



LAPORAN PEMANTAUAN

Flora Fauna Darat dan Biota Air

Oleh:
PT ANTAM Tbk UBPN KOLAKA
dengan
BALAI BESAR STANDARISASI DAN PELAYANAN JASA INDUSTRI
HASIL PERKEBUNAN MINERAL LOGAM DAN MARITIM
(BBIHPMM) MAKASSAR
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN
2022

Semester I
2022

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah Yang Maha Esa atas berkat kemurahan-Nya, sehingga dokumen Laporan Pemantauan Flora dan Fauna Semester I Tahun 2022 oleh PT Antam Tbk Unit Bisnis Pertambangan Nikel (UBPN) Kolaka dapat terlaksana dengan baik. Kami sebagai pihak pemrakarsa pertambangan mengucapkan terima kasih kepada semua pihak, baik yang terlibat langsung maupun yang tidak terlibat langsung dalam kegiatan pemantauan flora dan fauna semester I tahun 2022.

Laporan ini merupakan hasil pemantauan flora dan fauna Semester I tahun 2022 di area pertambangan yang meliputi Wilayah Tambang Utara (WTU), Wilayah Tambang Tengah (WTT), Wilayah Tambang Selatan (WTS), Wilayah Tambang Pulau Maniang, dan biota perairan disekitar area perairan laut disekitar wilayah PT Antam Tbk UBPN Kolaka. Hasil pemantauan ini akan menyajikan data sebagai gambaran kondisi flora fauna dan biota perairan di wilayah pertambangan tersebut.

Hasil pemantauan ini diharapkan dapat memberikan gambaran terkini kondisi flora fauna dan biota perairan di area PT Antam Tbk dan menjadi salah satu bahan evaluasi keberhasilan kinerja pengelolaan lingkungan, dan menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah setempat, serta berbagai pihak yang terkait dalam pengambilan keputusan di area Pertambangan PT Antam Tbk UBPN Kolaka.

Pomalaa, September 2022
General Manager
Unit Bisnis Pertambangan Nikel
Kolaka

Nilus Rahmat, S.T., M.Si.
NPP. 100278 6759

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	1
DAFTAR ISI.....	2
DAFTAR GAMBAR	6
DAFTAR TABEL.....	14
BAB I PENDAHULUAN	15
I.1 Latar Belakang.....	15
I.2 Tujuan	16
I.3 Waktu dan Lokasi Pemantauan.....	16
BAB II IDENTITAS PEMRAKARSA	18
II.1 Identitas Perusahaan	18
II.2 Identitas Pemrakarsa.....	19
BAB III METODE PEMANTAUAN LINGKUNGAN	20
III.1 Flora dan Fauna Darat	20
III.1.1 Metode Pemantauan Fauna	20
III.1.1.1 Metode Pemantauan Fauna Darat	20
III.1.1.2 Identifikasi Spesies	20
III.1.1.3 Analisis Data.....	21
III.1.2 Lokasi Pemantauan	23
III.1.3 Metode Pemantauan Flora.....	27
III.2 Pemantauan Biota Sungai	29
III.2.1 Lokasi Pemantauan	29
III.2.2 Metode Pemantauan Bentos	31
III.2.3 Metode Pemantauan Plankton.....	32
III.3 Pemantauan Mangrove.....	33
III.3.1 Lokasi Pemantauan	33
III.3.2 Metode Pemantauan Vegetasi Mangrove.....	34
III.3.3 Analisis Vegetasi Mangrove	35
III.3.4 Metode Pemantauan Fauna Mangrove	36
III.4 Pemantauan Biota Laut	37
III.4.1 Lokasi Pemantauan	37

III.4.2 Metode Pemantauan Terumbu Karang.....	40
III.4.3 Metode Pemantauan Bentos/Invertebrata	41
III.4.4 Metode Pemantauan Ikan	42
III.4.5 Metode Pemantauan Plankton.....	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
IV.1 Flora dan Fauna Darat.....	45
IV.1.1 Flora Darat	45
IV.1.1.1 Wilayah Virgin (Alami).....	45
IV.1.1.2 Area Revegetasi Tahun 2015 (N7)	47
IV.1.1.3 Area Revegetasi Tahun 2016 (N6)	49
IV.1.1.4 Area Revegetasi Tahun 2017 (N5)	50
IV.1.1.5 Area Revegetasi Tahun 2018 (N4)	52
IV.1.1.6 Area Revegetasi Tahun 2019 (N3)	54
IV.1.1.7 Area Revegetasi Tahun 2020 (N2)	55
IV.1.1.8 Area Revegetasi Tahun 2021 (N1)	57
IV.1.1.9 Area Terganggu (N0).....	58
IV.1.1.10 Wilayah Tambang Pulau Maniang (WTPM).....	60
IV.1.1.11 Analisis Tinggi Vegetasi.....	62
IV.1.1.12 Analisis Keanekaragaman Jenis dan Perbandingan Jumlah Spesies	67
IV.1.1.13 Persentase Tumbuhan Penutup Tanah (<i>Cover crop</i>)	69
IV.1.2 Fauna Darat.....	74
IV.1.2.1 Fauna Burung di WTU, WTT, WTS PT Antam Tbk	76
IV.1.2.2 Fauna Burung di Wilayah Tambang Pulau Maniang (WTPM)	83
IV.2 Plankton Sungai	87
IV.2.1 Keanekaragaman dan Kelimpahan Plankton Sungai di Area Antam Pomalaa.....	87
IV.3 Ekosistem Mangrove	89
IV.3.1 Vegetasi Mangrove	89
IV.3.1.1 Analisis INP Vegetasi Mangrove di Pesisir Pantai Harapan dan Pantai Sitado	90

IV.3.1.2	Analisis Tinggi Vegetasi Mangrove di Pesisir Pantai Harapan dan Pantai Sitado	92
IV.3.2	Fauna Mangrove	94
IV.3.2.1	Bentos Mangrove	94
IV.3.2.2	Fauna Burung Mangrove	99
IV.4	Biota Laut.....	104
IV.4.1	Terumbu Karang	104
IV.4.1.1	Kondisi Terumbu Karang Area Pemantauan Dekat, Jauh Aktivitas Antam, dan Kontrol.....	105
IV.4.1.2	Kondisi Terumbu Karang Area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).....	109
IV.4.1.3	Kondisi Terumbu Karang Area Rehabilitasi	112
IV.4.2	Invertebrata	113
IV.4.2.1	Invertebrata di Area Sekitar Aktivitas Antam.	113
IV.4.2.2	Invertebrata area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)....	115
IV.4.2.3	Invertebrata area Rehabilitasi	116
IV.4.3	Ikan	117
IV.4.3.1	Diversitas Ikan Karang pada Area Sekitar Aktivitas Antam ..	117
IV.4.3.2	Diversitas Ikan Karang pada Area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	121
IV.4.3.3	Diversitas Ikan Karang pada Area Rehabilitasi.....	125
IV.4.4	Plankton Laut	128
BAB V	EVALUASI.....	135
V.1	Flora darat	135
V.1.1	Evaluasi Indeks Nilai Penting (INP)	135
V.1.1.1	Wilayah Virgin (Alami).....	135
V.1.1.2	Area Revegetasi Tahun 2015 (N7)	136
V.1.1.3	Area Revegetasi Tahun 2016 (N6)	138
V.1.1.4	Area Revegetasi Tahun 2017 (N5)	139
V.1.1.5	Area Revegetasi Tahun 2018 (N4)	140
V.1.1.6	Area Revegetasi Tahun 2019 (N3)	142
V.1.1.7	Area Revegetasi Tahun 2020 (N2)	143

V.1.1.8	Area Revegetasi Tahun 2021 (N1)	144
V.1.1.9	Area Pulau Maniang	144
V.1.2	Evaluasi Jumlah Jenis Flora	146
V.1.3	Evaluasi Perbandingan Tinggi Flora	148
V.1.4	Evaluasi Persentase Tumbuhan Penutup Tanah (<i>cover crop</i>).....	149
V.2	Fauna darat	151
V.2.1	Evaluasi Jumlah Spesies dan Keanekaragaman Fauna Burung di WTU, WTT, dan WTS.....	151
V.2.2	Evaluasi Jumlah Spesies dan Keanekaragaman Fauna Burung di WTPM	153
V.3	Plankton Sungai.....	153
V.3.1	Evaluasi Kelimpahan Plankton	153
V.3.2	Evaluasi Indeks Keanekaragaman Plankton	154
V.4	Ekosistem Mangrove.....	155
V.4.1	Evaluasi Jenis Vegetasi Mangrove.....	155
V.4.2	Evaluasi Tinggi Vegetasi Mangrove	157
V.4.3	Evaluasi Jenis Bentos Mangrove.....	158
V.4.4	Evaluasi Jumlah Jenis dan Keanekaragaman Fauna Burung Mangrove	160
V.5	Biota Laut.....	161
V.5.1	Evaluasi Perbandingan Substrat Karang	161
V.5.2	Evaluasi Perbandingan Spesies Invertebrata.....	167
V.5.3	Evaluasi Perbandingan Keanekaragaman dan Kelimpahan Ikan Karang.....	169
V.5.4	Evaluasi Plankton Laut.....	173
BAB VI	IREKOMENDASI	178
VI.1	Rekomendasi untuk Lingkungan Darat	178
VI.2	Rekomendasi untuk Lingkungan Perairan Sungai.....	180
VI.3	Rekomendasi untuk Lingkungan Mangrove	181
VI.4	Rekomendasi untuk Lingkungan Perairan Laut.....	182
BAB VII	PENUTUP	183
DAFTAR PUSTAKA	184

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Titik Pemantauan Flora dan Fauna PT Antam Tbk Unit Bisnis Pertambangan Nikel (UBPN) Kolaka.	17
Gambar 3.1	Titik Pemantauan Flora Fauna	27
Gambar 3.2	Sketsa metode sampling <i>Nested Quadrat</i> (Plot Bertingkat)	27
Gambar 3.3	Titik pemantauan biota sungai.	31
Gambar 3.4	Titik pemantauan mangrove.....	34
Gambar 3.5	Desain petak contoh berupa jalur berpetak(Ghufrona, 2015).	35
Gambar 3.6	Titik pemantauan biota laut.....	40
Gambar 4. 1	Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Virgin (Alami)	46
Gambar 4.2	Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Revegetasi tahun 2015 (N7)	47
Gambar 4.3	Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Revegetasi tahun 2016 (N6)	49
Gambar 4.4	Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Revegetasi tahun 2017 (N5)	51
Gambar 4.5	Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Revegetasi tahun 2018 (N4)	52
Gambar 4.6	Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Revegetasi tahun 2019 (N3)	54
Gambar 4.7	Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Revegetasi tahun 2020 (N2)	56
Gambar 4.8	Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Revegetasi tahun 2021 (N1)	57
Gambar 4.9	Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Terganggu (N0)	59
Gambar 4.10	Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Wilayah Tambang Pulau Maniang	60
Gambar 4.11	Rerata tinggi tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Wilayah Tambang PT Antam Tbk semester I tahun 2022	63

Gambar 4.12	Rerata tinggi pada delapan jenis tanaman di Area Revegetasi (N1-N7) di Wilayah Tambang PT Antam Tbk semester I tahun 2022.....	65
Gambar 4.13	Rerata tinggi tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Wilayah Tambang Pulau Maniang (WTPM) semester I tahun 2022	66
Gambar 4.14	Perbandingan jumlah spesies pada sepuluh area pemantauan di Wilayah Tambang PT Antam Tbk semester I tahun 2022.....	68
Gambar 4.15	Persentase penutupan tanah oleh tumbuhan <i>plant cover</i> di Wilayah Tambang PT Antam Tbk semester I tahun 2022	69
Gambar 4.16	(a) Kambing yang dijumpai di Bukit Triton (revegetasi 2020, WTS) dan (b) jejak kaki Babi Hutan yang dijumpai di Bukit VI (area virgin, WTU).....	75
Gambar 4.17	Sepasang Kangkareng Sulawesi (<i>Rhabdotorrhinus exarhatus</i>), burung endemik dilindungi yang termasuk Appendix II dan terancam punah yang dijumpai di Bukit TLE-TLF (area revegetasi 2015, WTT).....	77
Gambar 4.18	Burung-madu sriganti (<i>Cinnyris jugularis</i>) yang memiliki kelimpahan relatif tertinggi pada berbagai habitat di area pertambangan	78
Gambar 4.19	Histogram perbandingan indeks keanekaragaman, dominansi, dan pemerataan fauna burung pada masing-masing habitat di PT. Antam Tbk.	80
Gambar 4.20	Proporsi jumlah jenis berdasarkan <i>feeding guild</i> pada masing-masing habitat di PT. Antam Tbk.	81
Gambar 4.21	Kadalan sulawesi (<i>Rhamphococcyx calyborhynchus</i>) dari Famili Cuculidae, salah satu burung insektivora yang sering dijumpai di wilayah pengamatan.....	82
Gambar 4.22	Kehicap sulawesi (<i>Hypothymis puella</i>), salah satu burung endemik yang dijumpai di <i>Hauling Road</i> (area virgin), Pulau Maniang...	84
Gambar 4.23	Histogram perbandingan indeks keanekaragaman, dominansi, dan pemerataan fauna burung pada masing-masing habitat di WTPM	85

Gambar 4.24	Proporsi jumlah jenis berdasarkan <i>feeding guild</i> di seluruh habitat WTPM.....	86
Gambar 4.25	Burung-madu kelapa (<i>Anthreptes malacensis</i>), salah satu burung nektarivora yang melimpah di WTPM.....	86
Gambar 4.26	Keanekaragaman plankton sungai pada lokasi hulu dan hilir aliran sungai di sekitar kawasan pertambangan PT Antam Pomalaa....	88
Gambar 4.27	Kelimpahan Plankton pada lokasi hulu dan hilir aliran sungai di sekitar kawasan pertambangan PT Antam Pomalaa	89
Gambar 4.28	Histogram Indeks Nilai Penting (%) jenis mangrove pada Pantai Harapan (PH), Sitado (ST) dan Pesisir Galangan (GAL) di lokasi tambang PT Antam Tbk semester I tahun 2022.....	90
Gambar 4.29	Rerata tinggi jenis vegetasi di kawasan Mangrove Pantai Harapan, Sitado, dan Pesisir Galangan pada pemantauan Semester 1 tahun 2022.....	93
Gambar 4.30	Kawanan Itik benjut (<i>Anas gibberifrons</i>) yang dijumpai di area rehabilitasi Pantai Harapan	100
Gambar 4.31	Histogram perbandingan indeks keanekaragaman, dominansi, dan pemerataan fauna burung pada masing-masing habitat di kawasan mangrove.....	102
Gambar 4.32	Proporsi jumlah jenis berdasarkan <i>feeding guild</i> di kawasan mangrove.....	103
Gambar 4.33	Kirik-kirik Australia, salah satu burung Insektivora yang melimpah di kawasan mangrove Pantai Harapan	104
Gambar 4.34	Kondisi tutupan substrat pada area pemantauan Dekat Aktivitas Antam, Jauh Aktivitas Antam dan Kontrol.....	105
Gambar 4.35	Kondisi tutupan substrat pada masing-masing lokasi pemantauan yang Dekat Aktivitas Antam.....	106
Gambar 4.36	<i>Sponge</i> (SP) ukuran besar jenis <i>Xestospongia testudinaria</i> yang dijumpai di lokasi pemantauan Pomala 1.....	107
Gambar 4.37	Tutupan substrat <i>Nutrient Indicator Algae</i> (NIA) jenis <i>Padina sp</i> pada lokasi pemantauan (a) Tg Leppe 1 dan (b) Maniang 1.....	108

Gambar 4.38	Kondisi tutupan substrat pada masing-masing lokasi pemantauan yang jauh Aktivitas Antam.....	108
Gambar 4.39	Kondisi tutupan substrat pada masing-masing lokasi pemantauan area Kontrol.....	109
Gambar 4.40	Penutupan substrat pada area pemantauan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).....	110
Gambar 4.41	Kondisi bekas bom ikan pada lokasi pemantauan AL 9.....	111
Gambar 4.42	Penutupan substrat pada lokasi pemantauan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Catatan: 100 meter (AL 2, AL 5, AL 8), 500 meter (AL 3, AL 6, AL 9), 1000 meter (AL 4, AL 7, AL 10).	111
Gambar 4.43	Penutupan substrat wilayah rehabilitasi di Desa Hakatutobu pada lokasi pemantauan Dalam Keramba (Hakatutobu 1) dan Pantai Slag.....	113
Gambar 4.44	Histogram jumlah jenis invertebrata indikator di area sekitar aktivitas Antam	114
Gambar 4.45	a) Jenis <i>Acanthaster planci</i> di titik pemantauan Pulau Maniang 1; b) Jenis Udang Karang <i>Stenopus hispidus</i> pada titik pemantauan Tg. Leppe-Maniang 2.....	115
Gambar 4.46	Histogram jumlah spesies invertebrata area PLTU berdasarkan stratifikasi jarak.....	115
Gambar 4.47	Lobster <i>Panulirus sp</i> dijumpai di titik pemantauan PLTU AL 10 dan PLTU AL 9.....	116
Gambar 4.48	Histogram jumlah spesies invertebrata area Rehabilitasi.	117
Gambar 4.49	Jenis Kima Pengebor <i>Tridacna crusea</i> dijumpai pada titik pemantauan Hakatutobu 1.....	117
Gambar 4.50	Jumlah spesies ikan target, indikator, dan mayor pada area sekitar Antam.....	118
Gambar 4.51	Koloni ikan mayor Famili Pomacentridae yang dijumpai pada zona reef flat area Latumbi jauh	119
Gambar 4.52	Jumlah spesies ikan karang dalam tiap Famili pada area sekitar Antam.....	120

Gambar 4.53	Analisis keanekaragaman, dominansi dan kelimpahan ikan karang pada area sekitar aktivitas Antam.	121
Gambar 4.54	Jumlah spesies ikan target, indikator, dan mayor pada area PLTU	122
Gambar 4.55	Jumlah spesies ikan karang dalam tiap Famili pada area PLTU .	123
Gambar 4.56	Ikan mayor <i>Amphiprion ocellaris</i> dari Famili pomacentridae dan ikan indikator jenis <i>Chelmon rostratus</i> dari Famili chaetodontidae dijumpai pada area PLTU AL4 (1000 meter arah Utara)	124
Gambar 4.57	Analisis keanekaragaman, dominansi dan kelimpahan ikan karang pada area PLTU.....	124
Gambar 4.58	Kondisi substrat pada (a) PLTU AL 5 dan (b) PLTU AL 3	125
Gambar 4.59	Jumlah spesies ikan target, indikator, dan mayor pada area rehabilitasi.....	126
Gambar 4.60	Jumlah spesies ikan karang dalam tiap Famili pada area Rehabilitasi.....	127
Gambar 4.61	Rehabilitasi karang pada area Hakatutobu 1 (keramba dalam) dan Pantai Slag.....	127
Gambar 4.62	Analisis keanekaragaman, dominansi dan kelimpahan ikan karang pada area Rehabilitasi.	128
Gambar 4.63	Keanekaragaman Plankton pada lokasi pemantauan yang dekat dengan aktivitas Antam, Jauh dengan aktivitas Antam dan lokasi yang jauh dari aktivitas Antam maupun aktivitas bukan dari Antam (Kontrol).....	129
Gambar 4.64	Kelimpahan Plankton pada lokasi pemantauan yang dekat dengan aktivitas Antam Jauh dengan aktivitas Antam dan lokasi yang jauh dari aktivitas Antam maupun aktivitas bukan dari Antam (Kontrol).....	130
Gambar 4.65	Keanekaragaman Plankton pada lokasi pemantauan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU).....	131
Gambar 4.66	Kelimpahan Plankton pada lokasi pemantauan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU).	132

Gambar 4.67	Keanekaragaman Plankton area rehabilitasi di Desa Hakatutubu dan pantai Slag	133
Gambar 4.68	Kelimpahan Plankton area rehabilitasi di Desa Hakatutubu (kerambah) dan Rehabilitasi Pantai Slag.	134
Gambar 5.1	Histogram perbandingan jumlah jenis flora darat pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di Wilayah Pertambangan PT Antam Tbk.....	146
Gambar 5.2	Histogram perbandingan indeks keanekaragaman pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di Wilayah Pertambangan PT Antam Tbk.....	147
Gambar 5.3	Histogram perbandingan tinggi berdasarkan kategorinya pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di Wilayah Pertambangan PT Antam Tbk.....	148
Gambar 5.4	Histogram perbandingan tinggi tumbuhan pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di Wilayah Pertambangan PT Antam Tbk.....	149
Gambar 5.5	Histogram perbandingan persentase tumbuhan <i>cover crop</i> pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di Wilayah Pertambangan PT Antam Tbk.....	150
Gambar 5.6	Histogram perbandingan jumlah spesies fauna burung pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 di wilayah pertambangan PT Antam Tbk	151
Gambar 5.7	Histogram perbandingan indeks keanekaragaman fauna burung pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 di wilayah pertambangan PT Antam Tbk	152
Gambar 5.8	Histogram perbandingan jumlah spesies dan indeks keanekaragaman fauna burung pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 di WTPM.....	153
Gambar 5.9	Histogram perbandingan kelimpahan Fitoplankton dan Zooplankton pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di area Hulu dan Hilir Sungai.....	154

Gambar 5.10	Histogram perbandingan keanekaragaman Fitoplankton dan Zooplankton pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di area Hulu dan Hilir Sungai.....	155
Gambar 5.11	Histogram perbandingan jumlah spesies pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di area Virgin dan Rehabilitasi Mangrove.	156
Gambar 5.12	Histogram perbandingan tinggi vegetasi pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di area Rehabilitasi Mangrove.....	157
Gambar 5.13	Histogram perbandingan jumlah jenis benthos pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di area Virgin dan Rehabilitasi Mangrove.	159
Gambar 5.14	Histogram perbandingan indeks keanekaragaman benthos pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di area Virgin dan Rehabilitasi Mangrove.	159
Gambar 5.15	Histogram perbandingan jumlah spesies dan indeks keanekaragaman fauna burung pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 di kawasan mangrove.	161
Gambar 5.16	Pertumbuhan anakan karang yang dijumpai pada lokasi pemantauan Tg. Leppe 1.	162
Gambar 5.17	Data evaluasi tutupan substrat area pemantauan PLTU 100 meter.	163
Gambar 5.18	Data evaluasi tutupan substrat area pemantauan PLTU 500 meter.	163
Gambar 5.19	Data evaluasi tutupan substrat area pemantauan PLTU 1000 meter.....	164
Gambar 5.20	Data evaluasi tutupan substrat area pemantauan Dekat Aktivitas Antam.....	164
Gambar 5.21	Data evaluasi tutupan substrat area pemantauan Jauh Aktivitas Antam.....	165
Gambar 5.22	Data evaluasi tutupan substrat area pemantauan Kontrol.	165
Gambar 5.23	Data evaluasi tutupan substrat area Rehabilitasi Hakatutobu. ...	166
Gambar 5.24	Data evaluasi tutupan substrat area Rehabilitasi Pantai Slag....	166

