mollusca grazer* dan *crustacea* pemakan serasah (*shredder*) yang memiliki banyak bahan organik lainnya.

Tabel 15 Komposisi Dan Kelimpahan Spesies Makrozoobentos Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pada Periode Mei- Juni 2022

No.	Spesies	Famili	ni	D	H'	J	score	FBI
1	<i>Bellamyia Javanica</i>	Ampullariidae	4	0.013	0.25	-	-	0
2	<i>Cochlicella Acuta</i> ,	Hygromiidae	2	0.003	0.16	-	-	0
3	<i>Lymnaea Rubiginosa</i>	Lymnaeidae	1	0.001	0.10	-	6	0.171
4	<i>Melanooides Tuberculata</i>	Thiaridae	3	0.007	0.21	-	6	0.514
5	<i>Physa Acuta</i>	Physidae	4	0.013	0.25	-	8	0.914
6	<i>Pila Ampullacea</i>	Ampullariidae	2	0.003	0.16	-	-	0
7	<i>Pomacea Canaliculata</i>	Ampullariidae	9	0.066	0.35	-	-	0

8	<i>Potamopyrgus Antipodarum</i>	Hydrobiidae	4	0.013	0.25	-	-	0
9	<i>Tarebia Granifera</i>	Thiaridae	2	0.003	0.16	-	6	0.342
10	<i>Tylomelania Neritiformis</i>	Pachychilidae	2	0.003	0.16	-	-	0
11	<i>Valvata Cristata</i>	Valvatidae	1	0.001	0.10	-	-	0
12	<i>Viviparus Viviparus</i>	Viviparidae	1	0.001	0.10	-	6	0.171
Total Individu			35	0.128	2.262	0.91	20	2.114
Total Spesies			12					
Nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H')			2.26					
Nilai Indeks Dominansi Simpson (D)			0.13					
Nilai Indeks Kemerataan Spesies Pielou (J)			0.91					
FBI			2.11					

Berdasarkan pengamatan makrozoobentos pada periode Mei-Juni 2022 diketahui bahwa nilai indeks keanekaragaman (H') sebesar 2.26; nilai indeks dominansi (D) sebesar 0.12; dan nilai indeks kemerataan (J) sebesar 0.91 (Gambar 98). **Keanekaragaman makrozoobentos dilokasi TLO termasuk ke dalam kategori keanekaragaman “SEDANG”, yang menunjukkan bahwa faktor lingkungan berpengaruh terhadap kehidupan organisme. Berdasarkan pembobotan kualitas lingkungan biota lokasi studi TLO memiliki kategori “BAIK” dengan kondisi struktur komunitas “LEBIH STABIL” (nilai H' : 1.88-2.40).**



Gambar 98 Grafik Perbandingan Indeks Keanekaragaman (H'), Indeks Dominansi Simpson (D) Dan Indeks Kemerataan Pielou (J) Spesies Makrozoobentos Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2022

Analisis kondisi komunitas dan kesehatan perairan berdasarkan komunitas makrozoobentos juga menggunakan pendekatan indeks FBI (*Family Biotic Index*) yang bernilai sebesar 2.11 yang menunjukkan bahwa **tingkat kandungan atau cemaran organik di area embung TLO termasuk “TIDAK TERCEMAR” sehingga kualitas lingkungan bentik termasuk “AMAT SANGAT BAGUS”**. Sebagai suatu sistem perairan tawar yang bersifat lentik atau tidak mengalir (*still water*), embung Tlogowaru secara alamiah akan memiliki kandungan bahan organik karena sirkulasi air yang cukup tinggi dengan curah hujan tinggi. Penurunan kandungan zat organik perairan di tahun 2022 ini dimungkinkan karena curah

hujan yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan tahun 2021 sehingga volume air embung menjadi lebih banyak yang menyebabkan sikulasi air di embung lebih tinggi.