Gambar 5.25	Histogram perbandingan jumlah jenis invertebrata indikator di area sekitar aktivitas Antam pada tahun 2020, 2021 dan 2022.	167
Gambar 5.26	Histogram perbandingan jumlah jenis invertebrata indikator di area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) pada tahun 2020, 2021 dan 2022.	168
Gambar 5.27	Histogram perbandingan jumlah jenis invertebrata indikator di area Rehabilitasi pada tahun 2020, 2021 dan 2022.	169
Gambar 5.28	Keanekaragaman dan kelimpahan ikan disekitar aktivitas Antam pada tahun 2020, 2021, dan 2022.	170
Gambar 5.29	Keanekaragaman dan kelimpahan ikan diarea Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) pada tahun 2020, 2021, dan 2022.	171
Gambar 5.30	Keanekaragaman dan kelimpahan ikan diarea Rehabilitasi pada tahun 2020, 2021, dan 2022.	172
Gambar 5.31	Histogram evaluasi Keanekaragaman Plankton laut di Area Sekitar Aktivitas Antam tahun 2020 dan 2022.	173
Gambar 5.32	Histogram evaluasi Kelimpahan Plankton laut di Area Sekitar Aktivitas Antam tahun 2020 dan 2022.	174
Gambar 5.33	Histogram evaluasi Keanekaragaman Plankton laut Pada sekitar Area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) tahun 2020-2022.	174
Gambar 5.34	Histogram evaluasi kelimpahan Plankton laut Pada sekitar Area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) tahun 2020 dan 2022.	175
Gambar 5.35	Histogram evaluasi Keanekaragaman Plankton Pada Area Rehabilitasi tahun 2020 dan 2022.	176
Gambar 5.36	Histogram evaluasi kelimpahan Plankton Pada Area Rehabilitasi tahun 2020-2022.	177

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Koordinat Lokasi Pemantauan Flora Fauna Tahun 2022	24
Tabel 3.2	Koordinat Lokasi Pemantauan Biota Sungai Tahun 2022.....	30
Tabel 3.3	Koordinat Lokasi Pemantauan Mangrove Tahun 2022.....	33
Tabel 3.4	Koordinat Lokasi Pemantauan Biota Laut Tahun 2022.....	38
Tabel 4.1	Indeks Keanekaragaman (H') jenis tumbuhan berdasarkan Indeks Shannon-Wiener di Wilayah Tambang PT Antam Tbk, Pomalaa, Semester I tahun 2022.....	67
Tabel 4.2	Jumlah dan status konservasi fauna burung di WTU, WTT, dan WTS	76
Tabel 4.3	Jenis fauna burung dengan kelimpahan relatif tertinggi di setiap habitat.....	78
Tabel 4.4	Jumlah dan status konservasi fauna burung di WTPM.....	83
Tabel 4.5	Fauna burung dengan kelimpahan tertinggi pada masing-masing habitat di WTPM	84
Tabel 4.6	Daftar jenis mangrove yang terpantau tumbuh di area Pantai Harapan, Sitado dan Pesisir Galangan PT Antam Tbk, Pomalaa tahun 2022.....	91
Tabel 4.7	Spesies benthos di area rehabilitasi Pantai harapan.....	95
Tabel 4.8.	Spesies benthos di area virgin Pantai harapan	95
Tabel 4.9	Spesies benthos di area rehabilitasi Sitado	96
Tabel 4.10	Spesies benthos di area virgin Sitado	96
Tabel 4.11	Spesies benthos di area rehabilitasi Pesisir galangan	97
Tabel 4.12	Spesies benthos di area pesisir galangan.	97
Tabel 4.13	Nilai indeks keanekaragaman	97
Tabel 4.14	Jumlah dan status konservasi fauna burung kawasan mangrove ...	101
Tabel 4.15	Fauna burung dengan kelimpahan tertinggi pada kawasan mangrove	101

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

PT Antam Tbk Unit Bisnis Pertambangan Nikel (UBPN) Kolaka merupakan salah satu unit bisnis perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan dan pengolahan bijih nikel menjadi feronikel. Dalam kegiatan operasinya perusahaan memiliki tanggung jawab dalam kegiatan pengelolaan dan pemantauan lingkungan sebagaimana yang tertera dalam dokumen Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (Amdal). Dalam dokumen lingkungan Amdal yang telah mendapatkan persetujuan Surat Keputusan Kelayakan Lingkungan Hidup No.188.45/162/2014 dan Izin Lingkungan Bupati Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara No.188.45/244/2017, perusahaan memiliki kewajiban untuk melaksanakan kegiatan pemantauan terhadap flora dan fauna.

Pada tahun 2022 ini PT Antam Tbk Unit Bisnis Pertambangan Nikel (UBPN) Kolaka, tetap berkomitmen melakukan kegiatan pemantauan flora dan fauna di area perusahaan, guna untuk mengidentifikasi dan mengetahui perubahan kondisi flora dan fauna yang terjadi secara periodik, baik di darat maupun di perairan sungai dan laut. Hasil dari kegiatan pemantauan flora dan fauna akan bermanfaat bagi pemrakarsa maupun *stakeholder* terkait dalam beberapa hal sebagai berikut:

1. Melakukan evaluasi keberhasilan kinerja pengelolaan lingkungan yang telah dilakukan khususnya untuk aspek flora dan fauna.
2. Mendapatkan tanda peringatan sedini mungkin mengenai perubahan lingkungan yang tidak dikehendaki sehingga dapat mengambil keputusan cepat dan tepat dalam upaya perbaikannya.
3. Mengetahui kondisi terkini flora dan fauna di darat maupun biota di perairan sungai dan laut, yang meliputi *plankton*, *bentos*, *nekton*/ikan maupun terumbu karang yang berada di area Izin Usaha Pertambangan (IUP) Pomalaa dan IUP Pulau Maniang.

Pelaksanaan kegiatan pemantauan flora dan fauna dilakukan dengan bekerjasama dengan laboratorium terakreditasi Balai Besar Industri Hasil

Perkebunan (BBIHP), Kementerian Perindustrian yang telah memiliki akreditasi dari KAN dengan nomor LP-110-IDN.

I.2 Tujuan

Tujuan pemantauan flora dan fauna adalah:

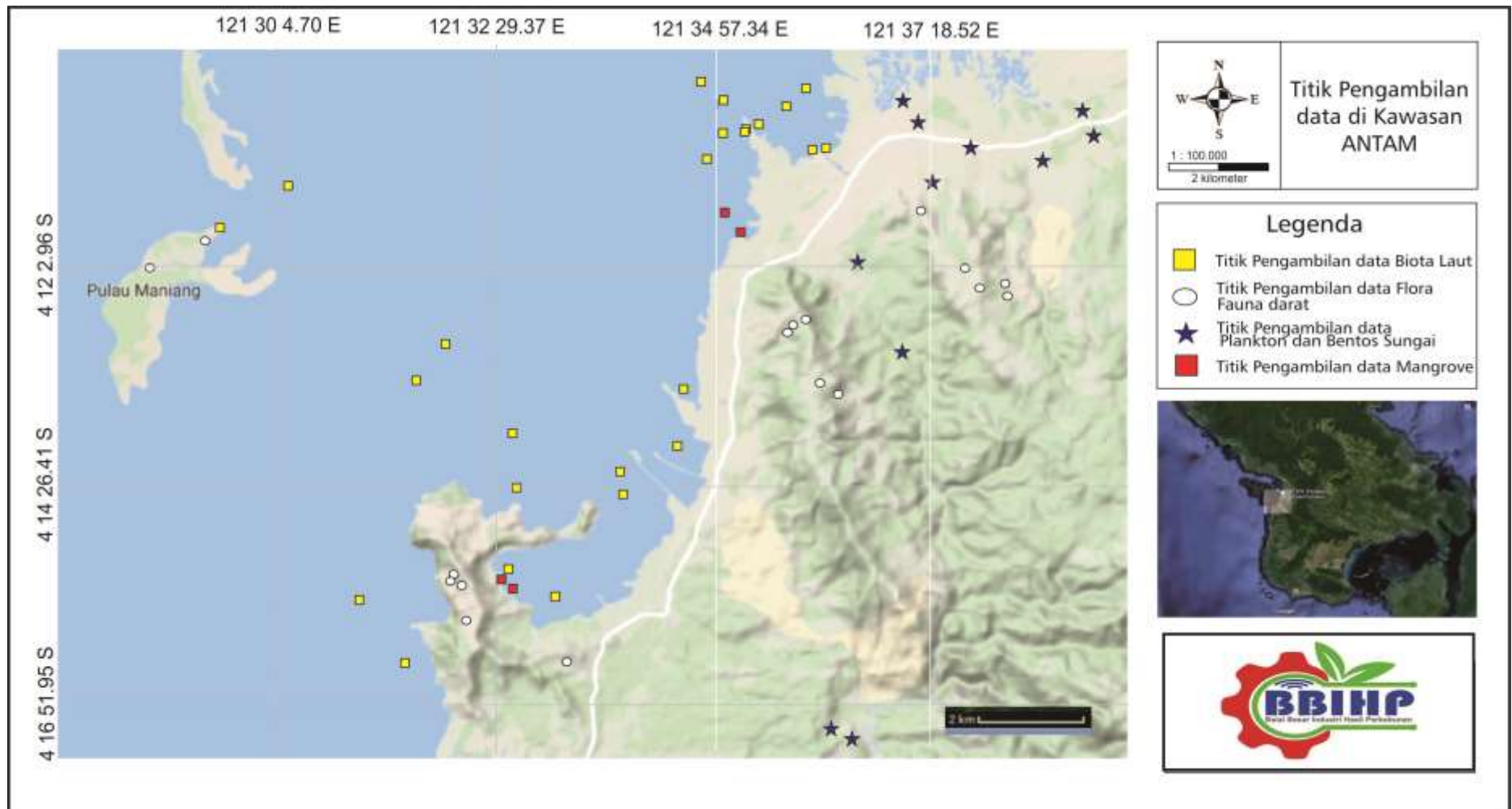
1. Memperoleh data yang digunakan sebagai laporan dalam pelaksanaan RKL dan RPL.
2. Memberikan kemudahan kepada berbagai instansi terkait dalam pengawasan pelaksanaan RKL dan RPL.
3. Tersedianya data-data bagi pemrakarsa untuk dimanfaatkan dalam melaksanakan sistem pengelolaan lingkungan yang berdasarkan prinsip-prinsip perbaikan secara terus menerus (*continual improvement*).

I.3 Waktu dan Lokasi Pemantauan

Kegiatan pemantauan flora dan fauna semester I dilaksanakan pada periode bulan Agustus - September 2022. Lokasi kegiatan ini secara berada pada area $4^{\circ}12'20.55''-4^{\circ}11'6.79''$ LS dan $121^{\circ}35'26.94''-121^{\circ}36'59.75''$ BT di area Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka. Pelaksanaan kegiatan pemantauan flora dan fauna dilakukan di blok penambangan berikut:

1. Tambang Utara, IUP WSPM 016.
2. Tambang Tengah, IUP WSPM 014.
3. Tambang Selatan, IUP WSPM 017 dan WSPM 015.
4. Pulau Maniang, IUP WSWD 003.

Titik pemantauan dalam kegiatan ini dapat dilihat pada gambar 1.1



Gambar 1. 1 Titik Pemantauan Flora dan Fauna PT Antam Tbk Unit Bisnis Pertambangan Nikel (UBPN) Kolaka.

BAB II

IDENTITAS PEMRAKARSA

II.1 Identitas Perusahaan

Nama Perusahaan/Pemrakarsa	: PT Antam Tbk UBPN Kolaka.
Jenis Badan Hukum	: Perseroan Terbatas (PT).
Alamat Perusahaan/Pemrakarsa	: Jl. Jend. Ahmad Yani No. 5 Pomalaa, Kab. Kolaka 93562, Sulawesi Tenggara.
NomorTelepon	: +62-405 2310171
No. Fax	: +62-405 2310833
E-mail	: nickel.sultra@Antam.com
Status pemodalán	: 65% Mining Industry Indonesia (MIND ID) dan 35%Publik.
Bidang usaha dan atau kegiatan	: Pertambangan Nikel.
SK AMDAL yang disetujui	: <ol style="list-style-type: none">1. SK Bupati Kolaka No. 30 Tahun 2005.2. SK Bupati Kolaka No. 188.45/162/2014 tentang Kelayakan lingkungan hidup addendum amdal, RKL-RPL proyek perluasan dan modernisasi pabrik feronikel Pomalaa kegiatan terpadu PT Antam Tbk UPBN SULTRA di Kecamatan Pomalaa Kabupaten Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara.3. SK Bupati Kolaka No. 188.45/244/2017 tentang perubahan atas keputusan Bupati Kolaka nomor 188.45/163/2014 tentang izin lingkungan addendum amdal, RKL-RPL proyek perluasan dan modernisasi pabrik feronikel Pomalaa kegiatan terpadu PT Antam Tbk UBPN Kolaka di Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara.
Penanggung jawab	: Nilus Rahmat, S.T., M.Si.
Jabatan	: Kolaka Nikel Mining Business Unit

II.2 Identitas Pemrakarsa

1. Pelaksana : Balai Besar Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri Hasil Perkebunan Mineral Logam dan Maritim (BBIHPMM) Makassar, Kementerian Perindustrian.
2. Alamat Kantor : Jl. Prof. Dr. Abdurrahman Basalamah No. 28 Karampuang, Kec. Makassar, Kota Makassar 90231, Sulawesi Selatan .
3. Penanggung Jawab : Dr. Setia Diarta, ST, MT
4. Ketua Tim : Dr. Ambeng, M.Si
5. Tenaga Ahli *Terrestrial Biologist* : Drs. Muh. Ruslan Umar, M.Si.
6. Tenaga Ahli *Marine Biologist* : Drs. Willem Moka, M.Sc.
7. Asisten Tenaga Ahli
 - a. Koordinator Umum : Muhammad Al Anshari, S.Si
 - b. Koordinator Flora Fauna Darat dan Mangrove : Mega Karunia Sari. S.Si
 - c. Koordinator Biota Air : Nurul Magfirah Sukri, S.Si
8. Tim Lapangan Flora Fauna Darat dan Mangrove
 - a. Surveyor Flora : Mutiara Hikmah Shabrina, S.Si
 - b. Surveyor Fauna : Lusiana
 - c. Surveyor Biota Perairan Sungai : Bahtiar Anas, S.Si
 - d. Surveyor Biota Laut : Ilham, S.Si
Agusrahman Ekaputra Abas, S.Si

BAB III

METODE PEMANTAUAN LINGKUNGAN

III.1 Flora dan Fauna Darat

III.1.1 Metode Pemantauan Fauna

III.1.1.1 Metode Pemantauan Fauna Darat

Data fauna burung diperoleh dengan menggunakan metode titik hitung (*Point Count*), *Visual Encounter Survey* (VES) dan *Sound Call Back*. Pengambilan data primer untuk analisis keanekaragaman burung dilakukan dengan *Point Count* dengan metode IPA (*Index Point of Abundance*) (Bibby *et al.*, 2000). Penentuan jalur dilakukan secara *purposive* berdasarkan tipe habitat, dengan jumlah titik sebanyak 5 titik pengamatan, dan jarak antar titik ± 200 meter. Pendataan dilakukan selama 20 menit di tiap titik pengamatan. Dilakukan pencatatan terhadap burung yang dijumpai secara visual maupun non visual (suara), meliputi waktu perjumpaan, jenis dan jumlah burung, jarak antara pengamat dengan burung, dan aktivitas burung yang berada dalam radius 50 meter dari pengamat.

Metode *Visual Encounter Survey* (VES) digunakan untuk mencatat jenis tambahan. Data yang dicatat meliputi jenis fauna burung yang ditemukan di dalam maupun di luar transek. Pencatatan dilakukan di luar waktu pengamatan dengan metode titik hitung, seperti perjalanan menuju transek. Metode ini tidak menghitung jumlah individu yang ditemukan sehingga tidak dimasukkan ke dalam perhitungan kepadatan dan keanekaragaman namun digunakan untuk mengetahui jumlah kekayaan jenis fauna burung secara kualitatif (Manley *et al.*, 2006).

Metode *Sound Call Back*, dilakukan di titik tertentu, selama waktu pengamatan. Metode menggunakan perekam suara dan mengeluarkan suara salah satu jenis burung. Metode ini efektif untuk memancing jenis burung dan menimbulkan reaksi teritorial dari burung yang bersangkutan, sehingga mau menghampiri (MacKinnon *et al.*, 2010).

III.1.1.2 Identifikasi Spesies

Identifikasi spesies burung mengacu pada buku “Bird of the Philippines, Sumatra, Java, Bali, Sulawesi, The Lesser Sundas and The Moluccas” (Arlott,

2018).Serta identifikasi suara dengan merujuk ke database suara Bird of The World – Cornell Lab of Ornithology dan webarea xeno-canto.org. Sementara itu, untuk penamaan bahasa Indonesia, mengikuti Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia yang Disempurnakan dan nama Inggris dan Ilmiah yang diperbaharui mengikuti sumber data taksonomi Birds of The World – Cornell Lab of Ornithology.

III.1.1.3 Analisis Data

1. Indeks Keanekaragaman Jenis Shannon-Wiener (H')

Indeks keanekaragaman merupakan salah satu metode kuantifikasi untuk mengetahui keanekaragaman biota dalam suatu habitat. Indeks ini mengasumsikan bahwa individu disampel secara acak dari populasi besar yang independen dan jenis yang diperoleh telah cukup mempresentasikan sebagian besar jenis yang ada di suatu habitat (Bibi & Ali, 2013). Umumnya, nilai keanekaragaman tergambarakan dari 1.5 hingga 3.5, semakin tinggi nilai tersebut, maka keanekaragaman juga akan semakin tinggi (Krebs, 1985; Magurran, 2014). Indeks Shannon-Wiener dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$H' = - \sum Pi. Ln(Pi)$$

$$Pi = ni/N$$

Dimana :

H': Nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener.

Pi : Probabilitas spesies (kepadatan relatif).

ln (pi): Logaritma bilangan natural dari pi.

ni : Jumlah Spesies i

N: Jumlah jenis

Kriteria nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener: apabila $H' < 1$, maka keanekaragaman rendah; apabila $1 < H' \leq 3$, maka keanekaragaman sedang; dan apabila $H' > 3$, maka keanekaragaman tinggi.

2. Kelimpahan Relatif

Kelimpahan relatif adalah proporsi yang direpresentasikan oleh masing – masing spesies dari seluruh individu dalam suatu komunitas. Penentuan

kelimpahan relatif dihitung dengan menggunakan rumus menurut Dahuri (2003) sebagai berikut :

$$KR = \frac{a}{a+b+c} \times 100\%$$

Dimana :

a : Jumlah individu jenis tertentu yang ditemukan

a + b + c : Jumlah keseluruhan jenis-jenis yang ditemukan

3. Indeks Dominansi Simpson (D)

Dominansi dihitung menggunakan indeks dominansi Simpson (D). Perhitungan dominansi dilakukan untuk mengetahui keberadaan jenis dominan pada suatu habitat. Jika suatu habitat didominasi oleh spesies tertentu, maka nilai indeks dominansinya akan 1 atau mendekati 1. Sebaliknya, jika nilai indeks dominansi yang diperoleh mendekati 0, maka tidak terdapat spesies yang sangat mendominasi di habitat tersebut (Boyce, 2015). Rumus perhitungan indeks dominansi Simpson sebagai berikut.

$$D = -\sum (P_i)^2$$

Dimana :

D : Indeks dominansi Simpson

P_i : Probabilitas spesies (kepadatan relatif).

4. Indeks Kemerataan Pileou (E)

Keanekaragaman disuatu suatu habitat dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu jumlah jenis dan pemerataan jumlah individu antar jenis (Magurran, 2014). Sehingga, selain indeks keanekaragaman, perlu juga dilakukan analisis terhadap pemerataan jenis. Jumlah individu antar spesies dinyatakan merata apabila nilainya 1 atau mendekati 1, sebaliknya jumlah individu tidak merata (kemerataan rendah) apabila nilainya mendekati 0 (Boyce, 2015). Kemerataan dihitung dengan menggunakan Indeks pemerataan sebagai berikut.

$$E = H' / \ln S$$

Dimana :

E: Nilai Indeks pemerataan Pielou

H': Nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener

S: Jumlah yang ditemukan

III.1.2 Lokasi Pemantauan

Pemantauan flora dan fauna di area IUP PT Antam Tbk Unit Bisnis Pertambangan Nikel (UBPN) Kolaka, dilaksanakan pada tanggal 12 – 28 November 2021, di lima area yaitu Wilayah Tambang Utara (WTU), Wilayah Tambang Tengah (WTT), Wilayah Tambang Selatan (WTS) dan Wilayah Tambang Pulau Maniang (WTPM).

Titik pemantauan dalam kegiatan pemantauan flora dan fauna ini dibedakan menjadi beberapa kategori sebagai berikut:

1. Area terganggu, yakni area yang merupakan area lahan terbuka dan masih aktif digunakan sebagai *front* penambangan maupun fasilitas penunjang misalnya *stockyard*.
2. Area revegetasi tahun pertama (revegetasi 2021), yakni area lahan bekas tambang yang telah selesai ditambang dan telah dilakukan rehabilitasi dan berusia satu tahun atau kurang pada saat pelaksanaan pemantauan ini.
3. Area revegetasi tahun kedua (revegetasi 2020), yakni area lahan bekas tambang yang telah selesai ditambang dan telah dilakukan rehabilitasi dan berusia di atas satu tahun dan kurang dari dua tahun pada saat pelaksanaan pemantauan ini.
4. Area revegetasi tahun ketiga (revegetasi 2019), yakni area lahan bekas tambang yang telah selesai ditambang dan telah dilakukan rehabilitasi dan berusia di atas dua tahun dan kurang dari tiga tahun pada saat pelaksanaan pemantauan ini.
5. Area revegetasi tahun keempat (revegetasi 2018), yakni area lahan bekas tambang yang telah selesai ditambang dan telah dilakukan rehabilitasi dan berusia di atas tiga tahun dan kurang dari empat tahun pada saat pelaksanaan pemantauan ini.
6. Area revegetasi tahun kelima (revegetasi 2017), yakni area lahan bekas tambang yang telah selesai ditambang dan telah dilakukan rehabilitasi dan berusia di atas tiga tahun dan kurang dari lima tahun pada saat pelaksanaan pemantauan ini.
7. Area revegetasi tahun keenam (revegetasi 2016), yakni area lahan bekas tambang yang telah selesai ditambang dan telah dilakukan rehabilitasi dan

berusia di atas lima tahun dan kurang dari enam tahun pada saat pelaksanaan pemantauan ini.

8. Area revegetasi tahun ketujuh (revegetasi 2015), yakni area lahan bekas tambang yang telah selesai ditambang dan telah dilakukan rehabilitasi dan berusia di atas enam tahun dan kurang dari tujuh tahun pada saat pelaksanaan pemantauan ini atau lokasi rehabilitasi lahan bekas tambang lainnya yang dianggap cukup tua dan dapat dijadikan pembanding terhadap area revegetasi lainnya.
9. Area tidak terganggu/*virgin*, yakni area yang tertutup vegetasi pada area IUP PT Antam Tbk UBPN Kolaka yang tidak mendapat gangguan akibat operasi perusahaan dan dapat menjadi gambaran rona awal pada area tersebut.

Setiap kategori pemantauan tersebut digunakan sebagai dasar analisis pengaruh operasi perusahaan terhadap keberadaan flora dan fauna yang berada di area tersebut. Lebih lanjut lagi titik-titik yang menjadi lokasi pemantauan flora dan fauna darat dalam kegiatan pemantauan ini untuk masing-masing blok penambangan dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan koordinat lokasi pemantauan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Koordinat Lokasi Pemantauan Flora Fauna Tahun 2022

Nama Lokasi	Koordinat UTM	Koordinat Geografis	Lokasi
Area Terganggu			
Bukit V (area terganggu)	UTM 51M 347709.268E 9535301.7N	4°12' 10.75" S 121°37' 40.31" E	WTU
Bukit CF (area terganggu)	UTM 51M 338014.842E 9528752.268N	4° 15' 43.41" S 121° 32' 25.53" E	WTS
Area Revegetasi Tahun Pertama			
Bukit Strada (revegetasi 2021)	UTM 51M 347614.435E 9536362.241N	4° 11' 36.22" S 121° 37' 37.3" E	WTU
Bukit Fortuner (revegetasi 2021)	UTM 51M 339748.543E 9527666.531N	4° 16' 18.87" S 121° 33' 21.7" E	WTS
Area Revegetasi Tahun Kedua			

Nama Lokasi	Koordinat UTM	Koordinat Geografis	Lokasi
Bukit O (revegetasi 2020)	UTM 51M 337472.199E 9529309.187N	4° 15' 25.25" S 121° 32' 7.97" E	WTS
Bukit Triton (Revegetasi 2020)	UTM 51M 338092.295E 9527422.772N	4° 16' 26.71" S 121° 32' 27.97" E	WTS
Area Revegetasi Tahun Ketiga			
Bukit Q (revegetasi 2019)	UTM 51M 340264.073E 9528061.723N	4° 16' 6.03" S 121° 33' 38.44" E	WTS
Bukit Triton (revegetasi 2019)	UTM 51M 337561.64E 9527420.9N	4° 16' 26.73" S 121° 32' 10.76" E	WTS
Area Revegetasi Tahun Keempat			
Bukit Fortuner (revegetasi 2018)	UTM 51M 339626.953E 9527791.342N	4° 16' 14.80" S 121° 33' 17.76" E	WTS
Bukit QT (revegetasi 2018)	UTM 51M 340506.23E 9527977.323N	4° 16' 8.80" S 121° 33' 46.30" E	WTS
Area Revegetasi Tahun Kelima			
Bukit TY.2 (revegetasi 2017)	UTM 51M 343805.761E 9534245.917N	4° 12' 44.90" S 121° 35' 33.67" E	WTT
Bukit VI (revegetasi 2017)	UTM 51M 348067.49E 9535307.615N.	4° 12' 10.58" S 121° 37' 51.93" E	WTU
Area Revegetasi Tahun Keenam			
Bukit I (revegetasi 2016)	UTM 51M 346549.716E 9536646.974N	4° 11' 26.88" S 121° 37' 2.80" E	WTU
Bukit TY.2 (revegetasi 2016)	UTM 51M 343913.227E 9534310.457N	4° 12' 42.80" S 121° 35' 37.16" E	WTT
Area Revegetasi Tahun Ketujuh			
Bukit TLE-TLF (revegetasi 2015)	UTM 51M 344719.248E 9532975.81N	4° 13' 26.31" S 121° 36' 3.22" E	WTT
Bukit III (revegetasi 2015)	UTM 51M 347322.775E	4° 12' 3.30" S	WTU

Nama Lokasi	Koordinat UTM	Koordinat Geografis	Lokasi
	9535529.746N	121° 37' 27.80" E	
Area Virgin			
Bukit VI (area virgin)	UTM 51M 348112.479E 9535099.806N	4° 12' 17.34" S 121° 37' 53.38" E	WTU
Bukit TLC.1 (area virgin)	UTM 51M 345288.767E 9533146.733N	4° 13' 20.77" S 121° 36' 21.70" E	WTT
Bukit H (area virgin)	UTM 51M 337064.387E 9528007.856N	4° 16' 7.60" E 121° 31' 54.67" E	WTS
Wilayah Tambang Pulau Maniang (WTPM)			
<i>Houling road</i> (area virgin)	UTM 51M 331726.96E 9535703.87N	4° 11' 56.70" S 121° 29' 2.06" E	WTPM
<i>Stockyard</i> (area terganggu)	UTM 51M 332552.59E 9536254.75N	4° 11' 38.81" S 121° 29' 28.87" E	WTPM

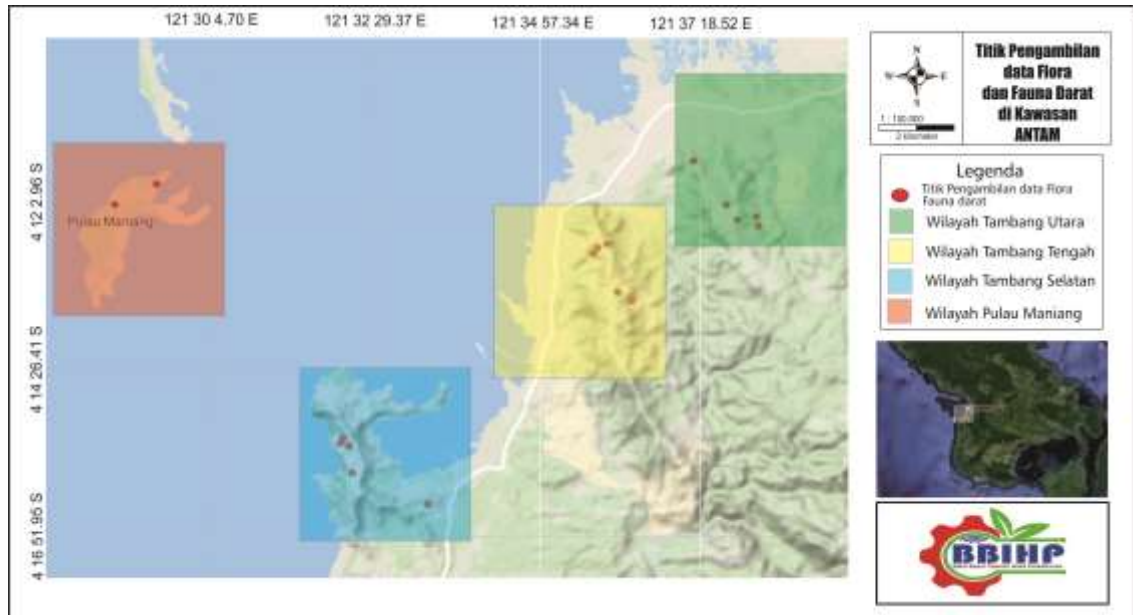
Keterangan:

WTU : Area Tambang Utara

WTT : Area Tambang Timur

WTS : Area Tambang Selatan

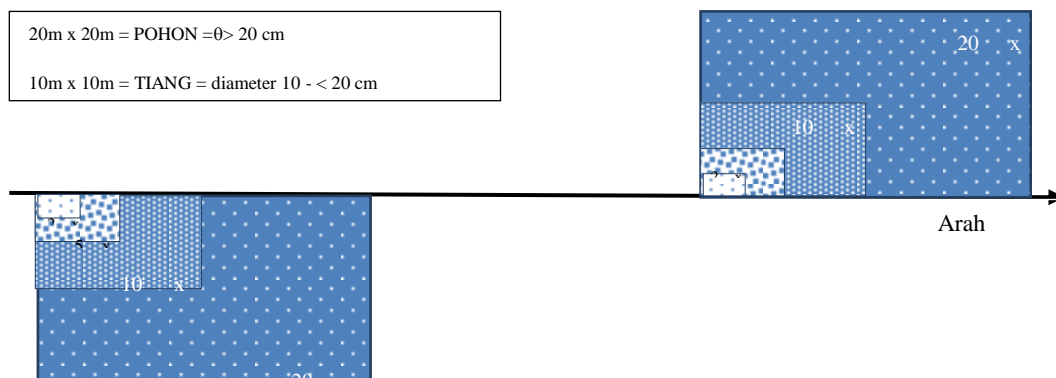
WTPM : Area Tambang Pulau Maniang



Gambar 3. 1 Titik Pemantauan Flora Fauna

III.1.3 Metode Pemantauan Flora

Sampling flora menggunakan metode sampling plot bertingkat (*Nested Quadrat*) (Brower, 1997), yang terdiri atas plot ukuran 20 x 20 m, yang di dalam plot ini diletakkan plot ukuran 10 x 10 m, 5 x 5 m, dan 2 x 2 m, dengan sketsa seperti terlihat pada gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Sketsa metode sampling *Nested Quadrat* (Plot Bertingkat)

Pada setiap titik sampling dilakukan penempatan plot sebanyak lima buah, penempatan plot dilakukan secara sistematis. Parameter yang terukur berupa:

1. Habitus tumbuhan dengan kriteria sebagai berikut:
 - a. Pohon (diameter > 20 cm).

- b. Tiang (diameter 10 - < 20 cm).
 - c. Pancang (diameter < 10 dengan tinggi > 1,5 m).
 - d. Semai (tinggi < 1,5 m).
2. Jenis atau spesies tumbuhan (pengenalan dan indentifikasi laboratorium).
 3. Diameter batang (konversi ke luas basal area/luas batang).
 4. Persentase penutupan tanah oleh tanaman penutup tanah (*cover crop*). Nilai persentase penutupan tanah oleh tanaman/tumbuhan *cover crop* dasar dilakukan dengan metode estimasi.

Analisis data flora yang diperoleh dari lapangan diolah dengan menggunakan rumus analisis vegetasi dengan tujuan mendapatkan informasi tentang Kerapatan Mutlak (KM), Kerapatan Relatif (KR%), Frekuensi Mutlak (FM), Frekuensi Relatif (FR%), Dominansi Mutlak (DM), Dominansi Relatif (DRR), dan Indeks Nilai Penting (INP). Rumus dari masing-masing parameter tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

1. Kerapatan (*Density*).

Kerapatan/kepadatan merupakan nilai yang menggambarkan jumlah individu yang menjadi anggota populasi persatuan luas tertentu dalam suatu komunitas (kerapatan mutlak). Kerapatan relatif menunjukkan persentase jumlah individu populasi dalam komunitas.

a. **Kerapatan Mutlak** $\left(KM \frac{ind}{meter^2} \right) = \frac{Jumlah\ individu\ sp\ i}{Total\ luas\ plot} \dots\dots(3.1).$

b. **Kerapatan Relatif** (%) = $\frac{Kerapatan\ mutlak\ sp\ i}{Total\ kerapatan\ mutlak\ seluruh\ sp} \times 100\% \dots\dots\dots(3.2).$

2. Frekuensi

Frekuensi merupakan nilai yang menggambarkan besaran derajat penyebaran dari individu populasi di dalam komunitas pada suatu area/kawasan. Frekuensi ditentukan berdasarkan atas kekerapan dari individu populasi dijumpai dalam jumlah area plot/cuplikan. Nilai ini dipengaruhi oleh luas petak contoh, penyebaran tumbuhan dan ukuran individu tumbuhan.

a. **Frekuensi Mutlak** (FM) = $\frac{Jumlah\ plot\ yang\ di\ tempati\ sp\ i}{Jumlah\ semua\ plot} \dots\dots(3.3).$

b. **Frekuensi Relatif (FR)** =
$$\frac{\text{Frekuensi mutlak } sp\ i}{\text{Total jumlah frekuensi seluruh } sp} \times 100\% \dots \dots \dots (3.4).$$

3. Dominansi.

Nilai dominansi dinyatakan dalam nilai kerimbunan ataupun luas basal area (DBH), merupakan nilai atau variabel yang menggambarkan luas penutupan tajuk atau luas basal area yang ditempati individu jenis tumbuhan terhadap luasan tertentu dari permukaan tanah (DM), atau derajat penguasaan area atau tempat suatu spesies terhadap seluruh populasi yang ada dalam komunitas di suatu kawasan (DR%).

a. **Dominansi mutlak (DM)** =
$$\frac{\text{Luas bidang dasar } sp\ i}{\text{Total luas plot}} \dots \dots \dots (3.5).$$

b. **Dominansi Relatif (DR%)** =
$$\frac{\text{Dominansi mutlak } sp\ i}{\text{Total dominansi mutlak seluruh } sp} \dots \dots \dots (3.6).$$

4. Indeks Nilai Penting (INP).

Indeks Nilai Penting merupakan nilai hasil penjumlahan dari kepadatan relatif (KR%) + Frekuensi relatif (FR%) + dominansi relatif (DR%). Nilai (tertinggi) ini merupakan nilai yang dapat dijadikan indikator untuk melihat peranan atau kemampuan suatu jenis beradaptasi (reproduksi, pertumbuhan, dan penguasaan lahan) terhadap suatu habitat. Nilai ini pula yang biasa dijadikan sebagai dasar untuk menentukan jenis atau nama dari suatu vegetasi ataupun komunitas.

a.
$$INP = KR\% + FR\% + DR\% \dots \dots \dots (3.7).$$

III.2 Pemantauan Biota Sungai

III.2.1 Lokasi Pemantauan

Titik pemantauan dalam kegiatan pemantauan biota air di sungai dibedakan menjadi beberapa kategori sebagai berikut:

1. Hilir, yakni titik pemantauan pada aliran sungai yang dan memiliki potensi menerima dampak akibat operasi perusahaan.

2. Hulu, yakni titik pemantauan pada aliran sungai yang sama dengan pemantauan biota sungai pada hilir dan berada di lokasi yang lebih hulu dan diduga belum mendapatkan gangguan akibat operasi perusahaan.
3. Kedua kategori pemantauan biota sungai digunakan untuk membandingkan pengaruh operasi perusahaan terhadap badan air di lokasi tersebut. Adapun titik lokasi pemantauan dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan koordinat lokasi pemantauan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Koordinat Lokasi Pemantauan Biota Sungai Tahun 2022

Nama Lokasi	Koordinat UTM	Koordinat Geografis	Lokasi
Sungai Huko-huko (hilir), Tambang Utara.	UTM 51M 351309.11E 9537381.761N	4°11'3.23"S 121°39'37.18"E	WTU
Sungai Huko-huko (hulu), Tambang Utara.	UTM 51M 352393.934E 9537274.947N	4°11'6.77" S 121°40'12.35"E	WTU
Sungai Pelambua (hilir), Tambang Utara.	UTM 51M 348060.539E 9537859.381N	4°11'13.13" S 121°37'49.5" E	WTU
Sungai Pelambua (hulu), Tambang Utara.	UTM 51M 347989.26E 9537071.902N	4 °11'8.89" S 121 ° 37' 49.5" E	WTU
Sungai Tonggoni (hilir), Tambang Utara.	UTM 51M 346817.204E 9538155.759N	4 °10'37.77" S 121 °37'11.55" E	WTU
Sungai Tonggoni (hulu), Tambang Utara.	UTM 51M 347102.87E 9537200.455N	4 °10'37.79" S 121 °37'11.55"E	WTU
Sungai Pesouha (hilir), Tambang Utara.	UTM 51M 349377.004E 9538162.432N	4 °10'37.7" S 121 °38'34.56"E	WTU
Sungai Pesohua (hulu), Tambang Utara.	UTM 51M 349137.585E 9537636.277N	4 °10'54.82"S 121 °38'26.77"E	WTU
Sungai Kumoro (hilir), Tambang Tengah.	UTM 51M 344912.673E 9535836.531N	4 °12'19.22" S 121 °36'9.61"E	WTT
Sungai Kumoro (hulu), Tambang Tengah.	UTM 51M 346259.03E 9534168.309N	4 °12'59.06" S 121 °37'4.58" E	WTT
Sungai Oko-oko (hilir),	UTM 51M 351309.112E	4 ° 18'23.79" S	WTS

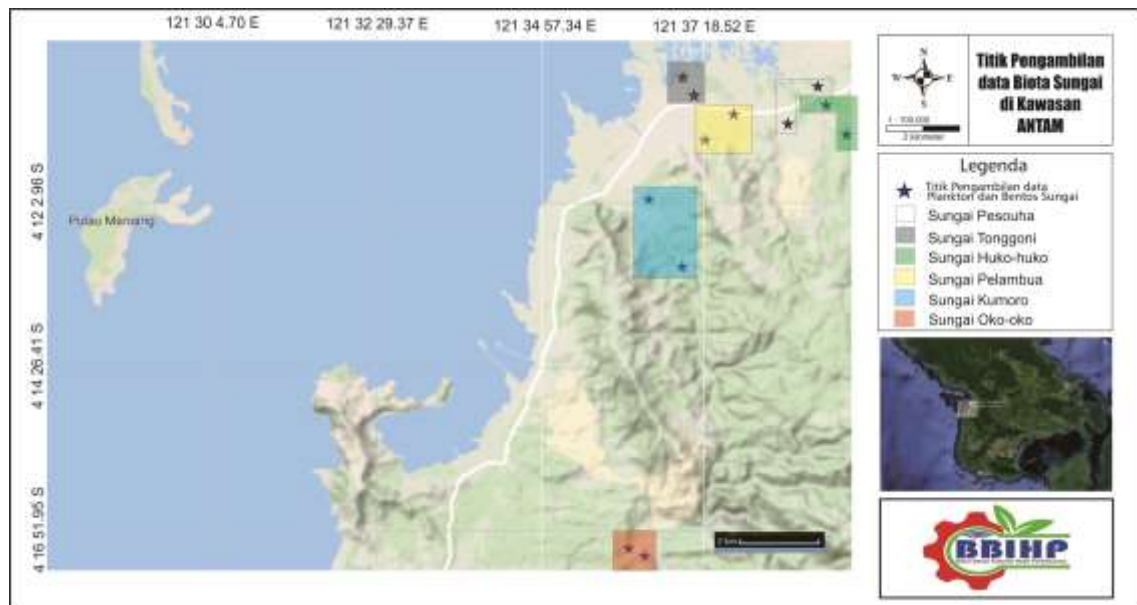
Tambang Selatan.	9537381.132N	121 ° 37' 4.58" E	
Sungai Oko-oko (hulu), Tambang Selatan.	UTM 51M 343617.284E 9523836.949N	4 °18'7.55" S 121 ° 35' 16.37" E	WTS

Keterangan:

WTU : Area Tambang Utara

WTT : Area Tambang Timur

WTS : Area Tambang Selatan



Gambar 3. 3 Titik pemantauan biota sungai.

III.2.2 Metode Pemantauan Bentos

Pemantauan bentos dilakukan dengan mengolah data bentos untuk memperoleh data kepadatan dan keanekaragaman spesies. Setelah sampel diambil, kemudian dilakukan pembersihan dan pengamatan secara visual untuk mendapatkan ciri-ciri morfologi, menghitung jumlah spesies dan jumlah individu masing-masing spesies, serta melakukan identifikasi mengacu kepada buku pedoman. Setelah diperoleh data berupa nama spesies dan jumlah spesies yang ditemukan kemudian dicari nilai kepadatan dan keanekaragaman populasi menggunakan rumus berikut:

1. Densitas

Untuk mengetahui densitas masing-masing spesies dicari jumlah individu suatu spesies per satuan luas.

$$Densitas = \frac{Jumlah\ individu}{Satuan\ luas} \dots\dots\dots(3.10).$$

2. Diversitas (Keanekaragaman Spesies)

Indeks diversitas dihitung menggunakan rumus Shannon-Wiener sebagai berikut:

$$H' = -\sum_{i=1}^s \frac{ni}{N} \ln \frac{ni}{N} \dots\dots\dots(3.11).$$

Keterangan :

H': Indeks keragaman Shanon-Wiener.

Ni : Jumlah organisme ke i.

N : Jumlah total organisme

III.2.3 Metode Pemantauan Plankton

Pengambilan sampel plankton dilakukan dengan mengambil 50 liter air, kemudian menyaringnya menggunakan planktonet (Fachrul, 2007; Nonji, 2008).Selanjutnya dipindahkan ke dalam botol sampel, kemudian ditambahkan pengawet Lugol dan diberi label sesuai dengan stasiunnya.

Sampel plankton tersebut kemudian dianalisis di laboratorium, untuk identifikasi jenis plankton,dan selanjutnya dilakukan analisis data. Identifikasi genera plankton, dilakukan berdasarkan karakteristik morfologi yang dicocokkan dengan referensi yaitu “*Planktonology*” (Sachlan, 1972), dan “*The Marine and Fresh-Water Plankton*” oleh (Davis, 1955).Kelimpahan fitoplankton dihitung berdasarkan metoda sapuan diatas *Sedgwick Rafter Counting Cell* (SRCC).Kelimpahan plankton dinyatakan secara kuantitatif dalam jumlah sel/liter. Dihitung berdasarkan rumus (Fachrul, 2008):

$$N = n \times \left(\frac{V_r}{V_0}\right) \times \left(\frac{1}{V_s}\right) \dots\dots\dots(3.11).$$

Diketahui :

N = Jumlah sel per liter.

N = jumlah sel yang diamati.

V_r = volume sampel (ml).

V₀ = Volume air yang diamati (pada SRC) (ml).

V_s = Volume air yang tersaring.

Untuk mengukur indeks keragaman (*diversity*) dan indeks keseragaman (*Regularity*) menggunakan rumus indeks keragaman Shannon-Wiener (H') dan Indeks Keseragaman Evenness berikut I (Fachrul, 2007):

$$H' = -\sum_{i=1}^s P_i \ln P_i \quad P_i = \frac{n_i}{N} \dots \dots \dots (3.12).$$

$$E = \frac{H'}{H'_{maks}} \quad H'_{Maks} = \ln s \dots \dots \dots (3.13).$$

Diketahui :

n_i = Jumlah individu jenis ke-I s = Jumlah spesies

N = Jumlah total individu

Kemudian dari kedua nilai H' dan E dicocokkan dengan standar tolak ukur yang akan memberikan gambaran mengenai kondisi lingkungan pada perairan yang dipantau.

III.3 Pemantauan Mangrove

III.3.1 Lokasi Pemantauan

Titik pemantauan mangrove dalam kegiatan pemantauan flora dan fauna ini dibedakan menjadi beberapa kategori sebagai berikut:

1. Area revegetasi, yakni area lahan mangrove yang telah dilakukan rehabilitasi.
2. Area tidak terganggu/*virgin*, yakni area mangrove yang tertutup vegetasi pada area IUP PT Antam Tbk UBPN Kolaka yang tidak mendapat gangguan akibat operasi perusahaan dan dapat menjadi gambaran rona awal pada area tersebut.

Setiap kategori pemantauan tersebut digunakan sebagai dasar analisis pengaruh operasi perusahaan terhadap keberadaan flora dan fauna yang berada di area tersebut. Lebih lanjut lagi titik-titik yang menjadi lokasi pemantauan mangrove dalam kegiatan pemantauan ini untuk masing-masing blok penambangan dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan koordinat lokasi pemantauan dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Koordinat Lokasi Pemantauan Mangrove Tahun 2022.