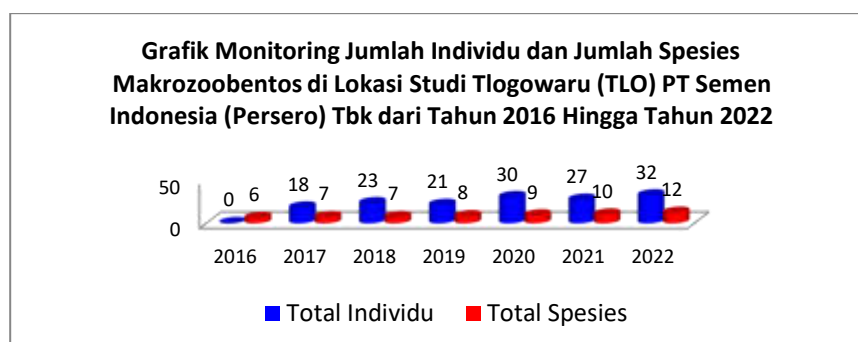


Gambar 99 Beberapa Spesies Makrozoobentos Yang Ditemukan Di Embung Tlogowaru

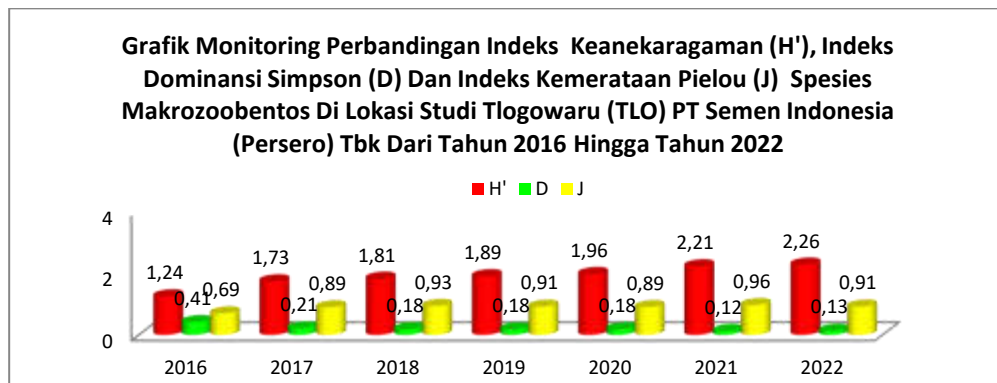
Data analisis pendekatan indeks FBI juga didukung dengan keberadaan spesies-spesies makrozoobentos yang cukup resisten terhadap kandungan organik tinggi di dasar perairan, yaitu anggota famili Thiaridae, Viviparidae, Lymnaeidae dan Physidae.

4.5.2. ANALISIS MONITORING KEANEKARAGAMAN SPESIES MAKROZOOBENTOS/BENTOS TAHUN 2016-2022

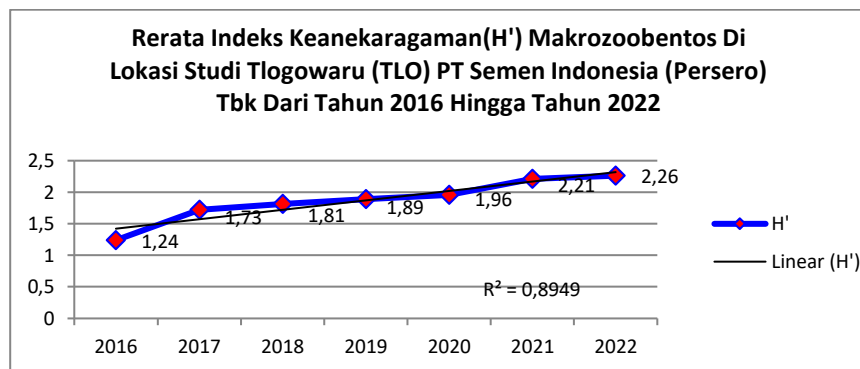
Berdasarkan hasil monitoring yang dilakukan terhadap makrozoobentos dari tahun 2016 hingga 2022 diketahui bahwa pada data komposisi spesies dan kelimpahan spesies mengalami peningkatan yang relatif stabil (Gambar 100). **Nilai indeks keanekaragaman (H') dari tahun 2016 hingga tahun 2022 mengalami peningkatan setiap tahun walaupun peningkatannya hanya sedikit.** Peningkatan nilai H' sangat stabil sehingga sangat bagus untuk dipertahankan dan dilakukan pemantauan pada setiap tahun kedepannya (Gambar 101 dan 102). Dengan hasil yang baik pada komunitas makrozoobentos dapat mengindikasikan bahwa upaya optimalisasi pemanfaatan air embung Tlogowaru perlu ditingkatkan tidak hanya dalam hal budidaya perikanan saja melainkan juga dapat dilakukan budidaya invertebrata (udang dan keong yang layak konsumsi).