Nama Lokasi	Koordinat UTM	Koordinat Geografis	Lokasi
Area rehabilitasi mangrove, Pantai Harapan	UTM 51M 343854.674E 9536577.874N	4° 11' 28.98" S 121° 35' 35.40" E	WTU
Area virgin mangrove,	UTM 51M 344049.242E	4° 11' 36.72" S	WTU

Nama Lokasi	Koordinat UTM	Koordinat Geografis	Lokasi
Pantai Harapan	9536340.354N	121° 35' 41.69" E	
Area rehabilitasi mangrove, Pesisir Galangan	UTM 51M 345338.515E 9537672.028N	4° 10' 53.68" S 121° 36' 23.9" E	WTU
Area virgin mangrove, Pesisir Galangan	UTM 51M 345197.298E 9537652.884N	4° 10' 54.05" S 121° 36' 18.99" E	WTU
Area rehabilitasi mangrove, Sitado	UTM 51M 338088.713E 9529294.053N	4° 15' 25.78" S 121° 32' 27.97" E	WTS
Area virgin mangrove, Sitado	UTM 51M 337985.026E 9529430.942N	4° 15' 21.32" S 121° 32' 24.61" E	WTS

Keterangan:

WTU : Area Tambang Utara

WTU : Pesisir Galangan

WTS : Area Tambang Selatan



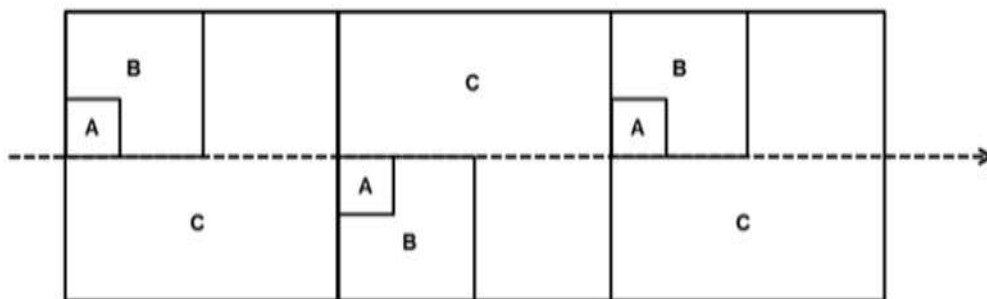
Gambar 3.4 Titik pemantauan mangrove

III.3.2 Metode Pemantauan Vegetasi Mangrove

Metode pemantauan vegetasi mangrove dilakukan dengan menggunakan ukuran sub-petak contoh untuk setiap tingkat pertumbuhan vegetasi yang diamati adalah sebagai berikut (Hidayat, 2010):

1. Sub Plot 2 x 2m untuk inventarisasi bibit (tumbuhan berkayu dengan tinggi $\leq 1,5$ m),
2. Sub plot 5 x 5m untuk inventarisasi pancang (tumbuhan berkayu dengan diameter < 10 cm dan tinggi $> 1,5$ m), serta
3. Sub plot 10 x 10m untuk inventarisasi pohon (tumbuhan berkayu dengan diameter ≥ 10 cm dan tinggi > 1.5 m)

Petak contoh dibuat dengan metode kombinasi antara metode jalur dengan metode garis berpetak. Arah jalur petak contoh dibuat memotong kontur atau tegak lurus garis pantai (tepi laut/selat). Adapun desain petak contoh tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut:



Gambar 3. 5 Desain petak contoh berupa jalur berpetak (Ghufrona, 2015).

III.3.3 Analisis Vegetasi Mangrove

Analisis vegetasi mangrove dilakukan dengan menggunakan rumus-rumus berikut (Fachrul, 2007; Mernisa & Oktamarsetyani, 2017).

- a. Kerapatan = $\frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Luas area sampling/total luas plot}}$
- b. Frekuensi = $\frac{\text{Jumlah plot ditemukannya jenis}}{\text{Jumlah seluruh plot}}$
- c. Dominansi = $\frac{\text{Jumlah luas bidang dasar suatu jenis}}{\text{Luas area sampling/total luas plot}}$

Keterangan :

Kriteria nilai indeks dominansi :

- $0 < C \leq 0.5$:Tidak ada jenis (spesies) yang mendominasi (komunitas stabil)
- $0.5 < C \leq 1$:Terdapat jenis (spesies) yang mendominasi (komunitas tidak stabil)

- d. Indeks Keanekaragaman

Indeks keanekaragaman dianalisis dengan menggunakan rumus Shannon-Wiener (Hutcheson, 1970); (Kassim et al., 2018) .

$$H' = - \sum_{i=1}^s \left(\frac{ni}{N} \right) \ln \left(\frac{ni}{N} \right)$$

Keterangan :

H' : Indeks keanekaragaman (shanon-Wiener)

ni : Jumlah total individu species (i)

N : Jumlah total individu seluruh jenis

S : Jumlah spesies yang ditemukan

Σ : jumlah dari spesies 1 ke spesies S

Data hasil pengukuran di lapangan, akan diolah untuk digunakan dalam menghitung luas bidang dasar sebagai dasar penentuan dominansi tumbuhan dengan menggunakan rumus:

$$LBDS = \pi/4.d^2$$

Dimana :

LBDS = Luas Bidang dasar

d = Diameter batang pohon

π = 3,14

III.3.4 Metode Pemantauan Fauna Mangrove

Pengambilan benthos pada area mangrove dilakukan dengan menggunakan metode purposive sampling menggunakan plot 1x1m yang diletakkan pada 10 titik di area ini. Pada setiap plot akan dilakukan penggalian dengan dimensi 25x25x15 cm, kemudian diayak menggunakan ayakan untuk memisahkan bentos dengan substratnya (Kumar dan Khan, 2013) .

Penggunaan metode purposive sampling bertujuan untuk memperoleh data kekayaan jenis yang maksimal pada setiap titik. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan ayakan atau drag sampler yang akan ditarik secara perlahan dibagian dasar, permukaan batu dan pinggiran sungai (Barkia *et al.*, 2014). Untuk sampel yang dapat terlihat oleh mata langsung diambil menggunakan tangan (Cameron dan Schroeter, 1980; Barkia *et al.*, 2014).

Metode pengambilan sampel fauna mangrove (aves) dan analisis data telah dijelaskan sebelumnya pada metode pemantauan fauna darat.

III.4 Pemantauan Biota Laut

III.4.1 Lokasi Pemantauan

Titik pemantauan dalam kegiatan pemantauan biota air di laut dibedakan menjadi beberapa kategori sebagai berikut:

1. Dekat aktivitas Antam yakni titik pemantauan pada laut yang berada pada lokasi yang dekat dengan aktivitas perusahaan dan berpotensi mendapatkan dampak dan masih memungkinkan mendapatkan data-data plankton, nekton dan bentos.
2. Jauh aktivitas Antam yakni titik pemantauan pada laut yang berada cukup jauh dari aktivitas perusahaan namun masih dalam satu kawasan dengan titik dekat aktivitas. Antam dan digunakan sebagai pembanding pengaruh operasi perusahaan terhadap biota laut.
3. Stasiun kontrol yakni titik pemantauan biota laut yang bertujuan mendapatkan data pada lokasi-lokasi yang cukup jauh dari berbagai gangguan baik berupa dampak dari aktivitas operasi perusahaan maupun gangguan yang bukan dari aktivitas Antam. Stasiun ini berada pada laut di tengah-tengah antara Tg. Leppe dan Pulau Maniang.

Khusus untuk pemantauan biota laut untuk aktivitas Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) titik pemantauan ditentukan mengacu kepada dokumen Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL) Pembangunan dan Operasi Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) dengan Kapasitas Maksimum 2x75 MW dan Fasilitas Penunjangnya di Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara, Tahun 2011. Pada RPL tersebut ditetapkan sembilan titik pemantauan biota laut berdasarkan hasil modelling terhadap persebaran air buangan dan arus laut. Pada RPL ini lokasi pemantauan biota laut berada pada beberapa lokasi yakni pada jarak 100 m, 500m dan 1000m dari titik outlet masing-masing ke arah utara, selatan dan barat dari titik outlet pembuangan air pendingin.

PT Antam Tbk UBPN Kolaka melakukan upaya rehabilitasi terumbu karang yang berada di keramba masyarakat Desa Hakatutobu. Pada lokasi ini terdapat dua stasiun pemantauan yakni di dalam keramba yang merupakan area rehabilitasi dan di luar keramba sebagai kontrol. Titik pemantauan Biota laut tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.4 dan koordinat lokasi pemantauan dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Koordinat Lokasi Pemantauan Biota Laut Tahun 2022.

Nama Lokasi	Koordinat UTM	Koordinat Geografis	Lokasi
Area Pemantauan Dekat dan Jauh Aktivitas Antam			
Pelabuhan Pomalaa 1 (dekat aktivitas Antam), Tambang Utara.	UTM 51M 0344657 9537816	4°10'48.71" S 121°36'1.48" E	WTU
Pelabuhan Pomalaa 2 (jauh aktivitas Antam), Tambang Utara.	UTM 51M 0344911 9538060	4°10'40.78" S 121°36'9.73 E	WTU
Latumbi 1 (dekat aktivitas Antam), Tambang Tengah	UTM 51M 341660.161E 9533873.709N	4°12'56.89" S 121°34'24.07" E	WTT
Latumbi 2 (jauh aktivitas Antam), Tambang Tengah.	UTM 51M 341118.204E 9534871.615N	4°12'24.37 E 121°34'6.55" E	WTT
Sitado 1(dekat aktivitas Antam), Tambang Selatan	UTM 51M 338049.259E 9529551.66N	4°15' 17.39" S 121°32' 26.7" E	WTS
Sitado 2 (jauh aktivitas Antam), Tambang Selatan	UTM 51M 339299.179 9528878.169	4°15'39.39 E 121°33'7.2" E	WTS
Tg. Leppe 1 (dekat aktivitas Antam), Tambang Selatan.	UTM 51M 0338685 9531322	4°14'19.79" S 121°32'47.43" E	WTS
Tg. Leppe 2 (jauh aktivitas Antam), Tambang Selatan.	UTM 51M 0338947E 9532522N	4°13'40.74" S 121°32'56.0" E	WTS
Watu Kilat 1 (dekat aktivitas Antam), Tambang Selatan.	UTM 51M 336449.003E 9527816.985N	4°16'13.77" S 121°31'34.7 E	WTS
Watu Kilat 2 (jauh aktivitas Antam), Tambang Selatan.	UTM 51M 0335523 9528941	4°15'37.12" S 121°31'4.74" E	WTS
Pulau Maniang 1 (dekat aktivitas Antam), Pulau Maniang.	UTM 51M 0332423 9536134	4°11'42.74" S 121°29'24.66" E	PM

Nama Lokasi	Koordinat UTM	Koordinat Geografis	Lokasi
Pulau Maniang 2 (jauh aktivitas Antam), Pulau Maniang.	UTM 51M 0334450 9536889	4°11'18.28" S 121°30'30.44" E	PM
PLTU			
PLTU AL 2 (100m arah utara), Tambang Utara.	UTM 51M 0343432 9538334	4°10'31.78" S 121°35'21.79" E	WTU
PLTU AL 3 (500m arah utara), Tambang Utara.	UTM 51M 0343937 9538679	4°10'20.57" S 121°35'38.18" E	WTU
PLTU AL 4 (1000m arah utara), Tambang Utara	UTM 51M 0344330 9539213	4°10'3.21" S 121°35'50.96" E	WTU
PLTU AL 5 (100m arah Selatan), Tambang Utara.	UTM 51M 343354.06E 9538466.508N	4°10'27.44" S 121°35'19.27" E	WTU
PLTU AL 6 (500m arah selatan), Tambang Utara.	UTM 51M 342961.676E 9538404.576N	4°10'29.44" S 121°35'6.54" E	WTU
PLTU AL 7 (1000m arah selatan), Tambang Utara.	UTM 51M 342827 9537809	4°10'48.83" S 121°35'2.14" E	WTU
PLTU AL 8 (100m arah Barat), Tambang Utara.	UTM 51M 343207.058E 9538455.078N	4°10'27.81" S 121°35'14.5" E	WTU
PLTU AL 9 (500m arah Barat), Tambang Utara.	UTM 51M 0342910 9538917	4°10'12.76" S 121°35'4.89" E	WTU
PLTU AL 10 (1000m arah Barat), Tambang Utara.	UTM 51M 0342566 9539210	4°10'3.2" S 121°34'53.76" E	WTU
Stasiun antara Tg. Leppe dan Pulau Maniang			
Leppe-Maniang 1 (Stasiun antara Tg. Leppe – P. Maniang).	UTM 51M 336547.06 9533611.937	4°13' 5.1" S 121° 31' 38.24"E	LM
Leppe-Maniang 2 (Stasiun antara Tg. Leppe – P. Maniang).	UTM 51M 0337373 9534720	4°12'29.08" S 121°32'5.09" E	LM

Nama Lokasi	Koordinat UTM	Koordinat Geografis	Lokasi
Rehabilitasi Terumbu Karang Desa Hakatutobu			
Hakatutobu 1 (dalam keramba), Tambang Selatan.	UTM 51M 0340740 9530934	4°14'32.55" S 121°33'54.05" E	WTS
Rehabilitasi Karang Pantai Slag	UTM 51S 343769.371E 9538070.939N	4°10'40.35" S 121°35'32.71" E	WTU

Keterangan:

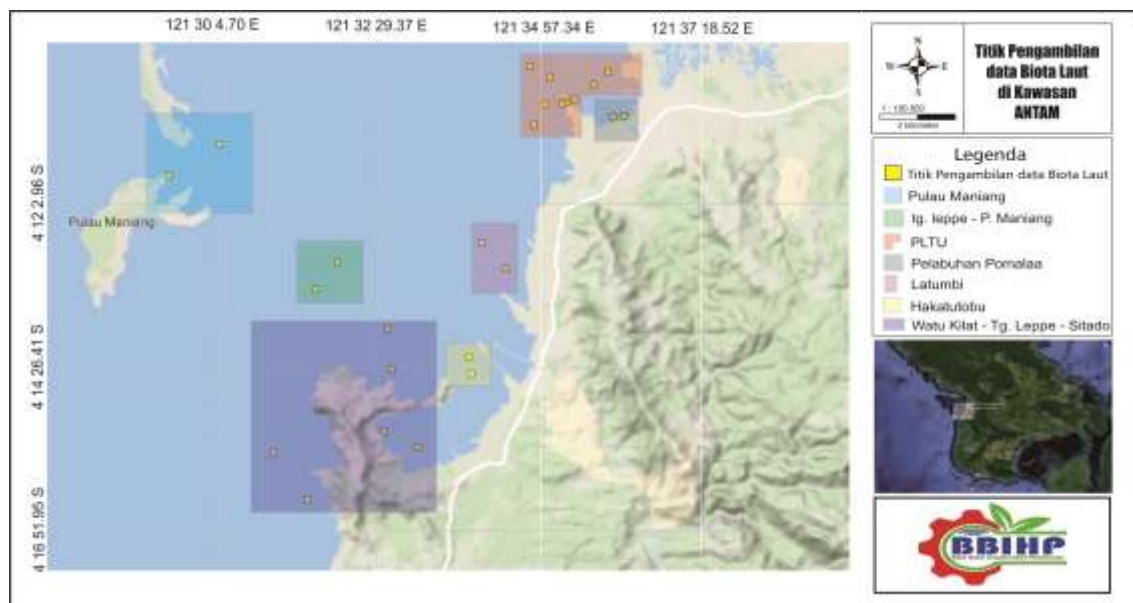
WTU : Area Tambang Utara

WTT : Area Tambang Timur

WTS : Area Tambang Selatan

PM : Pulau Maniang

LM : Leppe – Maniang



Gambar 3. 6 Titik pemantauan biota laut.

III.4.2 Metode Pemantauan Terumbu Karang

Pengambilan data karang dilakukan dengan menggunakan metode transek garis (*line transect*) yang mengacu pada standar *Reef Check International*. Meteran sepanjang 100 meter dibentangkan di setiap stasiun pada *reef flat* dan *reef slop*. Transek sepanjang 100 meter dibagi menjadi empat segmen. Masing-masing segmen dipisahkan dengan jarak 5m ($20 + 5 + 20 + 5 + 20 + 5 + 20 = 95$).

Data karang diambil disepanjang garis transek yang berada di bawah meteran pada setiap interval 0.5 meter dimulai dari 0.0 m, 0.5 m, 1.0 m, 1.5 m dan seterusnya hingga 19.5 m 40 titik data per 20 meter bagian transek. Data yang telah terkumpul kemudian diolah dengan menggunakan *software reef check*.

Kategori jenis substrat yang diamati mengacu pada standar *Reef Check International*, yakni sebagai berikut:

1. *Hard Coral* (HC): Karang keras termasuk karang hidup yang memutih, karang api (*Millepora*), karang biru (*Heliopora*) dan karang pipa (*Tubipora*).
2. *Soft Coral* (SC): Karang lunak, termasuk *zoanthids*, tapi bukan anemone laut.
3. *Nutrient Indikator Alga* (NIA): Alga indikator nutrient, kecuali koralin alga, *Halimeda*, dan turf alga.
4. *Recently Killed Coral* (RKC): Karang yang baru saja mati dalam waktu kurang dari satu tahun, strukturnya masih lengkap/belum terkikis.
5. *Sponge* (SP): Spons kecuali Tunikata.
6. *Rock* (RC): Batu, substrat apapun yang ditutup turf alga atau koralin alga, dan karang yang mati lebih dari setahun, dalam literature lain disebut sebagai *Dead Coral Algae* (DCA).
7. *Rubble* (RB): Pecahan karang dengan diameter arah terpanjang 0.5 dan 15 cm.
8. *Sand* (SD): Pasir atau partikel yang ukurannya yang lebih kecil dari 0.5 cm.
9. *Silt/clay* (SI): Lumpur atau lempung.
10. *Other* (OT): semua organisme diam/tidak bergerak termasuk anemone laut, tunikata, gorgonian atau substrat abiotik.

Kondisi ekosistem terumbu karang pada lokasi pemantauan ditentukan berdasarkan persentase tutupan karang hidup (HC) dengan kriteria CRITC-COREMAP LIPI menurut Gomez & Yap (1988) sebagai berikut:

- **Rusak** apabila persen tutupan karang hidup antara **0-24,9%**.
- **Sedang** apabila persen tutupan karang hidup antara **25-49,9%**.
- **Baik** apabila persen tutupan karang hidup antara **50-74,9%**.
- **Sangat Baik** apabila persen tutupan karang hidup **75-100%**.

III.4.3 Metode Pemantauan Bentos/Invertebrata

Pemantauan invertebrata dilakukan dengan metode transek sabuk (*belt transect*) sepanjang 100 meter yang mengacu pada standar *Reef Check*

International. Disepanjang garis transek terdapat empat sabuk/plot yang memiliki ukuran panjang 20 meter dan lebar 5 meter. Pada saat pengambilan data, penyelam bergerak membentuk huruf “S” secara perlahan disepanjang garis transek untuk menghitung invertebrata indikator. Posisi terbaik untuk mendata invertebrata adalah wajah menghadap kebawah dan kaki di atas. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua celah batu dan karang telah diperiksa dengan baik. Data yang telah terkumpul kemudian diolah dengan menggunakan *software Reef Check*.

Kategori indikator keberadaan karang berdasarkan standar *Reef Check International*, adalah sebagai berikut:

1. *Banded Coral Shrimp*: Udang karang *Stenopus hispidus*.
2. *Diadema Urchin*: Bulu babi jenis *Diadema* spp., *Echinothrix diadema*.
3. *Pencil urchin*: Bulu babi duri pencil *Heterocentrotus mammillatus*.
4. *Collector Urchin*: Bulu babi jenis *Tripneustes* spp.
5. *Crown Of Thorns (COTs)*: Bulu seribu *Acanthaster planci*.
6. *Triton*: kerang triton *Charonia triton.s*
7. *Lobster Panulirus versicolor*.
8. *Giant Clam*: Kima *Tridacna* spp.
9. *Sea Cucumber*: Teripang dengan jenis *Thelenata ananas*, *Stichopus cloronatus*, dan *Holothuria edulis*.

III.4.4 Metode Pemantauan Ikan

Pemantauan ikan/*nekton* dilakukan dengan metode UVC (*Underwater Visual Census*). Disepanjang garis transek sepanjang 100 meter, lebar 5 meter (2,5 meter ke kiri dan 2,5 meter ke kanan) titik tengah berpatokan pada garis transek, dan tinggi 5 meter. Sehingga penyelam seolah akan melakukan pengamatan di dalam akuarium besar yang berukuran 100 x 5 x 5 meter. Setelah menggelar transek, penyelam harus menunggu selama 15 menit sebelum memulai survei.

Untuk identifikasi jenis ikan karang dilakukan secara langsung di lapangan (untuk jenis ikan yang dikenali pada saat pengamatan) dan merujuk pada *Pictorial Guide To : Indonesian Reef Fishes Part 1 – 3 Rudie* (Kuitert H. & Tonozuka T, 2001) dan *Reef fish identification tropical pacific. New World Publication* (Allen *et al.* 2003; Allen, 2005).

Dalam penelitian ikan karang, ikan dikelompokkan kedalam 3 kategori (Manuputty A. E. W, 2009), yakni :

a. **Ikan target** : ialah kelompok ikan yang menjadi target nelayan, umumnya merupakan ikan pangan dan bernilai ekonomis. Kelimpahannya dihitung secara ekor per ekor (kuantitatif). Untuk kegiatan di lokasi DPL, kelompok ikan target utama yang disensus terdiri dari suku :

1. Suku Serranidae (kelompok ikan kerapu)
2. Suku Lutjanidae (kelompok ikan kakap)
3. Suku Lethrinidae (kelompok ikan lencam)
4. Suku Haemulidae (kelompok ikan bibir tebal)

Sebagai catatan, untuk kelompok ikan target tersebut diatas juga harus dibatasi ukurannya, yaitu yang ber-ukuran > 20 cm.

b. **Ikan indikator** : ialah kelompok ikan karang yang dijadikan sebagai indikator kesehatan terumbu Dalam penelitian ini kelompok ikan indikator diwakili oleh suku Chaetodontidae (kelompok ikan kepe-kepe). Kelimpahannya dihitung secara kuantitatif.

c. **Ikan lain (Mayor Famili)** : ialah kelompok ikan karang yang selalu dijumpai di terumbu karang yang tidak termasuk dalam kedua kategori tersebut di atas. Pada umumnya peran utamanya belum diketahui secara pasti selain berperan di dalam rantai makanan. Kelompok ini terdiri dari ikan-ikan kecil < 20 cm yang dimanfaatkan sebagai ikan hias. Kelimpahannya dihitung secara (kuantitatif). Untuk ikan lainnya yang mempunyai sifat bergerombol (*schooling*), kelimpahan dihitung dengan cara taksiran (semi kuantitatif).

Data ikan karang yang didapatkan selanjutnya dilakukan analisis berdasarkan indeks keanekaragaman (H), Indeks dominansi (C) dan Kelimpahan ikan pada tiap lokasi pengamatan menggunakan software *Past4.03* (Hummer *et al.* 2001).

Untuk menghitung indeks keanekaragaman ikan karang digunakan indeks keanekaragaman ikan karang digunakan indeks keanekaragaman ShannonWiener (Brower *et al.*, 1989), sebagai berikut:

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

Keterangan :

H' = Indeks Keanekaragaman

n_i = Jumlah individu setiap spesies

N = Jumlah individu seluruh spesies.

Kisaran nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener, (Krebs, 1985) yaitu:

$H' < 1,0$: Rendah

$1,0 < H' < 3,322$: Sedang

$H' > 3,322$: Tinggi

Indeks Dominansi dihitung dengan menggunakan rumus “*Index of Dominance*” dari Simpson (Brower *et al.*, 1989).

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

Keterangan:

C = Dominansi Simpson

n_i = Jumlah individu tiap spesies

N = Jumlah individu seluruh spesies.

Kisaran nilai indeks dominansi, (Simpson, 1949 dalam Odum, 1998) sebagai berikut:

$0,00 < D < 0,50$: Rendah

$0,50 < D < 0,75$: Sedang

$0,75 < D < 1,00$: Tinggi

Kelimpahan ikan karang adalah jumlah ikan karang yang ditemukan pada suatu stasiun pengamatan persatuan luas transek pengamatan. Kelimpahan ikan karang dapat dihitung dengan rumus (Odum, 1998):

$$X = \frac{X_i}{n}$$

Keterangan X : kelimpahan ikan karang

X_r : jumlah ikan pada stasiun pengamatan ke- i

n : luas transek pengamatan : (30 X 2)m.