Gambar 100 Grafik Monitoring Jumlah Individu dan Jumlah Spesies Makrozoobentos Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022



Gambar 101 Grafik Monitoring Perbandingan Indeks Keaneekaragaman (H'), Indeks Dominansi Simpson (D) Dan Indeks Kemerataan Pielou (J) Spesies Makrozoobentos Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022



Gambar 102 Rerata Indeks Keaneekaragaman (H') Makrozoobentos Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2016 Hingga Tahun 2022

4.6. KONDISI KOMUNITAS PLANKTON

Definisi plankton adalah kelompok biota akuatik yang hidup di kolom perairan dan memiliki kemampuan lokomosi yang lemah sehingga pergerakannya sangat tergantung pada pergerakan arus air. Secara umum, kelompok plankton berukuran mikro (mikroplankton) hingga meso (mesoplankton) yang dikelompokkan ke dalam grup fitoplankton (plankton nabati) dan zooplankton (plankton hewani).

4.6.1. ANALISIS KONDISI PLANKTON TAHUN 2022

Di dalam sebuah ekosistem perairan, fitoplankton berperan sebagai produsen dalam sistem rantai makanan dan berfungsi menyusun dasar produktivitas primer perairan. Fitoplankton juga dapat dijadikan sebagai bioindikator kondisi suatu badan perairan. Keberadaan dan kelimpahan fitoplankton dapat menjadi dasar evaluasi kualitas dan kesuburan suatu badan perairan. Kelimpahan fitoplankton dalam kolom perairan merefleksikan pengaruh sejumlah proses dan faktor-faktor lingkungan. Informasi tentang banyak atau sedikitnya spesies fitoplankton yang hidup di suatu perairan, spesies

dominan, dan adanya spesies fitoplankton yang dapat hidup karena zat-zat tertentu yang sedang blooming dapat memberikan gambaran mengenai keadaan perairan yang sesungguhnya pada waktu tersebut. Zooplankton merupakan konsumen pertama dalam sistem rantai makanan perairan dan bersama dengan fitoplankton. Selain sebagai konsumen, sebagian besar zooplankton diketahui juga menjadi sumber pangan utama bagi biota pada level trofik lebih tinggi, misalnya larva ikan dan ikan-ikan kecil. Zooplankton juga merupakan salah satu organisme perairan yang dapat dijadikan sebagai bioindikator kualitas perairan pada suatu kawasan tertentu. Data komposisi dan kelimpahan spesies fitoplankton dan zooplankton di badan perairan embung TLO ditunjukkan pada Tabel 16.

Tabel 16 Komposisi dan kelimpahan Spesies Plankton di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pabrik Tuban pada Periode Mei-Juni Tahun 2022