III.4.5 Metode Pemantauan Plankton

Metode pengambilan sampel dan analisis data pemantauan plankton pada plankton laut sama dengan metode dan analisis data pada plankton sungai.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Flora dan Fauna Darat

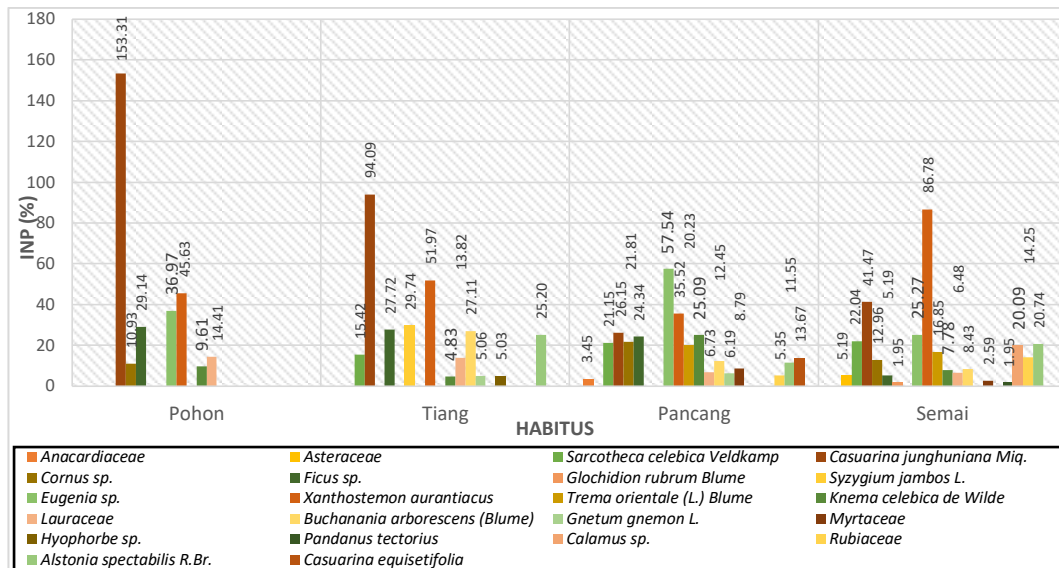
IV.1.1 Flora Darat

Pemantauan flora darat yang ada di Wilayah PT Antam Tbk dilakukan untuk memperoleh Indeks Nilai Penting (INP) masing-masing jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitusnya. Nilai INP diperoleh dari perhitungan analisis vegetasi tumbuhan. Analisis vegetasi terhadap suatu ekosistem perlu dilakukan untuk mengetahui keanekaragaman hayati dan jenis vegetasi yang terdapat di ekosistem tersebut sehingga mempermudah dalam melakukan pemeliharaan dan pemberdayaan ekosistem. Analisis vegetasi memerlukan data jenis, jumlah, dan diameter tumbuhan untuk menentukan Indeks Nilai Penting (INP) sehingga memperoleh informasi kuantitatif tentang struktur dan komposisi suatu komunitas tumbuhan (Heriyanto & Subiandono, 2016). Struktur vegetasi yang diperoleh berupa bentuk pertumbuhan stratifikasi berdasarkan tingkatan habitusnya yaitu pohon, tiang, pancang dan semai. Indriyanto (2012) menjelaskan bahwa deskripsi suatu vegetasi diperlukan beberapa parameter kuantitatif antara lain densitas (kerapatan), frekuensi, dominansi (*dominance*), indeks nilai penting (*important value index*), dan indeks keanekaragaman hayati (*index of diversity*).

Pemantauan flora pada semester I tahun 2022 dilakukan pada 10 (sepuluh) area yang berbeda berdasarkan kondisi ekosistemnya, yaitu pada area virgin (alami), area revegetasi tahun 2015 (N7), area revegetasi tahun 2016 (N6), area revegetasi tahun 2017 (N5), area revegetasi tahun 2018 (N4), area revegetasi tahun 2019 (N3), area revegetasi tahun 2020 (N2), area revegetasi tahun 2021 (N1), area terganggu (N0), dan Wilayah Tambang Pulau Maniang.

IV.1.1.1 Wilayah Virgin (Alami)

Analisis vegetasi berdasarkan Indeks Nilai Penting (INP) pada area virgin (alami) dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4. 1 Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Virgin (Alami)

Pemantauan flora pada area virgin dilakukan pada tiga lokasi yaitu Bukit VI Wilayah Tambang Utara (203 mdpl), Bukit TLC.1 Wilayah Tambang Tengah (147 mdpl), dan Bukit H Wilayah Tambang Selatan (87 mdpl). Adapun informasi parameter lingkungan berupa suhu udara berkisar 27,0°C–28,9°C, kelembapan udara antara 42,5%–80,5%, intensitas cahaya 1.065 lux–1.690 lux, kelembapan tanah 50%-70%, dan pH tanah 7,0–7,8.

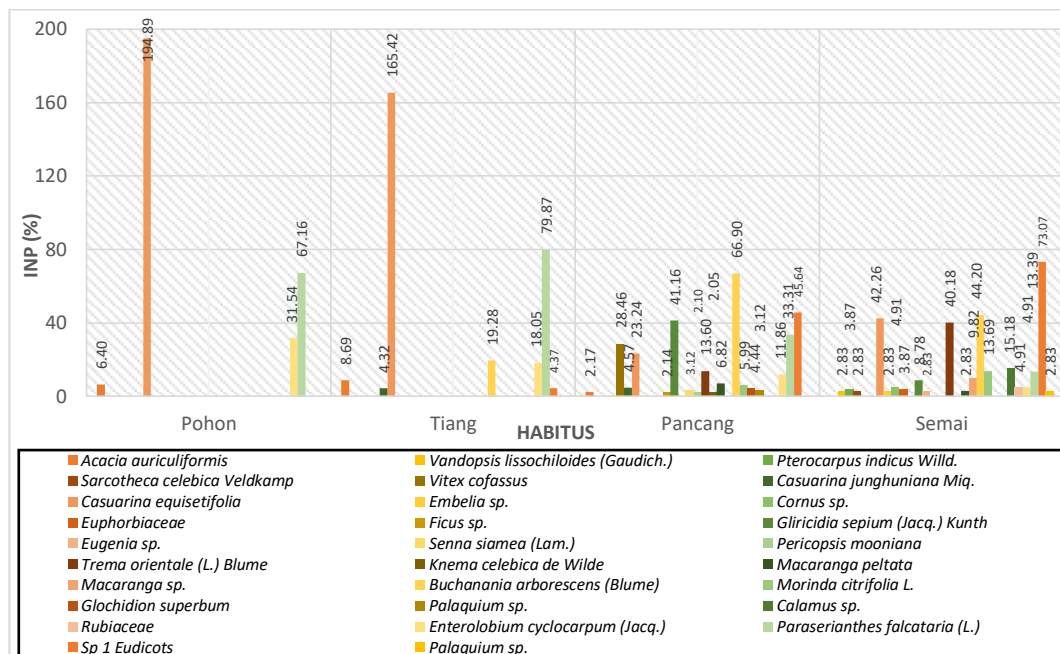
Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) menunjukkan bahwa terdapat 7 jenis tumbuhan yang berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) di area virgin (alami), INP tertinggi dari jenis Cemara gunung *Casuarina junghuhniana* Miq. (153,32%) dan terendah dari jenis Knema *Knema celebica* de Wilde. (9,61%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus tiang (diameter batang >10 cm-<20 cm) terdapat 11 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Cemara gunung *Casuarina junghuhniana* Miq. (94,09%) dan terendah dari jenis Knema *Knema celebica* de Wilde. (4,83%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) terdapat 16 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Jambu-jambu *Eugenia* sp. (57,54%) dan terendah dari jenis famili Anacardiaceae (3,45%). Sedangkan nilai INP tumbuhan berhabitus semai terdapat 17 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Kayu besi *Xanthostemon aurantiacus* (Brongn. & Gris) Schltr (86,78%) dan INP terendah ada dua jenis

tumbuhan yaitu Dempul lelet *Glochidion rubrum* Blume. dan Pandan duri *Pandanus tectorius* dengan nilai INP (1,95%).

Data pemantauan menunjukkan bahwa struktur dan komposisi jenis vegetasi yang berada di dalam plot pemantauan di area virgin (alami) terdapat 22 jenis tumbuhan. Dari seluruh jenis tumbuhan tersebut ditemukan lima jenis tumbuhan yang mempunyai habitus hidup lengkap mulai dari tingkat semai, pancang, tiang dan pohon yaitu dari jenis Kayu besi, Cemara gunung, Ficus, Knema, dan famili Lauraceae, sedangkan 17 jenis tumbuhan lainnya tidak mempunyai tingkat vegetasi yang lengkap. Vegetasi tumbuhan yang berhabitus tidak lengkap pada setiap tingkatan disebabkan oleh berbagai kemungkinan, misalnya adanya jenis-jenis tertentu yang hilang dan mati akibat keadaan tempat tumbuh terganggu dan ada pula jenis tersebut berada di luar petak pengamatan. Sedangkan vegetasi tumbuhan yang berhabitus lengkap memiliki potensi sebagai sumber bibit untuk revegetasi.

IV.1.1.2 Area Revegetasi Tahun 2015 (N7)

Analisis vegetasi berdasarkan Indeks Nilai Penting (INP) pada Area Revegetasi tahun 2015 (N7) dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Revegetasi tahun 2015 (N7)

Pemantauan flora di Area Revegetasi tahun 2015 (N7) dilakukan pada dua lokasi yaitu Bukit III (Revegetasi 2015) Wilayah Tambang Utara (188 mdpl) dengan luas 11,50 ha dan Bukit TLE-TLF (Revegetasi 2015) Wilayah Tambang Tengah (222 mdpl) dengan luas 20,69 ha. Adapun informasi parameter lingkungan berupa suhu udara berkisar 26,7°C–29,6°C, kelembapan udara 46,8%-82,3%, intensitas cahaya 1.644 lux–1.380 lux, kelembapan tanah 20%, dan pH tanah 7.0.

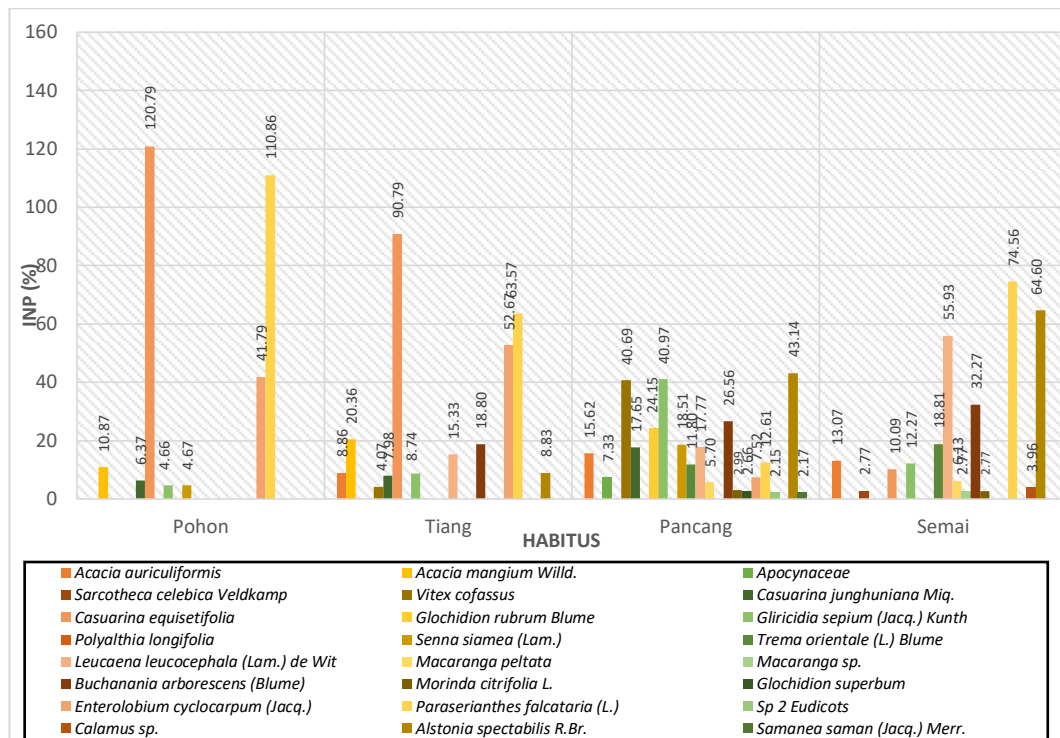
Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) menunjukkan bahwa terdapat 4 jenis tumbuhan yang berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) di Area Revegetasi tahun 2015 (N7), INP tertinggi dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (194,89%) dan terendah dari jenis Akasia daun kecil *Acacia auriculiformis* (6,40%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus tiang (diameter batang >10 cm - <20 cm) terdapat 7 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (165,42%) dan terendah dari jenis Cemara gunung *Casuarina junghuhniana* Miq. (4,32%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) terdapat 18 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescens* Blume. (66,90%) dan terendah dari jenis Knema *Knema celebica* de Wilde. (2,05%). Sedangkan nilai INP tumbuhan berhabitus semai terdapat 20 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (73,07%) dan INP terendah ada enam jenis tumbuhan yaitu Anggrek vanda merah *Vandopsis lissochiloides* (Gaudich.), Belimbing hutan *Sarcotheca celebica* Veldkamp., Daun jembelu *Embelia* sp., Jambu-jambu *Eugenia* sp., Mahang hijau *Macaranga peltata*, dan *Palaquium* sp. dengan nilai INP (2,83%).

Data pemantauan menunjukkan bahwa struktur dan komposisi jenis vegetasi yang berada di dalam plot pemantauan di Area Revegetasi tahun 2015 (N7) terdapat 29 jenis tumbuhan. Dari seluruh jenis tumbuhan tersebut ditemukan tiga jenis tumbuhan yang mempunyai habitus hidup lengkap mulai dari tingkat semai, pancang, tiang dan pohon yaitu dari jenis Cemara laut, Sengon buto dan Sengon laut, sedangkan 26 jenis tumbuhan lainnya tidak mempunyai tingkat vegetasi yang lengkap. Vegetasi tumbuhan yang berhabitus tidak lengkap pada setiap tingkatan disebabkan oleh berbagai kemungkinan, misalnya adanya jenis-

jenis tertentu yang hilang dan mati akibat keadaan tempat tumbuh terganggu dan ada pula jenis tersebut berada di luar petak pengamatan. Sedangkan vegetasi tumbuhan yang berhabitus lengkap memiliki potensi sebagai sumber bibit untuk revegetasi.

IV.1.1.3 Area Revegetasi Tahun 2016 (N6)

Analisis vegetasi berdasarkan Indeks Nilai Penting (INP) pada Area Revegetasi tahun 2016 (N6) dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Revegetasi tahun 2016 (N6)

Pemantauan flora di Area Revegetasi tahun 2016 (N6) dilakukan pada dua lokasi yaitu Bukit I Wilayah Tambang Utara (103 mdpl) dengan luas 4,35 ha, dan Bukit TY.2 Tambang Tengah (143 mdpl) dengan luas 3,40 ha. Adapun informasi parameter lingkungan berupa suhu udara berkisar 27,0°C–27,7°C, kelembapan udara 79,7%–8,80%, intensitas cahaya 1.324 lux-1.330 lux, kelembapan tanah 20%–45%, dan pH tanah 7,5 – 7,8.

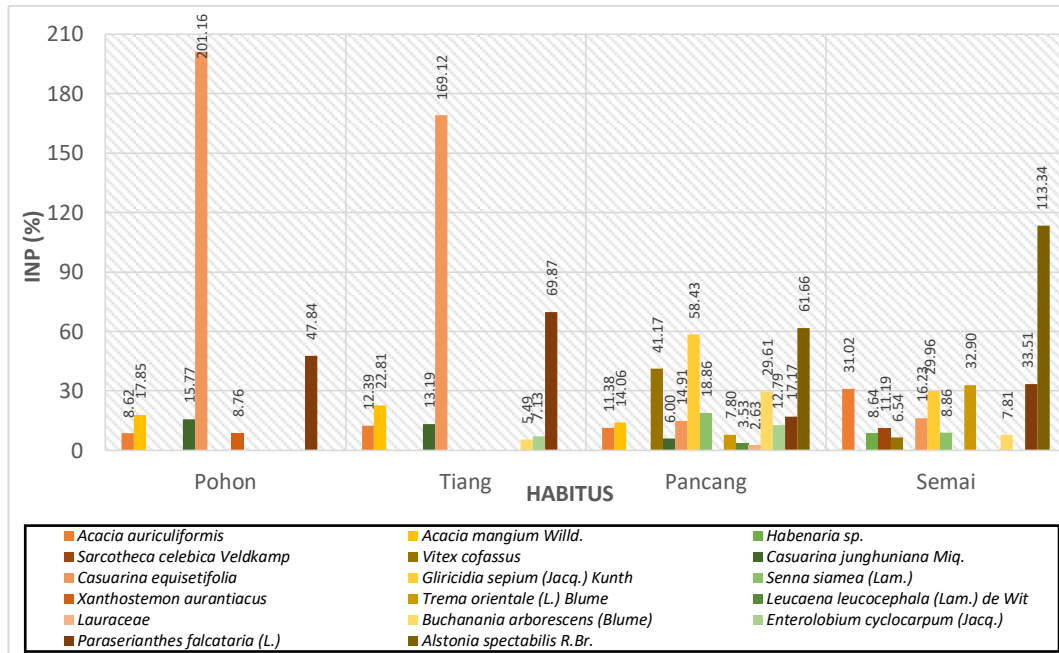
Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) menunjukkan bahwa terdapat 7 jenis tumbuhan yang berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) di Area Revegetasi tahun 2016 (N6), INP tertinggi dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (120,79%) dan terendah dari jenis Gamal *Gliricidia sepium* (Jacq.)

Kunth (4,66%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus tiang (diameter batang >10 cm - <20 cm) terdapat 11 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (90,79%) dan terendah dari jenis Bitti *Vitex cofassus* (4,07%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) terdapat 18 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (43,14%) dan terendah dari jenis Sp 2 Eudicots (2,15%). Sedangkan nilai INP tumbuhan berhabitus semai terdapat 13 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Sengon laut *Paraserianthes falcataria* L. (74,56%) dan INP terendah ada tiga jenis tumbuhan yaitu Belimbing hutan *Sarcotheca celebica* Veldkamp., Mahan merah *Macaranga* sp., dan Mengkudu *Morinda citrifolia* L. dengan nilai INP (2,77%).

Data pemantauan menunjukkan bahwa struktur dan komposisi jenis vegetasi yang berada di dalam plot pemantauan di Area Revegetasi tahun 2016 (N6) terdapat 24 jenis tumbuhan. Dari seluruh jenis tumbuhan tersebut ditemukan dua jenis tumbuhan yang mempunyai habitus hidup lengkap mulai dari tingkat semai, pancang, tiang dan pohon yaitu dari jenis Gamal dan Sengon laut, sedangkan 22 jenis tumbuhan lainnya tidak mempunyai tingkat vegetasi yang lengkap. Vegetasi tumbuhan yang berhabitus tidak lengkap pada setiap tingkatan disebabkan oleh berbagai kemungkinan, misalnya adanya jenis-jenis tertentu yang hilang dan mati akibat keadaan tempat tumbuh terganggu dan ada pula jenis tersebut berada di luar petak pengamatan. Sedangkan vegetasi tumbuhan yang berhabitus lengkap memiliki potensi sebagai sumber bibit untuk revegetasi.

IV.1.1.4 Area Revegetasi Tahun 2017 (N5)

Analisis vegetasi berdasarkan Indeks Nilai Penting (INP) pada Area Revegetasi tahun 2017 (N5) dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.4 Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Revegetasi tahun 2017 (N5)

Pemantauan flora di Area Revegetasi tahun 2017 (N5) dilakukan pada dua lokasi yaitu Bukit VI Wilayah Tambang Utara (213 mdpl) dengan luas 5,20 ha dan Bukit TY.2 Wilayah Tambang Tengah (120 mdpl) dengan luas 13,56 ha. Adapun informasi parameter lingkungan berupa suhu udara berkisar 27,7°C–29,8°C, kelembapan udara 67,1%-76,7%, intensitas cahaya 1.860 lux–1.900 lux, kelembapan tanah 10%–20%, dan pH tanah 8.

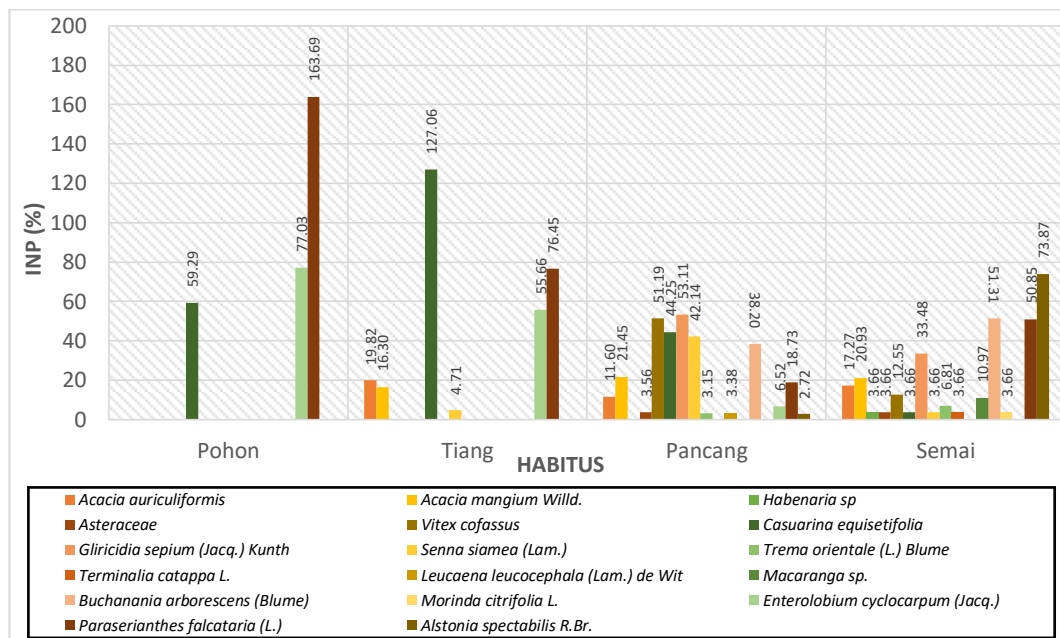
Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) menunjukkan bahwa terdapat 6 jenis tumbuhan yang berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) di Area Revegetasi tahun 2017 (N5), INP tertinggi dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (201,16%) dan terendah dari jenis Akasia daun kecil *Acacia auriculiformis* (8,62%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus tiang (diameter batang >10 cm-<20 cm) terdapat 7 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (169,12%) dan terendah dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescens* Blume. (5,49%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) terdapat 14 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Tiro-tiro *Alstonia spectabilis* R.Br. (61,66%) dan terendah dari jenis famili Lauraceae (2,63%). Sedangkan nilai INP tumbuhan berhabitus semai terdapat 11 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari

jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (113,34%) dan INP terendah dari jenis *Bitti Vitex cofassus* (6,54%).