No.	Spesies Zooplankton	Famili	ni	D	H'	J	%
1	<i>Bosmina sp</i>	Bosminidae	12	0.017	0.26		12.90
2	<i>Bosminopsis sp</i>	Bosminidae	14	0.023	0.29		15.05
3	<i>Brachionus sp</i>	Brachionidae	7	0.006	0.19		7.53
4	<i>Copepod cyclopoida</i>	Cyclopidae	8	0.007	0.21		8.60
5	<i>Copepoda calanoida</i>	Calanidae	6	0.004	0.18		6.45
6	<i>Canthocamptus sp</i>	Canthocamptidae	10	0.012	0.24		10.75
7	<i>Cypridina sp</i>	Cypridinidae	5	0.003	0.16		5.38
8	<i>Cypris sp</i>	Cyclopidae	8	0.007	0.21		8.60
9	<i>Daphnia sp</i>	Daphniidae	5	0.003	0.16		5.38
10	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	Sididae	3	0.001	0.11		3.23
11	<i>Keratella sp</i>	Brachionidae	2	0.000	0.08		2.15
12	<i>Macrosetella Gracilis</i>	Miraciidae	7	0.006	0.19		7.53
13	<i>Nauplius sp</i>	Opepodidae	6	0.004	0.18		6.45
Total Individu			93	0.093	2.46	0.96	100
Total Spesies			13				
Nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H')			2.46				
Nilai Indeks Dominansi Simpson (D)			0.09				
Nilai Indeks Kemerataan Spesies Pielou (J)			0.96				
No.	Spesies Fitoplankton	Famili	ni	D	H'	J	%
1	<i>Anabaena cylindrica</i>	Nostocaceae	12	0.003	0.16		5.45
2	<i>Chlamydomonas sp.</i>	Chlamydomonadaceae	35	0.025	0.29		15.91
3	<i>Chlorella conglomerata</i>	Chlorellaceae	14	0.004	0.18		6.36
4	<i>Closterium sp.</i>	Closteriaceae	15	0.005	0.18		6.82
5	<i>Diploneis sp.</i>	Diploneidaceae	2	0.000	0.04		0.91
6	<i>Euglena sp.</i>	Euglenidae	9	0.002	0.13		4.09
7	<i>Gyrosigma sp.</i>	Pleurosigmataceae	4	0.000	0.07		1.82
8	<i>Melosira sp.</i>	Melosiraceae	26	0.014	0.25		11.82
9	<i>Melosira varians</i>	Melosiraceae	18	0.007	0.20		8.18
10	<i>Neidium sp.</i>	Neidiaceae	3	0.000	0.06		1.36
11	<i>Oscillatoria sp.</i>	Oscillatoriaceae	32	0.021	0.28		14.55
12	<i>Pediastrum duplex</i>	Hydrodictyceae	21	0.009	0.22		9.55
13	<i>Pediastrum simplex</i>	Hydrodictyceae	18	0.007	0.20		8.18
14	<i>Phacus sp.</i>	Euglenaceae	11	0.003	0.15		5.00

	Total Individu	220	0.099	2.43	0.92	100
	Total Spesies	14				
	Nilai Indeks Diversitas Shannon-Wiener (H')	2.43				
	Nilai Indeks Dominansi Simpson (D)	0.10				
	Nilai Indeks Kemerataan Spesies Pielou (J)	0.92				

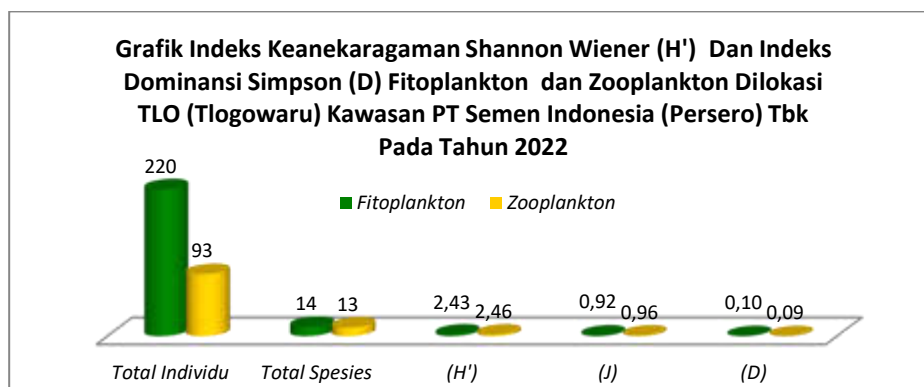
Keterangan;

n_i = kelimpahan plankton spesies ke- i (per liter air)

% = kelimpahan relatif plankton spesies ke- i (per liter air)

Dari hasil sampling dan analisis menunjukkan bahwa pada Mei 2022 terdapat 14 spesies fitoplankton dan 13 spesies zooplankton dengan kelimpahan masing-masing adalah 220 sel/liter dan 93 individu/liter. Untuk fitoplankton, spesies dominan antara lain *Chlamydomonas* sp. (15.91%), *Oscillatoria* sp. (14.55%) dan diikuti *Melosira* sp. (11.82%). Komunitas zooplankton didominasi oleh *Canthocamptus* sp. dengan kelimpahan relatifnya 10.75% dan kelompok *Bosminopsis* sp. (Bosminidae) dengan kelimpahan relatifnya 15.05%. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi komunitas adalah cukup baik; dimana kelompok zooplankton tersebut umumnya rentan terhadap pencemaran bahan organik (bioindikator), terutama Daphniidae dengan kelimpahan relatif 5.38%.