Data pemantauan menunjukkan bahwa struktur dan komposisi jenis vegetasi yang berada di dalam plot pemantauan di Area Revegetasi tahun 2017 (N5) terdapat 17 jenis tumbuhan. Dari seluruh jenis tumbuhan tersebut ditemukan tiga jenis tumbuhan yang mempunyai habitus hidup lengkap mulai dari tingkat semai, pancang, tiang dan pohon yaitu dari jenis Akasia daun kecil, Cemara laut, dan Sengon laut, sedangkan 14 jenis tumbuhan lainnya tidak mempunyai tingkat vegetasi yang lengkap. Vegetasi tumbuhan yang berhabitus tidak lengkap pada setiap tingkatan disebabkan oleh berbagai kemungkinan, misalnya adanya jenis-jenis tertentu yang hilang dan mati akibat keadaan tempat tumbuh terganggu dan ada pula jenis tersebut berada di luar petak pengamatan. Sedangkan vegetasi tumbuhan yang berhabitus lengkap memiliki potensi sebagai sumber bibit untuk revegetasi.

IV.1.1.5 Area Revegetasi Tahun 2018 (N4)

Analisis vegetasi berdasarkan Indeks Nilai Penting (INP) pada Area Revegetasi tahun 2018 (N4) dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Revegetasi tahun 2018 (N4)

Pemantauan flora di Area Revegetasi tahun 2018 (N4) dilakukan pada dua lokasi yaitu Bukit Fortuner (65 mdpl) dengan luas 6,7 ha dan Bukit QT (35 mdpl)

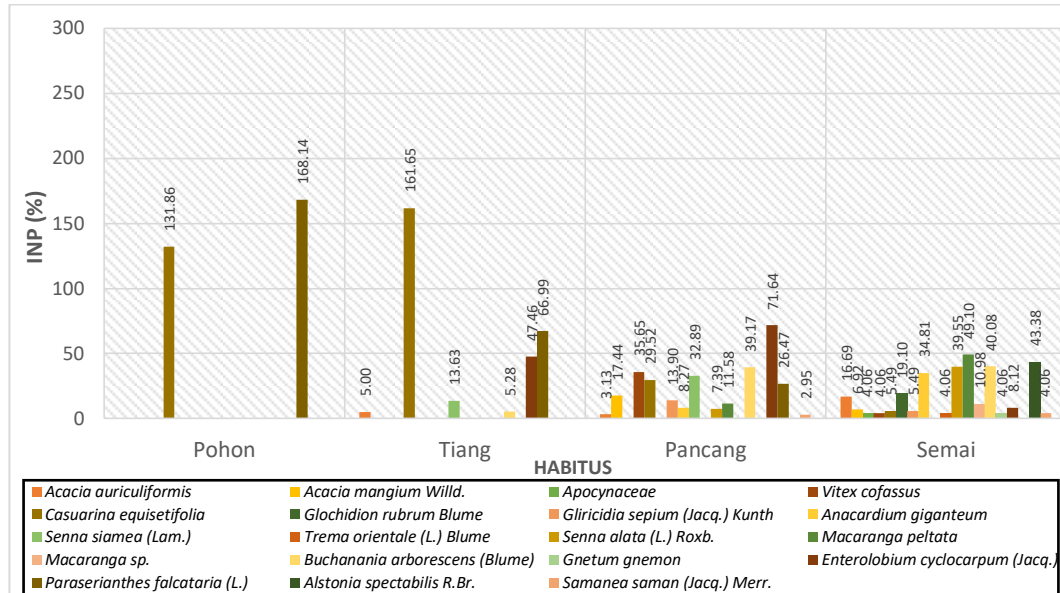
dengan luas 5,38 ha, Wilayah Tambang Selatan. Adapun informasi parameter lingkungan berupa suhu udara berkisar 30°C–31°C, kelembapan udara 60,0%–65,5%, intensitas cahaya 1.680 lux–1.763 lux, kelembapan tanah 20%–40%, dan pH tanah 7,0–8,0.

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) menunjukkan bahwa terdapat 3 jenis tumbuhan yang berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) di Area Revegetasi tahun 2018 (N4), INP tertinggi dari jenis Sengon laut *Paraserianthes falcataria* L. (163,69%) dan terendah dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (59,29%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus tiang (diameter batang >10 cm–<20 cm) terdapat 6 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (127,06%) dan terendah dari jenis Johar *Senna siamea* Lam. (4,71%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) terdapat 13 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Gamal *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth (53,11%) dan terendah dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (2,72%). Sedangkan nilai INP tumbuhan berhabitus semai terdapat 15 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (73,87%) dan INP terendah dari 6 jenis tumbuhan yaitu Anggrek hutan *Habenaria* sp., famili Asteraceae, Cemara laut *Casuarina equisetifolia*, Johar *Senna siamea* Lam., Ketapang *Terminalia catappa* L., dan Mengkudu *Morinda citrifolia* L. dengan nilai INP (3,66%).

Data pemantauan menunjukkan bahwa struktur dan komposisi jenis vegetasi yang berada di dalam plot pemantauan di Area Revegetasi tahun 2018 (N4) terdapat 17 jenis tumbuhan. Dari seluruh jenis tumbuhan tersebut ditemukan dua jenis tumbuhan yang mempunyai habitus hidup lengkap mulai dari tingkat semai, pancang, tiang dan pohon yaitu dari jenis Cemara laut dan Sengon laut, sedangkan 15 jenis tumbuhan lainnya tidak mempunyai tingkat vegetasi yang lengkap. Vegetasi tumbuhan yang berhabitus tidak lengkap pada setiap tingkatan disebabkan oleh berbagai kemungkinan, misalnya adanya jenis-jenis tertentu yang hilang dan mati akibat keadaan tempat tumbuh terganggu dan ada pula jenis tersebut berada di luar petak pengamatan. Sedangkan vegetasi tumbuhan yang berhabitus lengkap memiliki potensi sebagai sumber bibit untuk revegetasi.

IV.1.1.6 Area Revegetasi Tahun 2019 (N3)

Analisis vegetasi berdasarkan Indeks Nilai Penting (INP) pada Area Revegetasi tahun 2019 (N3) dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut.



Gambar 4.6 Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Revegetasi tahun 2019 (N3)

Pemantauan flora di Area Revegetasi tahun 2019 (N3) dilakukan pada dua lokasi yaitu Bukit Triton (113 mdpl) dengan luas 12,55 ha dan Bukit Q (17 mdpl) dengan luas 7,47 ha, Wilayah Tambang Selatan. Adapun informasi parameter lingkungan berupa suhu udara berkisar 27,0°C–35,1°C, kelembapan udara 48,0%–72,0%, intensitas cahaya 1.385 lux–1.653 lux, kelembapan tanah 10%–60%, dan pH tanah 7,5–8,0.

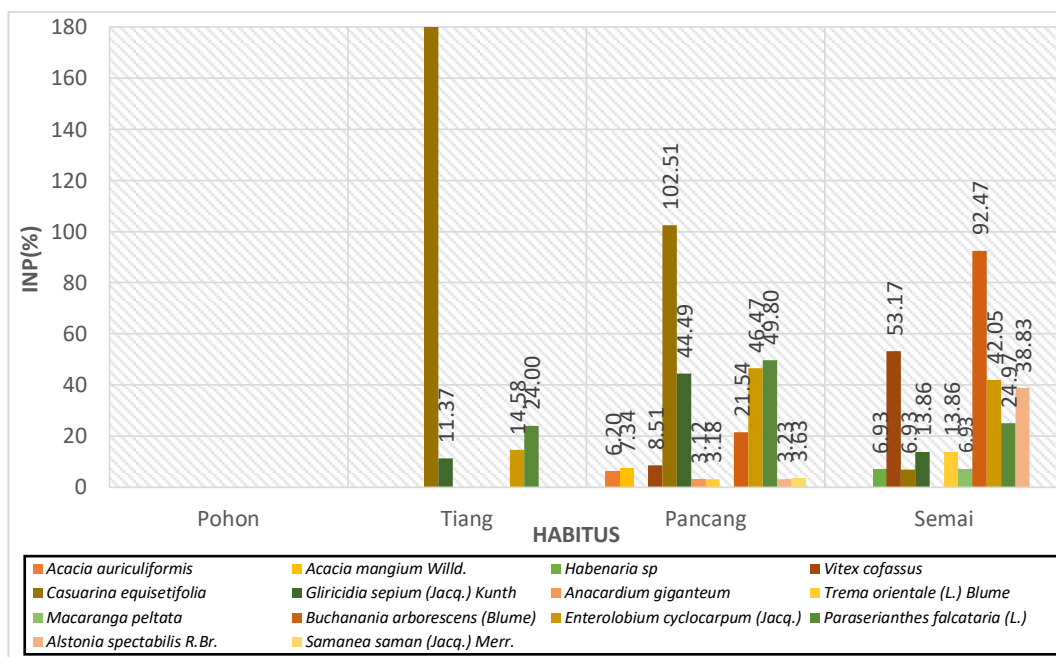
Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) menunjukkan bahwa terdapat 2 jenis tumbuhan yang berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) di Area Revegetasi tahun 2019 (N3), INP tertinggi dari jenis Sengon laut *Paraserianthes falcataria* L. (168,14%) dan terendah dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (131,86%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus tiang (diameter batang >10 cm-<20 cm) terdapat 6 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (161,65%) dan terendah dari jenis Akasia daun kecil *Acacia auriculiformis* (5,00%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) terdapat 13 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Sengon buto *Enterolobium*

cyclocarpum (Jacq.) (71,64%) dan terendah dari jenis Trambesi *Samanea saman* (Jacq.) Merr. (2,95%). Sedangkan nilai INP tumbuhan berhabitus semai terdapat 17 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Mahang hijau *Macaranga peltata* (49,10%) dan INP terendah dari 5 jenis tumbuhan yaitu Bitti *Vitex cofassus*, famili Apocynaceae, Kersen hutan *Trema orientale* (L.) Blume., Melinjo *Gnetum gnemon* dan Trambesi *Samanea saman* (Jacq.) Merr. dengan nilai INP (4,06%).

Data pemantauan menunjukkan bahwa struktur dan komposisi jenis vegetasi yang berada di dalam plot pemantauan di Area Revegetasi tahun 2019 (N3) terdapat 19 jenis tumbuhan. Dari seluruh jenis tumbuhan tersebut ditemukan satu jenis tumbuhan yang mempunyai habitus hidup lengkap mulai dari tingkat semai, pancang, tiang dan pohon yaitu dari jenis Cemara laut, sedangkan 18 jenis tumbuhan lainnya tidak mempunyai tingkat vegetasi yang lengkap. Vegetasi tumbuhan yang berhabitus tidak lengkap pada setiap tingkatan disebabkan oleh berbagai kemungkinan, misalnya adanya jenis-jenis tertentu yang hilang dan mati akibat keadaan tempat tumbuh terganggu dan ada pula jenis tersebut berada di luar petak pengamatan. Sedangkan vegetasi tumbuhan yang berhabitus lengkap memiliki potensi sebagai sumber bibit untuk revegetasi.

IV.1.1.7 Area Revegetasi Tahun 2020 (N2)

Analisis vegetasi berdasarkan Indeks Nilai Penting (INP) pada Area Revegetasi tahun 2020 (N2) dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut.



Gambar 4.7 Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Revegetasi tahun 2020 (N2)

Pemantauan flora di Area Revegetasi tahun 2020 (N2) dilakukan pada dua lokasi yaitu Bukit O (150 mdpl) dengan luas 11,68 ha dan Bukit Triton (12,70 mdpl) dengan luas 2,28 ha, Wilayah Tambang Selatan. Pemantauan vegetasi tumbuhan yang dilakukan di Bukit Triton merupakan pemantauan pertama di semester ini. Adapun informasi parameter lingkungan berupa suhu udara berkisar 28,0°C–28,2°C, kelembapan udara 65%-79,5%, intensitas cahaya 1.912 lux–1.980 lux, kelembapan tanah 45%–75%, dan pH tanah 7,0-7,8.

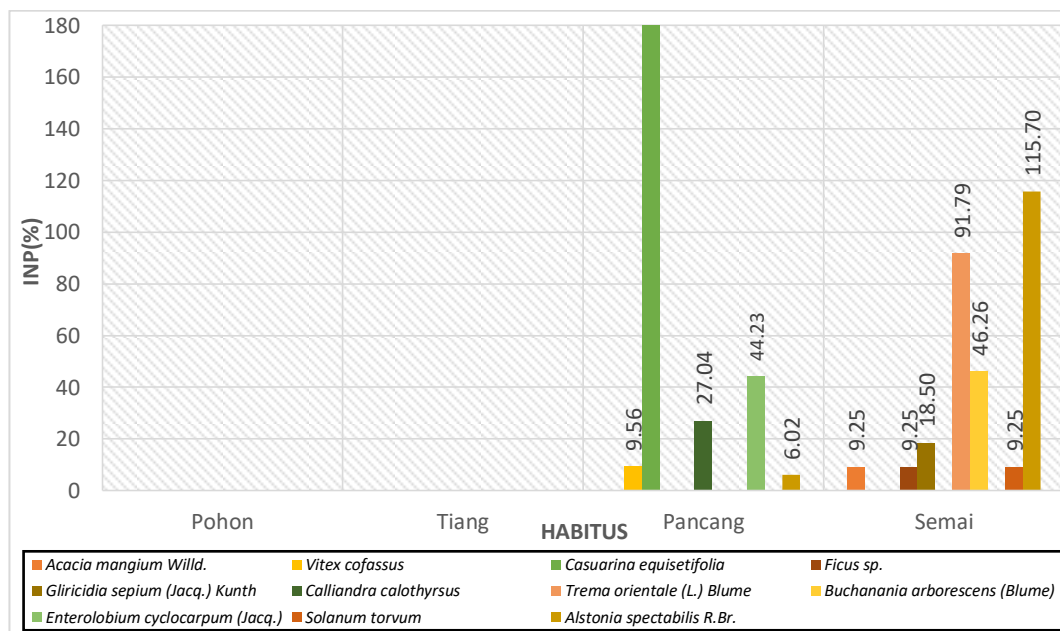
Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) menunjukkan bahwa tidak terdapat tumbuhan yang berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) di Area Revegetasi tahun 2020 (N2). Namun terdapat tumbuhan yang berhabitus tiang (diameter batang >10 cm-<20 cm) terdapat 4 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (250,04%) dan terendah dari jenis Gamal *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth (11,37%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) terdapat 13 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (102,51%) dan terendah dari jenis Jambu monyet *Anacardium giganteum* (3,12%). Sedangkan nilai INP tumbuhan berhabitus semai terdapat 3 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Mangga-mangga *Buchanania*

arborescens (Blume) (92,47%) dan INP terendah dari 3 jenis tumbuhan yaitu Anggrek hutan *Habenaria* sp., Cemara laut *Casuarina equisetifolia*, dan Mahang hijau *Macaranga peltata* dengan nilai INP (6,93%).

Data pemantauan menunjukkan bahwa struktur dan komposisi jenis vegetasi yang berada di dalam plot pemantauan di Area Revegetasi tahun 2020 (N2) terdapat 14 jenis tumbuhan. Dari seluruh jenis tumbuhan tersebut tidak ditemukan tumbuhan yang mempunyai habitus hidup lengkap. Namun, pertumbuhan tanaman masih berada pada tingkat habitus tiang yang berpotensi untuk menjadi pohon berdasarkan ukuran diameter batangnya. Hal ini dikarenakan tanaman di area ini masih berada dalam proses pertumbuhan dan perkembangan sehingga perawatan tanaman masih perlu dilakukan untuk menunjang proses keberhasilan pertumbuhan tanaman. Adapun tumbuhan yang berpotensi sebagai tanaman pada tingkat habitus pohon dari jenis Cemara laut, Gamal, Sengon buto dan Sengon laut yang merupakan tanaman revegetasi di area ini.

IV.1.1.8 Area Revegetasi Tahun 2021 (N1)

Analisis vegetasi berdasarkan Indeks Nilai Penting (INP) pada Area Revegetasi tahun 2021 (N1) dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut.



Gambar 4.8 Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Revegetasi tahun 2021 (N1)

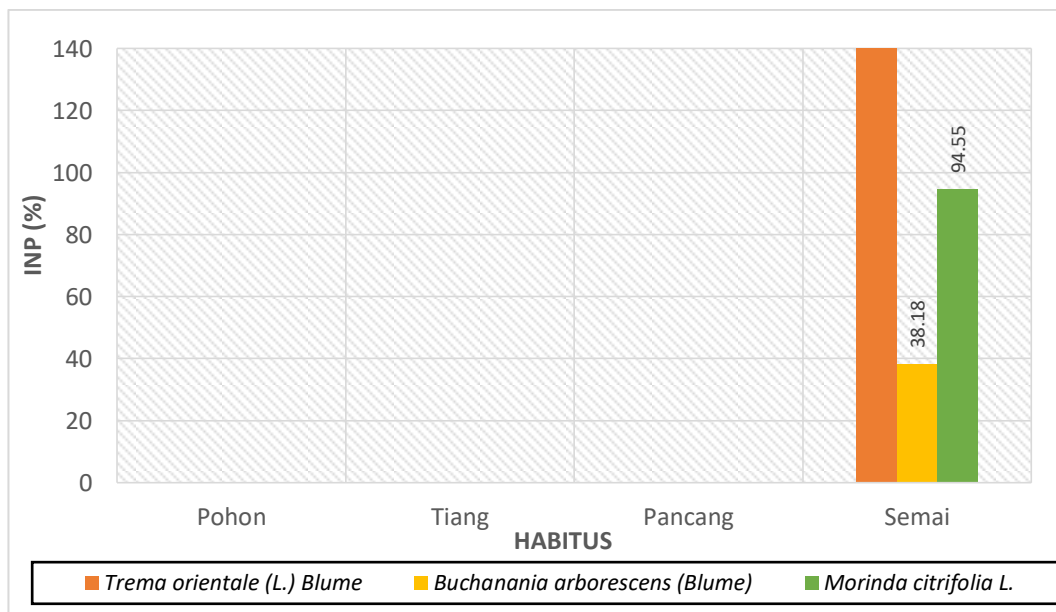
Pemantauan flora di Area Revegetasi tahun 2021 (N1) dilakukan pada dua lokasi yaitu Bukit Fortuner (72,4 mdpl) Wilayah Tambang Selatan dengan luas 11,23 ha dan Bukit Strada Wilayah Tambang Utara (154,69 mdpl) dengan luas 1,55 ha. Pemantauan vegetasi tumbuhan yang dilakukan di Area Revegetasi tahun 2021 (N1) merupakan pemantauan tahun pertama di semester ini. Adapun informasi parameter lingkungan berupa suhu udara berkisar 28,0°C–31,4°C, kelembapan udara 60%-65%, intensitas cahaya 1.785 lux–1.983 lux, kelembapan tanah 20%–60%, dan pH tanah 7,0-7,8.

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) menunjukkan bahwa tidak terdapat tumbuhan yang berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) dan tumbuhan yang berhabitus tiang (diameter batang >10 cm-<20 cm) di Area Revegetasi tahun 2021 (N1). Namun terdapat tumbuhan yang berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) sebanyak 5 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (213,15%) dan terendah dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (6,02%). Sedangkan nilai INP tumbuhan berhabitus semai terdapat 4 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (115,70%) dan INP terendah dari 3 jenis tumbuhan yaitu Akasia daun lebar *Acacia mangium* Willd., *Ficus Ficus* sp., dan Terong hutan *Solanum torvum* dengan nilai INP (9,25%).

Data pemantauan menunjukkan bahwa struktur dan komposisi jenis vegetasi yang berada di dalam plot pemantauan di Area Revegetasi tahun 2021 (N1) terdapat 11 jenis tumbuhan. Dari seluruh jenis tumbuhan tersebut tidak ditemukan tumbuhan yang mempunyai habitus hidup lengkap. Namun, pertumbuhan tanaman masih berada pada tingkat habitus pancang. Hal ini dikarenakan tanaman di area ini masih berada dalam proses pertumbuhan dan perkembangan sehingga perawatan tanaman masih perlu dilakukan untuk menunjang proses keberhasilan pertumbuhan tanaman.

IV.1.1.9 Area Terganggu (N0)

Analisis vegetasi berdasarkan Indeks Nilai Penting (INP) pada Area Terganggu (N0) dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut.



Gambar 4.9 Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Terganggu (N0)

Pemantauan flora di Area Terganggu (N0) dilakukan pada dua lokasi yaitu Bukit V Wilayah Tambang Utara (182 mdpl) dan Bukit CF Wilayah Tambang Selatan (55 mdpl). Adapun informasi parameter lingkungan berupa suhu udara berkisar 29,7°C–39,2°C, kelembapan udara 50,7%-64%, intensitas cahaya 1.869 lux–1.980 lux, kelembapan tanah 20%–50%, dan pH tanah 7,0-7,8.

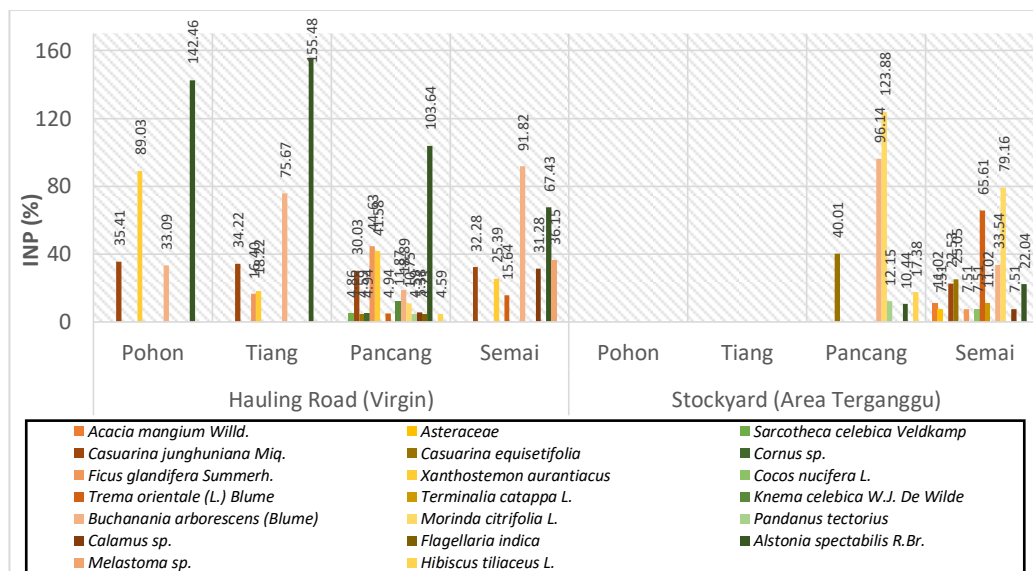
Area terganggu merupakan area bekas wilayah pertambangan, namun belum ada proses revegetasi tanaman didalamnya. Pertumbuhan tanaman pada area terganggu pada umumnya ditumbuhi tumbuhan dari jenis rumput-rumputan *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. sebagai tumbuhan penutup tanah (*Cover crop*). Namun terdapat pula tumbuhan kategori semai sebagai tumbuhan pionir dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescens* Blume., Kersen hutan *Trema orientale* (L.) Blume., dan Mengkudu *Morinda citrifolia* L. Tumbuhan pada kategori semai ini merupakan tumbuhan pionir atau tumbuhan perintis yang mampu tumbuh pada area ini. Keberhasilan pertumbuhannya ditunjang oleh faktor lingkungan misalnya kandungan unsur hara yang ada di dalam tanah serta kondisi air yang tercukupi pada area terganggu ini.