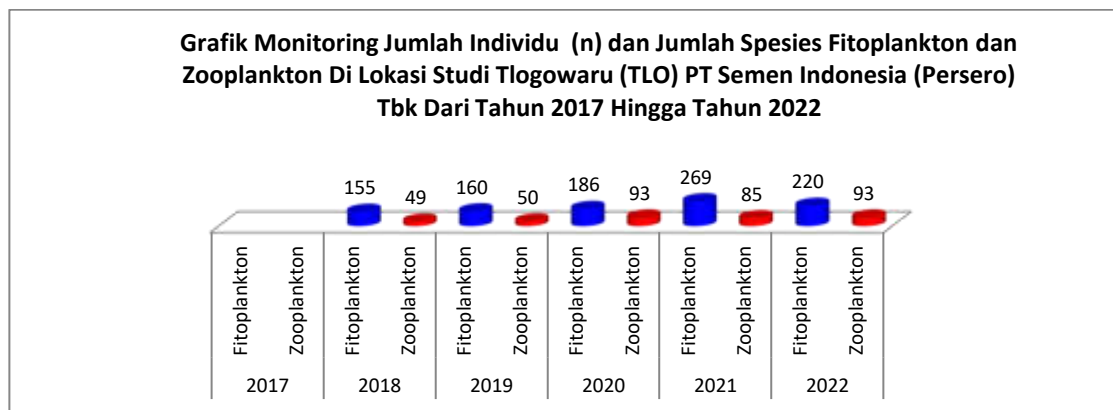
Nilai indeks keanekaragaman (H') komunitas fitoplankton dan zooplankton periode Mei-Juni 2022 dengan nilai masing-masing 2.43 dan 2.46 termasuk dalam kategori 'KEANEKARAGAMAN SANGAT BAIK' dengan kondisi perairan termasuk 'BAIK' dengan struktur komunitas 'LEBIH STABIL' (Gambar 103). Nilai J fitoplankton dan zooplankton sebesar masing-masing 0.92 dan 0.96 sehingga menunjukkan bahwa keadaan lingkungannya normal yang ditandai oleh penyebaran populasi yang cenderung merata dan tidak terjadi dominansi.



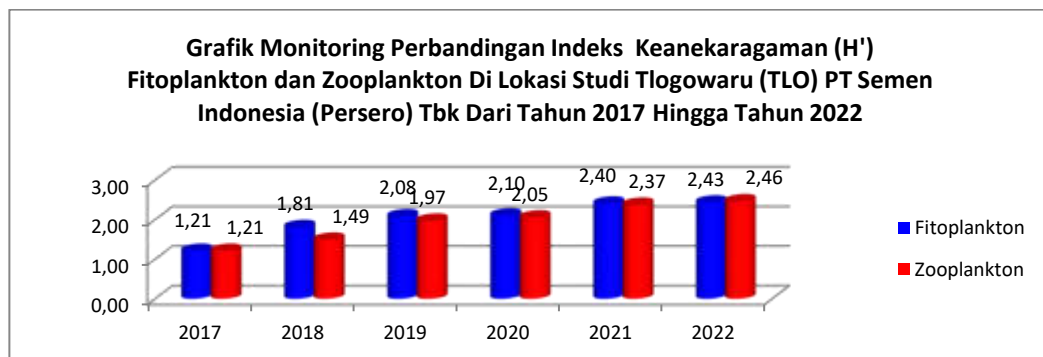
Gambar 103 Grafik Indeks Keanekaragaman Shannon Wiener (H') Dan Indeks Dominansi Simpson (D) Fitoplankton dan Zooplankton Dilokasi TLO (Tlogowaru) Kawasan PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Pada Tahun 2022

4.6.2. ANALISIS MONITORING KEANEKARAGAMAN SPESIES PLANKTON TAHUN 2016-2022

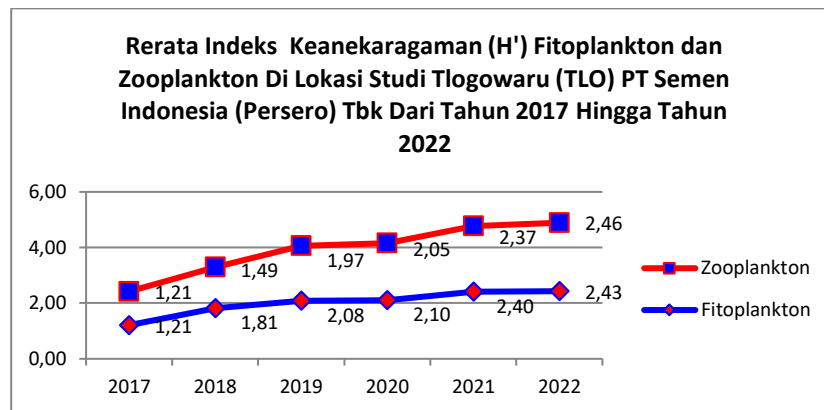
Monitoring yang dilakukan untuk komunitas plankton dilakukan sejak tahun 2018 hingga 2022. Selama kurun waktu 5 tahun pemantauan, diketahui bahwa untuk **kelimpahan individu (ni) pada fitoplankton maupun zooplankton cenderung mengalami dinamika kenaikan dari tahun 2018 hingga tahun 2022** (Gambar 104). Berdasarkan hasil monitoring plankton dari tahun 2017 hingga tahun 2022 diketahui bahwa **nilai indeks keanekaragaman (H') fitoplankton dan zooplankton mengalami kenaikan yang konsisten dan stabil setiap tahunnya** (Gambar 105). Kecenderungan kenaikan rerata nilai H' di tahun berikutnya juga semakin besar dengan daya dukung kualitas embung di TLO (Gambar 106). Di dalam komunitas fitoplankton maupun zooplankton pun juga tidak terjadi dominansi yang berlebih oleh salah satu spesies plankton.



Gambar 104 Grafik Monitoring Jumlah Individu (n) dan Jumlah Spesies Fitoplankton dan Zooplankton Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2017 Hingga Tahun 2022



Gambar 105 Grafik Monitoring Perbandingan Indeks Keanekaragaman (H') Fitoplankton dan Zooplankton Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2017 Hingga Tahun 2022



Gambar 106 Rerata Indeks Keanekaragaman (H') Fitoplankton dan Zooplankton Di Lokasi Studi Tlogowaru (TLO) PT Semen Indonesia (Persero) Tbk Dari Tahun 2017 Hingga Tahun 2022

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan, data, dan analisis tentang kondisi lingkungan dan keanekaragaman hayati di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. pabrik Tuban pada periode Mei-Juni 2022, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi eksisting vegetasi flora darat untuk semua kategori pertumbuhan tanaman terbagi atas kategori **keanekaragaman sedang** (GTI), **keanekaragaman rendah hingga sedang** (GRE, VIE, GLO, LAN14, LAN16) dan **keanekaragaman rendah hingga tinggi**.
2. Hasil monitoring keanekaragaman spesies vegetasi flora darat di semua lokasi studi diketahui bahwa **rata-rata jumlah spesies flora darat yang ditemukan mengalami kenaikan; rata-rata kerapatan tumbuhan pada setiap kategori tegakan diketahui mengalami kenaikan; dan rerata nilai H' flora darat mengalami fluktuasi** yang diakibatkan dampak perubahan cuaca ekstrim di Indonesia.
3. Kondisi eksisting vegetasi mangrove memiliki **kerapatan kategori sedang** dan keanekaragamannya tergolong **keanekaragaman sedang kestabilan ekosistem meningkat cukup baik**.
4. Hasil monitoring komunitas mangrove diketahui bahwa **rerata nilai indeks keanekaragaman spesies untuk semua kategori pertumbuhan termasuk kedalam kategori sedang** walaupun mengalami perubahan fluktuasi.
5. Kondisi eksisting avifauna cenderung baik dengan ditandai oleh kategori tingkat **indeks keanekaragaman sedang hingga tinggi** pada semua lokasi studi dengan **54 spesies yang terdiri atas 44 genus, 25 famili dan 9 ordo**.
6. Hasil monitoring keanekaragaman spesies avifauna diketahui bahwa jumlah spesies dan jumlah individu selama kurun waktu 7 tahun mengalami fluktuasi dengan rentang nilai yang relatif rendah, sedangkan **indeks keanekaragaman (H') avifauna mengalami kenaikan yang stabil secara berturut-turut**. Terdapat **3 spesies avifauna yang termasuk kedalam spesies dilindungi** secara nasional berdasarkan PerMen LHK No. 92 Th. 2018 dan terdapat **3 spesies endemik Indonesia**.
7. Kondisi eksisting non avifauna diketahui terdapat **128 spesies yang terbagi atas kelompok kupu-kupu dan ngengat (Lepidoptera) sebanyak 25 spesies, Mollusca sebanyak 4 spesies; Cacing sebanyak 1 spesies; Chelicerirmes sebanyak 7 spesies; Odonata sebanyak 10 spesies; Diptera sebanyak 11 spesies; Hymenoptera sebanyak 18 spesies; Coleoptera sebanyak 10 spesies; Insecta lainnya sebanyak 27 spesies; Reptil sebanyak 10 spesies; Amphibi sebanyak 2 spesies; dan Mamalia sebanyak 3 spesies**. Rata-rata nilai indeks keanekaragaman di seluruh lokasi studi bernilai di atas **3 (H' 3.14-3.73)**, sehingga dapat dikategorikan memiliki keanekaragaman tinggi.
8. Hasil monitoring **nilai indeks keanekaragaman spesies non avifauna mengalami peningkatan relatif stabil** dari tahun 2016 hingga tahun 2022 dan disertai pula peningkatan kelimpahan individu dan jumlah spesies.