Keseimbangan ekosistem pada vegetasi flora di area ini perlu dilakukan tindakan awal sebagai salah satu cara untuk mengembalikan kondisi ekosistem seperti semula. Berdasarkan informasi beberapa jenis tumbuhan yang ada di

daerah ini, bisa dijadikan sebagai pengambilan kebijakan dalam mengembalikan kondisi ekosistem dengan melakukan penanaman tanaman revegetasi yang telah ditemukan dalam pemantauan-pemantauan sebelumnya. Misalnya ketiga tumbuhan pioner tersebut dapat dijadikan sebagai tanaman revegetasi kedepannya. Selain itu, jenis tumbuhan yang masuk dalam kategori sebagai tanaman penutup tanah (*cover crop*) yang ada di area ini, juga bisa dijadikan sebagai patokan untuk menentukan tanaman *cover crop* untuk dilakukan revegetasi di Area Terganggu ini. Beberapa rekomendasi yang diberikan misalnya dilakukan penanaman tumbuhan *cover crop* yang cepat tumbuh dan menjalar seperti Kembang telang *Centrosema pubescens*, sehingga area ini terhindar dari erosi. Jenis tumbuhan ini dapat berfungsi ganda disamping pertumbuhannya yang cepat juga dapat menyuburkan tanah karena termasuk tumbuhan kelompok polong-polongan (Papilionacea), disamping itu tumbuhan ini mudah dalam pembersihannya karena dapat digulung. Ataupun juga bisa dengan menggunakan jenis rumput-rumputan lokal yang cepat tumbuh misalnya *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd.

IV.1.1.10 Wilayah Tambang Pulau Maniang (WTPM)

Analisis vegetasi berdasarkan Indeks Nilai Penting (INP) pada Area Virgin (*Hauling Road*) dan Area Terganggu (*Stockyard*) Wilayah Tambang Pulau Maniang, dapat dilihat pada Gambar 4.10 berikut.



Gambar 4.10 Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Wilayah Tambang Pulau Maniang

Pemantauan flora di Wilayah Tambang Pulau Maniang dilakukan pada dua lokasi yaitu Area Virgin (*Hauling Road*) (153 mdpl) dan Area Terganggu (*Stockyard*) (2 mdpl). Adapun informasi parameter lingkungan berupa suhu udara berkisar 35,5°C–37,0°C, kelembapan udara 55%-60%, intensitas cahaya 1.980 lux–1.988 lux, kelembapan tanah 65%, dan pH tanah 7,0-7,8.

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) yang ada di Area Virgin (*Hauling Road*) menunjukkan bahwa terdapat 4 jenis tumbuhan yang berhabitus pohon (diameter batang >20 cm), dengan INP tertinggi dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (142,46%) dan terendah dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescen* (Blume) (33,09%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus tiang (diameter batang >10 cm-<20 cm) terdapat 5 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (155,48%) dan terendah dari jenis *Ficus glandifera* Summerh. (16,40%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) terdapat 15 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br (103,64%) dan terendah dari 3 jenis tumbuhan yaitu Cemara laut *Casuarina equisetifolia*, Pandan duri *Pandanus tectorius*, dan Waru *Hibiscus tiliaceus* L. dengan nilai INP (4,59%). Sedangkan nilai INP tumbuhan berhabitus semai terdapat 7 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescen* (Blume) (91,82%) dan INP terendah dari jenis Kersen hutan *Trema orientale* (L.) Blume (15,64%).

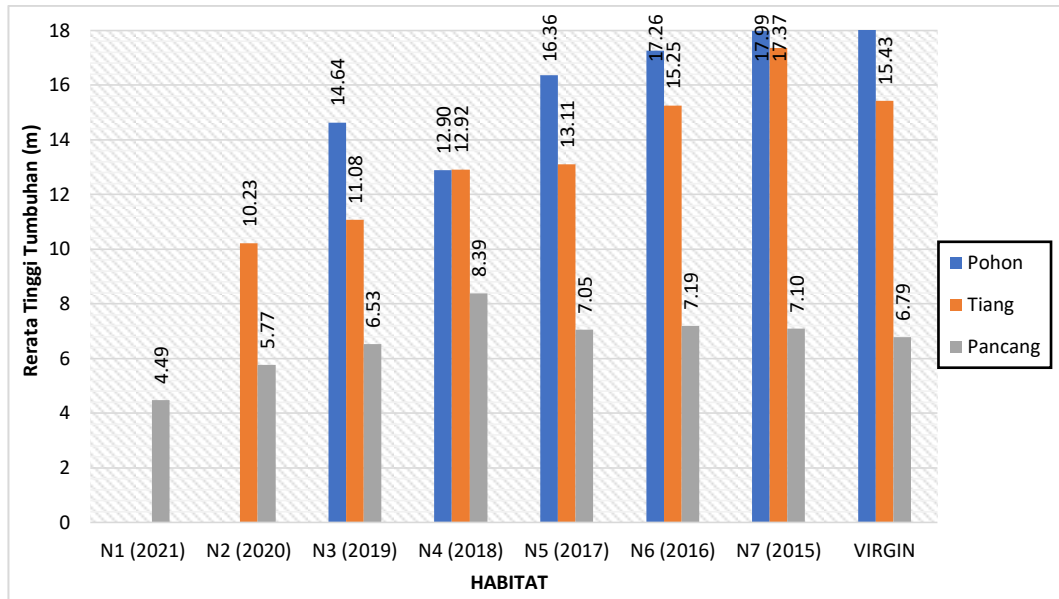
Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) yang ada di Area Terganggu (*Stockyard*) menunjukkan bahwa tidak terdapat tumbuhan yang berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) dan tumbuhan yang berhabitus tiang (diameter batang >10 cm-<20 cm). Namun terdapat tumbuhan yang berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) yaitu 6 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Mengkudu *Morinda citrifolia* L. (123,88%) dan terendah dari tumbuhan Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (10,44%). Sedangkan nilai INP tumbuhan berhabitus semai terdapat 12 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Mengkudu *Morinda citrifolia* L. (79,16%) dan INP terendah dari 4 jenis tumbuhan yaitu *Ficus glandifera* Summerh., famili Asteraceae, Kelapa *Cocos nucifera* L., dan Rotan *Calamus* sp. dengan nilai INP (7,51%).

Data pemantauan menunjukkan bahwa struktur dan komposisi jenis vegetasi yang berada di dalam plot pemantauan di Area Virgin (*Hauling Road*) terdapat 16 jenis tumbuhan, sedangkan Area Terganggu (*Stockyard*) terdapat 14 jenis tumbuhan. Dari seluruh jenis tumbuhan tersebut ditemukan empat jenis tumbuhan yang mempunyai habitus hidup lengkap di Area Virgin yaitu dari jenis Cemara gunung, Kayu besi, Mangga-mangga, dan Tirotasi, sedangkan di Area Terganggu tidak terdapat tumbuhan yang berhabitus lengkap. Adapun jenis tumbuhan lainnya tidak mempunyai tingkat vegetasi yang lengkap. Vegetasi tumbuhan yang berhabitus tidak lengkap pada setiap tingkatan disebabkan oleh berbagai kemungkinan, misalnya adanya jenis-jenis tertentu yang hilang dan mati akibat keadaan tempat tumbuh terganggu dan ada pula jenis tersebut berada di luar petak pengamatan. Sedangkan vegetasi tumbuhan yang berhabitus lengkap memiliki potensi sebagai sumber bibit untuk revegetasi.

Pemantauan yang dilakukan di Area Virgin (*Hauling Road*) merupakan komposisi tumbuhan asli (alami) yang umum dijumpai di area virgin karena belum mengalami gangguan. Sedangkan pemantauan yang dilakukan di Area terganggu (*Stockyard*), merupakan komposisi tanaman revegetasi dengan tingkat pertumbuhan yang baik pada vegetasi tumbuhan pancang dan semai yang berpotensi sebagai tumbuhan besar dari tanaman revegetasi maupun tumbuhan pionir atau perintis untuk bisa mengembalikan kondisi ekosistem di area ini.

IV.1.1.11 Analisis Tinggi Vegetasi

Pemantauan pertumbuhan tinggi tanaman merupakan indikator pertumbuhan maupun sebagai parameter yang digunakan untuk mengukur pengaruh lingkungan. Data rata-rata tinggi yang terpantau pada setiap lokasi menunjukkan pertumbuhan tinggi yang berbeda-beda, sebagai konsekuensi dari perbedaan ketinggian, kemiringan, jenis tanah, komposisi floristik, dan tingkat kerapatan spesies. Analisis tinggi tumbuhan berdasarkan kategori vegetasi yang terpantau dan teridentifikasi pada sepuluh area pemantauan di Wilayah Tambang PT Antam Tbk semester I tahun 2022 dapat dilihat pada Gambar 4.11 berikut.



Gambar 4.11 Rerata tinggi tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Wilayah Tambang PT Antam Tbk semester I tahun 2022

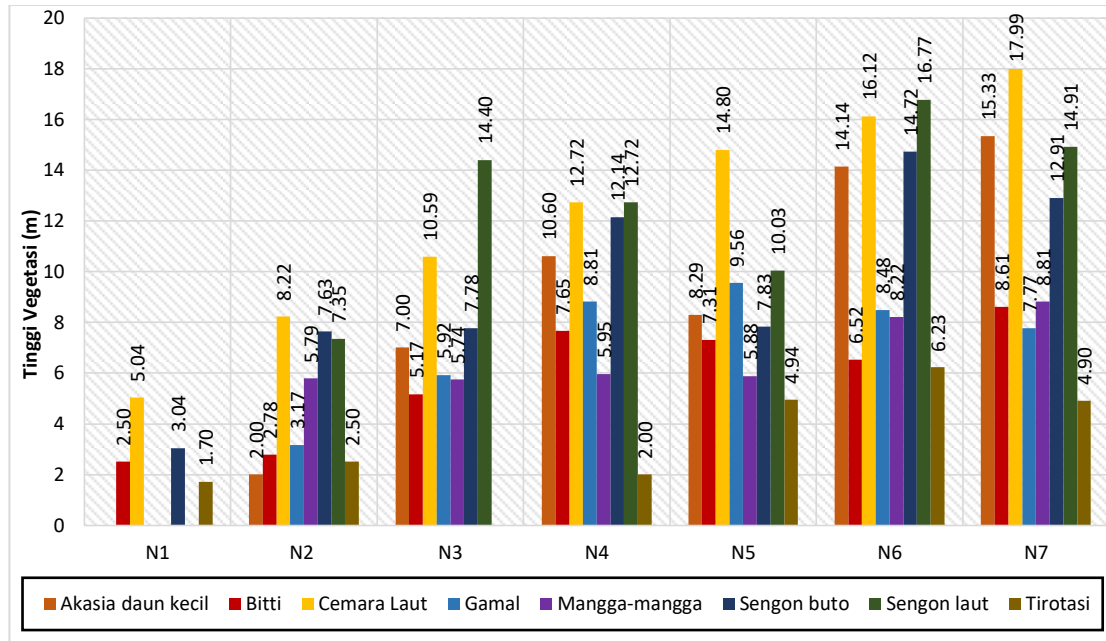
Hasil analisis rerata tinggi tumbuhan berdasarkan tingkat habitus mulai dari kategori pohon, tiang dan pancang ditunjukkan pada gambar diatas. Pemantauan yang di lakukan di Area Revegetasi tahun 2021 (N1) menunjukkan bahwa tanaman belum mencapai habitus pohon dan tiang, namun sudah terdapat vegetasi tumbuhan yang mencapai kategori pancang dengan rerata tinggi tanaman 4,49 m. Vegetasi tanaman di Area Revegetasi tahun 2020 (N2) menunjukkan bahwa tanaman belum mencapai habitus pohon, namun sudah terdapat vegetasi tumbuhan yang mencapai kategori tiang dengan rerata tinggi tanaman 10,23 m dan kategori pancang dengan rerata tinggi tanaman 5,77 m. Vegetasi tanaman di Area Revegetasi tahun 2019 (N3) menunjukkan bahwa tanaman pada habitus pohon mencapai rerata tinggi tanaman sebesar 14,64 m, kategori tiang dengan rerata tinggi tanaman 11,08 m dan kategori pancang dengan rerata tinggi tanaman 6,53 m. Vegetasi tanaman di Area Revegetasi tahun 2018 (N4) menunjukkan bahwa tanaman pada habitus pohon mencapai rerata tinggi tanaman sebesar 12,90 m, kategori tiang dengan rerata tinggi tanaman 12,92 m dan kategori pancang dengan rerata tinggi tanaman 8,39 m. Vegetasi tanaman di Area Revegetasi tahun 2017 (N5) menunjukkan bahwa tanaman pada habitus pohon mencapai rerata tinggi tanaman sebesar 16,36 m, kategori tiang dengan rerata tinggi tanaman 13,11 m dan kategori pancang dengan rerata tinggi tanaman 7,05 m. Vegetasi

tanaman di Area Revegetasi tahun 2016 (N6) menunjukkan bahwa tanaman pada habitus pohon mencapai rerata tinggi tanaman sebesar 17,26 m, kategori tiang dengan rerata tinggi tanaman 15,25 m dan kategori pancang dengan rerata tinggi tanaman 7,19 m. Vegetasi tanaman di Area Revegetasi tahun 2015 (N7) menunjukkan bahwa tanaman pada habitus pohon mencapai rerata tinggi tanaman sebesar 17,99 m, kategori tiang dengan rerata tinggi tanaman 17,37 m dan kategori pancang dengan rerata tinggi tanaman 7,10 m. Sedangkan vegetasi tumbuhan di Area Virgin (Alami) menunjukkan bahwa tanaman pada habitus pohon mencapai rerata tinggi tanaman sebesar 18,11 m, kategori tiang dengan rerata tinggi tanaman 15,43 m dan kategori pancang dengan rerata tinggi tanaman 6,79 m.

Hasil pemantauan menunjukkan bahwa pertambahan tinggi tanaman pada setiap area menunjukkan pertambahan tinggi yang tidak terlalu signifikan akibat semakin rapatnya vegetasi tumbuhan. Rata-rata tinggi tanaman pada area revegetasi di dominasi oleh jenis tanaman Cemara laut, Sengon buto dan Sengon laut yang pada umumnya merupakan jenis tanaman revegetasi sedangkan rata-rata tinggi tanaman pada area virgin di dominasi oleh jenis Cemara gunung dan Ficus yang merupakan tumbuhan asli di wilayah tersebut. Adapun rerata tinggi tanaman yang dominan di temukan pada pemantauan di Area Revegetasi dengan tingkat habitus tumbuhan yang lengkap maupun sudah berada pada tiga habitus tumbuhan di Wilayah Tambang PT Antam Tbk semester I tahun 2022 dapat dilihat pada Gambar 4.12.

Hasil analisis data rerata tinggi tanaman menunjukkan bahwa terdapat delapan jenis tanaman yang merupakan tanaman revegetasi yang memiliki habitus hidup legkap dan ditemukan pada semua area revegetasi mulai dari Revegetasi tahun 2021 (N1), Revegetasi tahun 2020 (N2), Revegetasi tahun 2019 (N3), Revegetasi tahun 2018 (N4), Revegetasi tahun 2017 (N5), Revegetasi tahun 2016 (N6), dan Revegetasi tahun 2015 (N7). Rata-rata tinggi tanaman pada area revegetasi terdiri dari jenis tanaman Akasia daun kecil *Acacia auriculiformis*, Bitti *Vitex cofassus*, Cemara laut *Casuarina equisetifolia* L., Gamal *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth, Mangga-mangga *Buchanania arborescens*, Sengon buto *Enterolobium cyclocarpum*, Sengon laut *Paraserianthes falcataria* L. dan Tirotasi

Alstonia spectabilis. Berdasarkan kedelapan jenis tumbuhan tersebut, jenis tanaman bitti, cemara laut, dan sengon buto merupakan tanaman yang ditemukan pada semua area pemantauan (tujuh area), namun tanaman jenis akasia daun kecil, gamal, mangga-mangga, sengon laut dan tirotasi ditemukan pada enam area pemantauan.

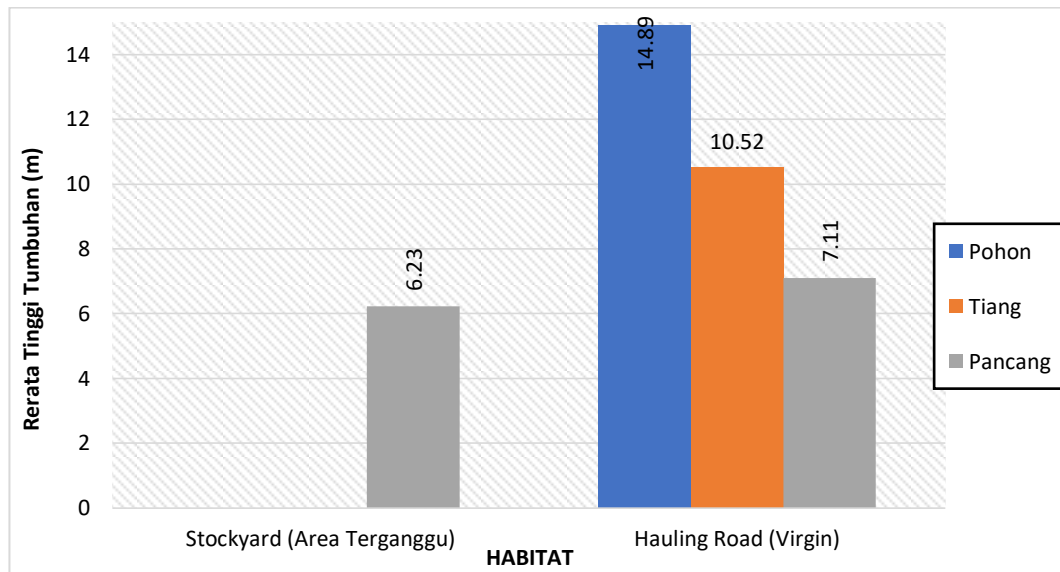


Gambar 4.12 Rerata tinggi pada delapan jenis tanaman di Area Revegetasi (N1-N7) di Wilayah Tambang PT Antam Tbk semester I tahun 2022

Hasil analisis rerata tinggi jenis tanaman Akasia daun kecil dengan rata-rata tinggi mencapai 2,00 m-15,33 m dan rerata tertinggi berada pada area revegetasi tahun 2015 (N7). Jenis tanaman Bitti dengan rata-rata tinggi mencapai 2,50 m-8,61 m dan rerata tertinggi berada pada area revegetasi tahun 2015 (N7). Jenis tanaman Cemara laut dengan rata-rata tinggi mencapai 5,04 m-17,99 m dan rerata tertinggi berada pada area revegetasi tahun 2015 (N7). Jenis tanaman Gamal dengan rata-rata tinggi mencapai 3,17 m-9,56 m dan rerata tertinggi berada pada area revegetasi tahun 2017 (N5). Jenis tanaman Mangga-mangga dengan rata-rata tinggi mencapai 5,74 m-8,81 m dan rerata tertinggi berada pada area revegetasi tahun 2015 (N7). Jenis tanaman Sengon buto dengan rata-rata tinggi mencapai 3,04 m-14,72 m dan rerata tertinggi berada pada area revegetasi tahun 2016 (N6). Jenis tanaman Sengon laut dengan rata-rata tinggi mencapai 7,35 m-16,77 m dan rerata tertinggi berada pada area revegetasi tahun 2016 (N6). Jenis tanaman Tirotasi dengan rata-rata tinggi mencapai 1,70 m-6,23 m dan rerata

tertinggi berada pada area revegetasi tahun 2016 (N6). Data rata-rata tinggi pertumbuhan delapan jenis tanaman yang terpantau per-tahun revegetasi membentuk grafik dengan tinggi yang berbeda, hal ini dikarenakan kondisi lingkungan di setiap area yang berbeda, sehingga mempengaruhi pertumbuhan jenis tanaman.

Analisis tinggi tumbuhan berdasarkan kategori vegetasi yang terpantau dan teridentifikasi pada sepuluh area pemantauan di Wilayah Tambang Pulau Maniang (WTPM) semester I tahun 2022 dapat dilihat pada Gambar 4.13 berikut.



Gambar 4.13 Rerata tinggi tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Wilayah Tambang Pulau Maniang (WTPM) semester I tahun 2022

Rerata tinggi tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Wilayah Tambang Pulau Maniang semester I tahun 2022 mulai dari habitus pohon, tiang dan pancang ditunjukkan pada gambar diatas. Pemantauan yang dilakukan di Area terganggu (*Stockyard*) Pulau Maniang, menunjukkan tumbuhan yang belum mencapai habitus pohon dan tiang. Namun telah terdapat vegetasi yang mencapai kategori pancang dengan rerata tinggi tanaman 6,23 m. Sedangkan untuk area virgin (*Hauling Road*) Pulau Maniang rata-rata tinggi tanaman pada habitus pohon adalah 14,89 m, untuk habitus tiang adalah 10,52 m dan rerata tinggi tanaman pada habitus pancang adalah 7,11 m. Rata-rata tinggi tanaman pada area virgin di dominasi oleh jenis cemara gunung dan tirotasi (pulai) yang merupakan tumbuhan asli di wilayah tersebut dengan pertambahan tinggi yang meningkat pada area ini, namun pertumbuhannya tidak terlalu cepat.

IV.1.1.12 Analisis Keanekaragaman Jenis dan Perbandingan Jumlah Spesies

Tinggi rendahnya indeks keanekaragaman suatu komunitas tumbuhan tergantung pada banyaknya jumlah spesies dan jumlah individu masing-masing jenis (kekayaan spesies). Sebagaimana dijelaskan oleh Indriyanto (2012) mengatakan bahwa keanekaragaman spesies dapat digunakan untuk menyatakan struktur komunitas. Keanekaragaman spesies juga dapat digunakan untuk mengukur stabilitas komunitas, yaitu kemampuan suatu komunitas untuk menjaga dirinya tetap stabil meskipun ada gangguan terhadap komponen-komponennya.

Indeks keanekaragaman jenis tumbuhan pada sembilan lokasi pemantauan di wilayah PT Antam Tbk disajikan secara rinci pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Indeks Keanekaragaman (H') jenis tumbuhan berdasarkan Indeks Shannon-Wiener di Wilayah Tambang PT Antam Tbk Semester I tahun 2022

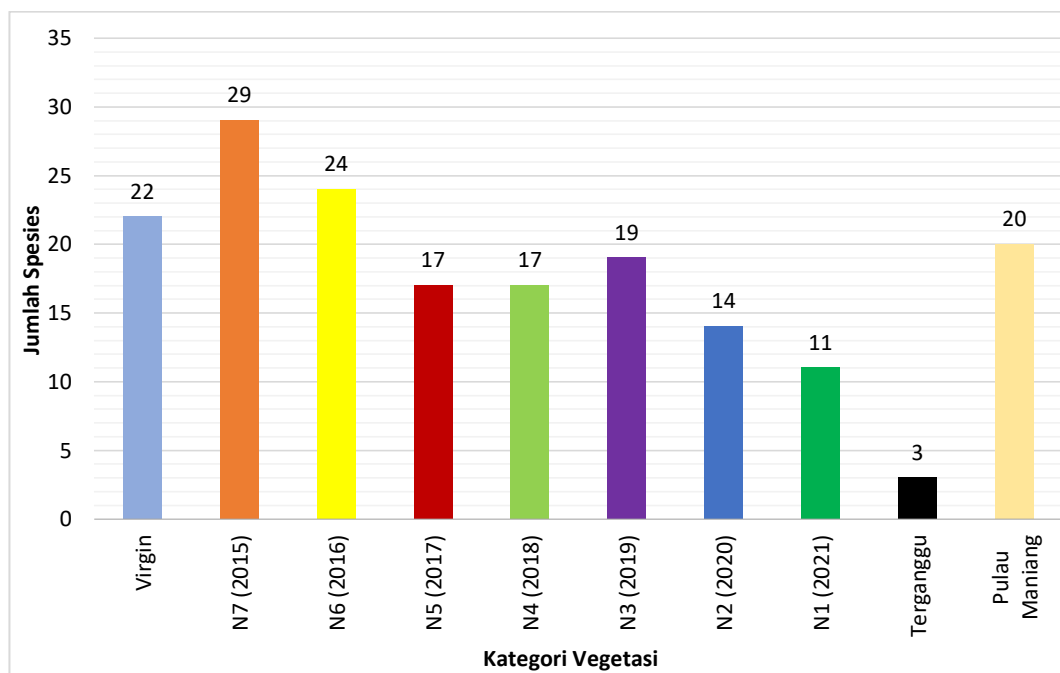
No	Lokasi	Σ Jenis	Σ Individu	Indeks Keanekaragaman	Kategori
1	Virgin	22	460	2,49	Sedang
2	Revegetasi 2015 (N7)	29	526	2,07	Sedang
3	Revegetasi 2016 (N6)	24	418	2,36	Sedang
4	Revegetasi 2017 (N5)	17	330	2,18	Sedang
5	Revegetasi 2018 (N4)	17	330	2,26	Sedang
6	Revegetasi 2019 (N3)	19	284	2,23	Sedang
7	Revegetasi 2020 (N2)	14	214	1,85	Rendah
8	Revegetasi 2021 (N1)	11	104	1,54	Rendah
9	Pulau Maniang	20	188	1,80	Rendah

Sumber: Hasil perhitungan Flora, 2022.