9. Kondisi eksisting komunitas nekton diketahui terdapat **14 spesies dengan 47 individu** serta termasuk ke dalam kategori **keanekaragaman sedang**.
10. Hasil monitoring **nilai indeks keanekaragaman nekton selama 6 tahun mengalami peningkatan yang stabil**.
11. Kondisi eksisting komunitas makrozoobentos/bentos diketahui **terdapat 12 spesies** yang termasuk ke dalam kategori **keanekaragaman sedang** dan berdasarkan pembobotan **kualitas lingkungan biota lokasi studi TLO memiliki kategori baik** dengan **kondisi struktur komunitas lebih stabil**. Selain itu juga diketahui **tingkat kandungan atau cemaran organik di area embung TLO termasuk tidak tercemar** sehingga **kualitas lingkungan benthik termasuk amat sangat bagus**.
12. Hasil monitoring komunitas makrozoobentos/bentos menunjukkan bahwa nilai indeks keanekaragaman (H') dari tahun 2016 hingga tahun 2022 **mengalami peningkatan setiap tahun** walaupun peningkatannya hanya sedikit.
13. Kondisi eksisting komunitas plankton **terdiri dari 14 spesies fitoplankton dan 13 spesies zooplankton** yang termasuk ke dalam kategori **keanekaragaman sangat baik** dengan **kondisi perairan termasuk baik dengan struktur komunitas lebih stabil**.
14. Hasil monitoring komunitas plankton menunjukkan bahwa **nilai indeks keanekaragaman (H') untuk fitoplankton maupun zooplankton mengalami peningkatan yang konsisten dan stabil setiap tahunnya**.

SARAN DAN REKOMENDASI

Ekosistem memiliki arti penting bagi sebuah perusahaan khususnya PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. Pabrik Tuban. Arti penting ini merupakan poin yang tidak bisa dihindari sebagai pendukung sumber keanekaragaman hayati yang termasuk di dalamnya flora dan fauna (langka, endemik, dan dilindungi baik nasional maupun internasional). Mempertahankan kelestarian dan meningkatkan keanekaragaman hayati di PT Semen Indonesia (Persero) Tbk pabrik Tuban menjadi tanggung jawab yang besar, sehingga dapat diwujudkan dalam bentuk tindak lanjut sebagai berikut:

- A. Meneruskan secara kontinu program rehabilitasi vegetasi mangrove dengan kegiatan Budidaya Pembibitan Pohon Mangrove yang berlokasi di Pantai Semilir Socorejo yang sudah dilaksanakan tahun 2020 sehingga tujuan pelaksanaan dapat berupa : 1) penambahan jenis spesies-spesies lokal [*Rhizophora stylosa* (bakau kecil); *Avicennia marina* (apai-api putih); *Avicennia alba* (api-api); *Bruguiera gymnorhiza* (tanjang); *Rhizophora apiculata* (bakau merah); *Lumnitzera racemosa* (teruntun)]; 2) penambahan individu pohon mangrove; 3) optimalisasi tempat konservasi area pesisir pantai Socorejo yang tidak terpengaruh adanya kegiatan ekoturism.
- B. Meningkatkan keanekaragaman hayati untuk komunitas non avifauna khususnya serangga (insecta) sekaligus untuk komunitas flora darat kategori pertumbuhan semak dengan melakukan program Refugisasi. Refugisasi merupakan sebuah upaya penanaman jenis tanaman Refugia yaitu tanaman yang tumbuh di sekitar tanaman yang dibudidayakan, yang berpotensi sebagai tempat perlindungan dan sumber pakan bagi serangga musuh alami (baik predator atau pemangsa maupun parasitoid). Hal tersebut dilakukan agar pelestarian musuh alami tercipta dengan baik. Prinsip tanaman untuk refugia adalah tanaman tersebut bisa menarik dan menjadi tempat hidup serta sumber kehidupan bagi serangga musuh alami dari hama. Potensi musuh alami untuk mengendalikan hama tanaman dalam suatu agroekosistem dapat ditingkatkan dengan cara memanipulasi habitat. Manipulasi habitat dapat dilakukan dengan menanam tumbuhan berbunga (*insectary plant*) yang berfungsi sebagai sumber pakan, inang mangsa alternatif, dan refuji bagi musuh alami. Jenis tanaman yang berpotensi dijadikan sebagai tanaman refugia adalah jenis tanaman berbunga yang mempunyai warna mencolok, seperti: Bunga Matahari (*Helianthus Annuus* L), Bunga Kertas (*Bougainvillea glabra*), Bunga Jengger Ayam (*Celosia*), Bunga Kenikir (*Cosmos caudatus*), dan Bunga Tahi Ayam (*Marigold/ Tagetes Erecta*).
- C. Mendorong upaya pelestarian dan konservasi flora khususnya yang dilakukan di Arboretum Bukit Daun dengan melakukan kultur/pembibitan/penanaman jenis tanaman khusus dengan ciri khas dataran rendah (karst) (*spesies native/asli*) dan dapat dimanfaatkan langsung oleh petani greenbelt yaitu menggunakan spesies

Amorphopalus spp (Suweg, Porang); Asam jawa (*Tamarindus indica*); Mojo (*Feroniella lucida*); dan Serut (*Streblus asper*).

- D. Melakukan upaya pelestarian fauna di area kawasan perusahaan khususnya untuk fauna langka dengan metode penangkaran maupun pelepas-liaran, spesies yang dapat menjadi rekomendasi antara lain Trenggiling (*Manis javanica*), Landak Jawa (*Hystrix javanica*), Ayam-hutan hijau (*Gallus varius*), Ayam-hutan merah (*Gallus gallus*) dan burung Gelatik Jawa (*Padda oryzivora*). Hal ini dilakukan dengan memperhatikan kesediaan pakan, aspek keamanan, dan bio-ekologi spesies yang bersangkutan.
- E. Melakukan upaya konservasi berkelanjutan dengan membuat program Hijau Hutanku. Program ini merupakan sebuah upaya yang bertujuan untuk tetap menghijaukan vegetasi yang ada di area konservasi dengan memanfaatkan air embung bekas tambang tanah liat/ air tanah (bor) lokasi tanpa terpengaruh perubahan cuaca/iklim. Hal ini merupakan upaya membangun jaringan sumber air yang mampu memberi daya dukung kepada lingkungan khususnya area reklamasi tambang yang proses suksesinya wajib ditingkatkan untuk berjalan lebih cepat dibandingkan suksesi yang terjadi secara alami.
- F. Mengoptimalkan area konservasi yang telah ditetapkan pada Surat Penetapan No: 9610/KS.02.03/712012/01.2018 tanggal 4 Januari 2018 mengenai “Kawasan Konservasi Alam & Perlindungan Keanekaragaman Hayati Di Sekitar Area Usaha Pertambangan Dan Pabrik PT Semen Indonesia (Persero) Tbk” yaitu dengan membuat luasan lahan khusus sebagai lahan penelitian dan pengembangan (litbang) secara ilmiah terkait upaya reklamasi hijau lahan bekas tambang; dan mengoptimalkan kebun pangkas kayu putih yang terintegrasi langsung dengan rumah teknologi penyulingan minyak atsiri di lokasi yang sama.