Hasil perhitungan nilai indeks keanekaragaman jenis tumbuhan pada setiap lokasi pemantauan menunjukkan nilai indeks yang berbeda-beda sesuai dengan keberagaman jenis tumbuhan yang terpantau. Perhitungan nilai indeks keanekaragaman pada beberapa lokasi sesuai Tabel 4.1 tergolong sedang ($1 < H' < 3$) dan rendah ($H' < 1$). Hal ini dikarenakan komposisi jenis tumbuhan dan jumlah individu yang terpantau pada setiap lokasi berbeda-beda sesuai dengan tahun penanaman tumbuhan revegetasi. Indeks keanekaragaman yang termasuk kategori sedang berdasarkan hasil analisis berada pada area virgin dan area revegetasi tahun 2015 (N7) - area revegetasi tahun 2019 (N3). Sedangkan indeks keanekaragaman yang termasuk kategori rendah berdasarkan hasil analisis berada

pada area revegetasi tahun 2020 (N2) - area revegetasi tahun 2021 (N1) dan Pulau Maniang. Kategori tumbuhan tersebut dikarenakan kondisi pertumbuhan tanaman pada wilayah yang telah lama dilakukan revegetasi memiliki tingkat keanekaragaman yang sedang karena tumbuhan yang ada di wilayah ini sudah dapat beradaptasi dengan lingkungannya.

Keanekaragaman tumbuhan yang tergolong tinggi menunjukkan bahwa vegetasi tumbuhan di suatu daerah melimpah. Keanekaragaman jenis ini sangat erat kaitannya dengan komposisi jenis. Komposisi jenis dapat dilihat bahwa pada area yang tersusun oleh lebih banyak jenis didalamnya maka indeks keanekaragamannya semakin tinggi (Haryadi, 2017). Komposisi jenis tumbuhan berdasarkan kategori vegetasi yang terpantau dan teridentifikasi pada sepuluh area pemantauan di Wilayah Tambang PT Antam Tbk semester I tahun 2022 dapat dilihat pada Gambar 4.14 berikut.



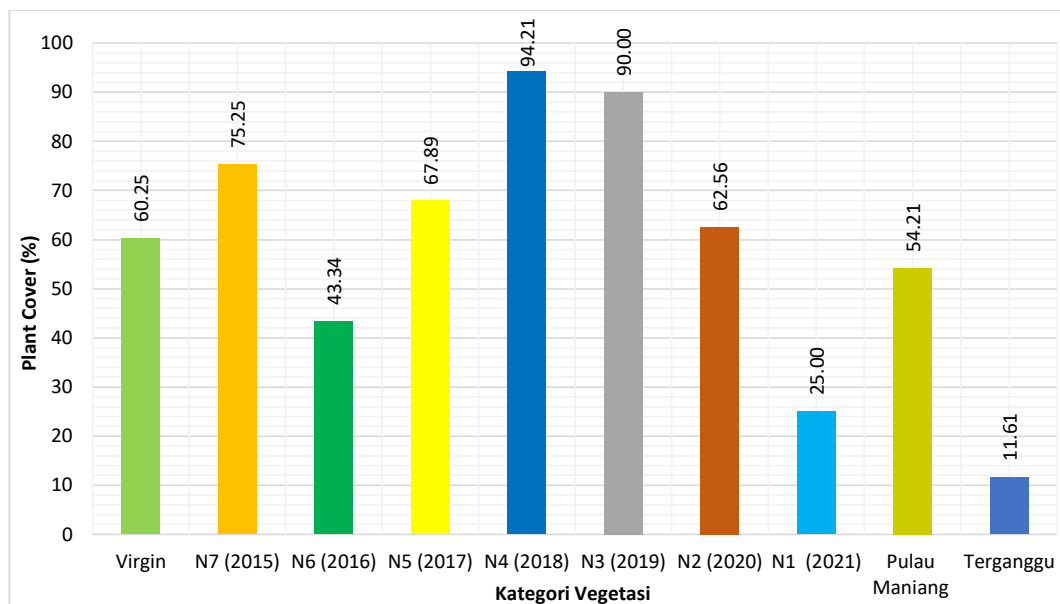
Gambar 4.14 Perbandingan jumlah spesies pada sepuluh area pemantauan di Wilayah Tambang PT Antam Tbk semester I tahun 2022

Jumlah spesies berdasarkan kategori vegetasi menunjukkan kurva yang cenderung tidak linear akibat keberagaman jenis tumbuhan pada masing-masing area yang berbeda-beda. Terlihat bahwa pada area revegetasi tahun 2015 (N7), jumlah spesies yang terpantau dan teridentifikasi lebih banyak yaitu sekitar 29 spesies dibandingkan dengan jumlah spesies yang terpantau di area virgin (22

spesies). Area revegetasi tahun 2017 (N5) dan area revegetasi tahun 2018 (N4), jumlah spesies yang terpantau dan teridentifikasi sama dibandingkan dengan jumlah spesies yang terpantau di Wilayah Tambang lain. Hal ini mengindikasikan bahwa pertumbuhan tanaman di area revegetasi sudah cukup bagus yang didukung dengan kondisi lingkungan yang baik, walaupun beberapa tumbuhan pada kedua area ini tidak sama jenisnya. Sedangkan pada lokasi lainnya juga telah mengalami perkembangan ke arah bervariasinya jenis tumbuhan selain dari tanaman revegetasi, dan pada umumnya masih dalam kategori pancang dan semai. Khusus untuk area terganggu secara umum di tumbuh oleh rumput-rumputan sebagai tanaman penutup tanah (*cover crop*) dan tumbuhan pionir atau tumbuhan perintis berhabitus semai.

IV.1.1.13 Persentase Tumbuhan Penutup Tanah (*Cover crop*)

Perbandingan tumbuhan penutup tanah (*cover crop*) yang terpantau dan teridentifikasi pada sepuluh area pemantauan di Wilayah Tambang PT Antam Tbk semester I tahun 2022 dapat dilihat pada Gambar 4.15 berikut.



Gambar 4.15 Persentase penutupan tanah oleh tumbuhan *plant cover* di Wilayah Tambang PT Antam Tbk semester I tahun 2022

Persentase penutupan tanah merupakan kecepatan tanaman menutupi permukaan dan menjadi indikator tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai tanaman *cover crop* (Asbur dkk., 2018). Berdasarkan hasil analisis tersebut terlihat bahwa persentase penutupan tumbuhan *cover crop* pada area revegetasi

yang berumur dua sampai empat tahun relatif tinggi. Sedangkan tumbuhan *cover crop* di tahun pertama revegetasi masih memiliki persentase yang rendah, karena masih berada pada tahap pertumbuhan dan perkembangan. Secara keseluruhan, tumbuhan *cover crop* pada setiap lokasi pemantauan mengalami peningkatan persentase yang tidak begitu signifikan dengan pemantauan tahun sebelumnya. Hal ini dikarenakan estimasi presentasi tumbuhan *cover crop* pada setiap lokasi sesuai pemantauan tidak berbeda jauh dengan sebelumnya.

Pertumbuhan tanaman bawah sebagai tanaman *cover crop* di area revegetasi paling dominan ditemukan pada famili Poaceae atau suku rumput-rumputan dari jenis Lausan *Panicum* sp., Tetenggala *Thuarea* sp., Alang-alang *Imperata cylindrica* Var. Mexicana dan Rumput gajah *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. Namun terdapat juga dari jenis lain dengan estimasi kelimpahan yang tidak terlalu tinggi dan ditemukan tumbuh secara individu pada area Revegetasi. Tumbuhan jenis ini menutupi permukaan tanah dengan kelimpahan yang tidak banyak misalnya dari jenis Markisa hutan *Passiflora foetida* L., dan Putri malu *Mimosa pudica* L. Tumbuhan bawah dari vegetasi herba yang biasa dijumpai pada area revegetasi berasal dari jenis Senggani *Melastoma* sp. dan Bandotan *Ageratum conyzoides* L. Sedangkan tumbuhan bawah dari vegetasi tumbuhan pemanjat (liana) berasal dari jenis tumbuhan Bambu tali *Gigantochloa* sp.

Tumbuhan bawah yang melimpah dan dijumpai pada area virgin berasal dari jenis tumbuhan *cover crop* dari famili Cyperaceae yaitu dari jenis Rumput Jarum-jarum *Machaerina* sp., dan Rumput Rija-rija *Scleria sumatrensis* Retz. Sedangkan pertumbuhan tumbuhan bawah dari vegetasi semak yang paling dominan ditemukan di area ini dari jenis Kirinyuh *Chromolaena odorata* L., Tembelekan *Lantana camara*, dan Senggani *Melastoma* sp.

Umumnya tanaman *cover crop* yang tumbuh pada area tersebut merupakan (*cover crop*) tanaman yang memang sengaja ditanam. Selain itu, keterbukaan tajuk tumbuhan revegetasi mendukung pertumbuhan tanaman *cover crop*. Sedangkan pada area yang tajuk tumbuhannya sudah rapat dan lebat terlihat persentase *cover crop* relatif akan menurun, namun masih berada pada batas normal. Terkecuali pada area terganggu yang merupakan bekas tambang yang

belum direvegetasi memiliki persentase tanaman *cover crop* yang sedikit jika dibandingkan dengan area revegetasi yang lain. Bagi lahan yang baru direvegetasi sebaiknya didukung dengan penanaman tumbuhan *cover crop* agar terhindar dari erosi dan fungsinya akan semakin baik seiring dengan semakin rapatnya tajuk tanaman revegetasi maupun alami.

Kecepatan penutupan tanah menjadi salah satu syarat suatu tumbuhan dapat digunakan sebagai tanaman *cover crop*. Kecepatan penutupan tanah sangat dipengaruhi oleh persentase tumbuhan hidup, tinggi/panjang tumbuhan, jumlah cabang, dan jumlah daun. Intensitas cahaya rendah menyebabkan laju fotosintesis terhambat sehingga pertumbuhan tanaman seperti lebar daun jumlah daun, panjang daun, dan lebar tajuk menurun (Suci dan Heddy, 2018).

Pemantauan flora di Wilayah Tambang PT Antam Tbk semester I tahun 2022 pada sepuluh area pemantauan menunjukkan penambahan diameter batang dan tinggi tumbuhan. Khusus pada area revegetasi yang merupakan lahan bekas tambang menunjukkan keberhasilan dengan pertumbuhan tanaman revegetasi yang baik, yang disertai dengan munculnya semaian tanaman lokal yang tumbuh di sekitar tanaman revegetasi. Nampak pula bahwa semakin tua umur area revegetasi semakin meningkat pula jenis tumbuhan yang terpantau di dalamnya, hal ini mencirikan adanya perkembangan proses suksesi sekunder walaupun tidak akan sama persis lagi dengan keadaan sebelumnya sebelum dilakukan penambangan.

Pemantauan flora pada wilayah area revegetasi yang memasuki tahun pertama dan kedua pertumbuhan, menunjukkan tanaman yang masih berada pada habitus pancang dengan pertumbuhan tanaman yang cukup berhasil, yang didukung dengan kondisi lingkungan yang baik, terlihat tanaman revegetasi dan tumbuhan alami sebagai tumbuhan pioner mengalami peningkatan jenis tanaman yang tergolong baik pada tanaman berhabitus pancang dan semai. Terlihat pula mulai banyak jenis tumbuhan lokal yang tumbuh alami dalam bentuk semai di sekitar tanaman revegetasi.

Ketersediaan bibit tumbuhan yang akan disemai pada lahan pembibitan sangat mendukung proses revegetasi, walaupun sebagian dari bibit-bibit tumbuhan tersebut masih didapatkan dari habitat alami di wilayah penambangan.

Namun untuk mendapatkan bibit alami pada musim kemarau relatif akan sukar karena tumbuhan pada tingkat pancang dan semai rentan terhadap kekeringan dan suhu yang panas. Untuk meningkatkan hasil revegetasi lebih lanjut, sebaiknya dilakukan pemilihan dan pengvariasian tumbuhan revegetasi yang diambil dari tumbuhan setempat yang sudah teradaptasi dengan faktor edafit (tanah) dan iklim setempat, baik itu tumbuhan penghasil bunga, buah, dan kayu yang memiliki arti ekonomi penting.

Variasi distribusi tanaman pada masing-masing area dipengaruhi oleh kemampuan tumbuhan untuk bertahan hidup dan bereproduksi secara maksimum karena kompetisi spesies menyebabkan dominasi dan mempengaruhi spesies tumbuhan yang rentan terhadap persaingan antar spesies (Hailu, 2017). Perbedaan jumlah, spesies, famili, total luas bidang dasar, dan komposisi vegetasi disebabkan karena perbedaan pengaruh lingkungan lokal seperti gradien gangguan dan karakteristik vegetasi (Bhatt and Khanal, 2010). Penyebaran luasan suatu famili juga dapat ditentukan oleh jumlah benih, kemampuan penyebaran, dan berbagai toleransi ekologi. Jika suatu ekosistem memiliki variasi tumbuhan atau beranekaragaman tumbuhan pada suatu kawasan akan menunjukkan tingkat kestabilan suatu ekosistem, yang pada akhirnya akan merangsang banyaknya satwa yang akan menjadikan kawasan tersebut sebagai habitatnya (Odum, EP 1993; Primack, RB *et al.*, 1998).

Indeks Nilai Penting (INP) menggambarkan besarnya pengaruh yang diberikan oleh suatu spesies dalam komunitas. Jika nilai INP suatu spesies tinggi menunjukkan bahwa spesies tersebut merupakan jenis yang dominan, menyebar luas dan menguasai suatu hutan. Nilai indeks rendah menunjukkan bahwa terdapat tekanan ekologi tinggi, baik yang berasal dari faktor biotik atau faktor abiotik. Tekanan ekologi yang tinggi menyebabkan sebagian jenis tumbuhan tidak dapat bertahan hidup di suatu lingkungan (Nizar *et al.*, 2016). Walaupun demikian bahwa bisa saja terdapat tumbuhan yang memiliki nilai INP tinggi pada tingkat semai dan pancang, tetapi tumbuhan tersebut kurang mampu bersaing pada generasi tingkat habitus tiang dan pohon selanjutnya, karena itu juga bergantung pada modus hidup habitus (pohon, perdu, semak, herba, liana dll), dari setiap jenis tumbuhan.

Indeks nilai penting jenis tumbuhan merupakan salah satu parameter yang menunjukkan peranan jenis tumbuhan tersebut dalam komunitasnya. Selain itu, nilai INP yang tinggi menunjukkan bahwa jenis tersebut mampu merebut zat hara sinar matahari dan ruang tumbuh lebih banyak dari jenis lainnya, sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan diameter pohon. Spesies tumbuhan yang memiliki indeks nilai penting yang lebih tinggi dari yang lainnya dikarenakan spesies tumbuhan tersebut cukup mendominasi dan menyebar pada seluruh stasiun penelitian sehingga nilai dominasinya tinggi. Selain karena tumbuhan tersebut mendominasi, tingginya nilai INP suatu jenis tumbuhan disebabkan karena tumbuhan tersebut mempunyai daya adaptasi yang lebih baik dari jenis lainnya. Nilai INP dapat dijadikan sebagai parameter kuantitatif untuk menyatakan tingkat dominansi spesies-spesies dalam suatu komunitas tumbuhan. Spesies yang dominan memiliki nilai INP yang tinggi sehingga memiliki peranan yang paling penting di dalam kawasan tersebut. Sebaliknya, INP yang rendah mengindikasikan bahwa jenis-jenis tersebut sangat potensial untuk hilang dari ekosistem jika terjadi tekanan karena jumlahnya sangat sedikit, kemampuan reproduksi rendah dan penyebaran yang sempit (Nurlia dan Karim, 2020).

Tumbuhan pioner atau tumbuhan perintis yang tumbuh secara alami pada area revegetasi yang berhasil teridentifikasi merupakan tumbuhan endemik Sulawesi yang khas dengan kondisi tempat tumbuh pada tanah bersifat ultrabasa dan tanahnya mengandung nikel dan besi. Jenis tumbuhan tersebut berasal dari tumbuhan Belimbing hutan (nama lokal) atau Belimbing bajo *Sarcotecha celebica* Veldkamp. Selain itu terdapat pula jenis tumbuhan Kersen hutan *Trema Orientale* L. (Blume) yang juga sering dijumpai di area revegetasi. Menurut Mangopang (2016), jenis tumbuhan lokal yang diketahui tumbuh secara alami disekitar areal penambangan nikel di Sulawesi adalah Kersen hutan *Trema Orientale* L. (Blume). Tumbuhan ini merupakan tumbuhan pionir yang adaptif dan bersifat katalitik untuk rehabilitasi lahan pascatambang karena tumbuh relatif cepat dan tidak memerlukan perawatan yang intensif. Tumbuhan jenis ini mampu tumbuh berasosiasi dengan tanaman revegetasi yang lain di area revegetasi.

Beberapa jenis tumbuhan lainnya yang perlu dipertimbangkan untuk ditanam, karena sifatnya tumbuh pada daerah ultrabasa dan endemik Sulawesi,

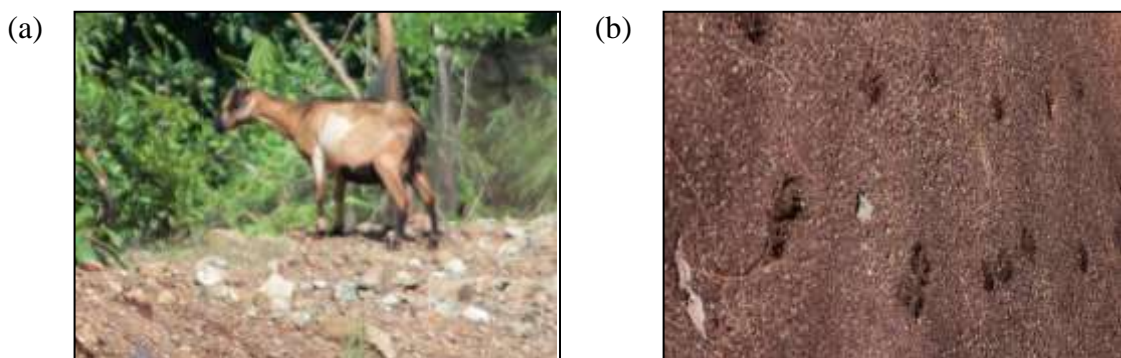
walaupun dalam pemantauan belum terdeteksi keberadaannya di lokasi Tambang Perusahaan, yaitu Majegau *Dysoxylum* sp. (hidup di tanah ultrabasa), *Gironniera subaequalis* Planch. (tanah ultra-basa), *Kalappia celebica* Kosterm (endemik Sulawesi pada tanah mengandung besi), *Macadania heldebrandii* Steen (endemik Sulawesi pada tanah mengandung nikel), *Hopea celebica* Burck (Endemik Sulteng dan Sultra), *Manilkara fasciculata* (Warb) (endemik Sulawesi pada tanah ultrabasa) dan *Deplanchea bancana* (Scheff) Steenis. Sedangkan jenis lainnya yang dapat dipertimbangkan sebagai tanaman reboisasi misalnya *Eucalyptus deglupta* Blume. (cepat tumbuh dan biasanya banyak digunakan untuk reforestrasi di daratan rendah dan basah) dan Gaisel *Homalanthus populreus* (sebagai tumbuhan pioner dalam kegiatan reboisasi karena cepat tumbuh). Demikian pula perlu pertimbangan mendalam pada jenis tumbuhan Akasia daun kecil *Acacia auriculiformis* A. Cunn, exBth, Kirinyuh *Chromolaena odorata* L., Tembelekan *Lantana camara*, Putri malu, *Mimosa pudica*, Lamtoro *Leucaena* sp., Alang-alang *Imperata cylindrica* L. (penghasil zat allelopati pada akar), karena tumbuhan ini sangat invasif, sehingga jika sudah tumbuh dalam jumlah banyak akan susah dalam mengendalikannya.

IV.1.2 Fauna Darat

Pengamatan fauna darat dilakukan untuk memperoleh data fauna (baik Mamalia, Burung, maupun Reptilia) yang ada di wilayah pertambangan yang mencakup jumlah jenis, jumlah individu, status perlindungan dan konservasi, indeks keanekaragaman jenis, serta analisis habitat yang dimanfaatkan oleh fauna darat. Keberadaan fauna darat sangat dipengaruhi oleh keadaan habitat pada suatu wilayah. Oleh karena itu, kondisi fauna darat dapat dijadikan sebagai bioindikator lingkungan dari suatu wilayah, yang digunakan oleh fauna darat sebagai tempat untuk berlindung, mencari makan, dan bersarang. Jenis-jenis fauna yang berada di sekitar wilayah PT Antam Tbk dapat dilihat pada Lampiran VIII.1.

Fauna dari kelas Mamalia yang dijumpai secara langsung adalah Monyet Digo (*Macaca ochreata*), dan Kambing (*Capra aegagrus*). Monyet Digo sering dijumpai dalam koloni yang besar di sekitar TPA pada waktu-waktu tertentu di pagi dan sore hari untuk mencari makan. Adapun Kambing yang dijumpai di Bukit Triton (revegetasi 2020, Gambar 4.17a), merupakan hewan ternak milik

warga sekitar yang dibiarkan mencari makan di dalam area pertambangan. Fauna Mamalia lainnya yang tercatat adalah Babi hutan (*Sus sp.*) secara tidak langsung, yaitu melalui bekas galian yang dijumpai pada beberapa titik seperti di Bukit Fortuner (area revegetasi 2018, Tambang Selatan) dan jejak kaki (Gambar 4.17b) seperti di Bukit VI (area virgin, Tambang Utara). Selain itu juga terdapat jejak kaki dan kotoran Sapi (*Bos sondaicus*) di beberapa lokasi, dan juga jejak Anjing (*Canis familiaris*). Di luar area pengamatan juga ditemukan Mamalia lain yaitu Kucing (*Felis catus*). Fauna dari kelas Reptilia yang tercatat adalah Biawak (*Varanus salvator*), Kadal (*Eutropis sp.*) dan Cecak Terbang (*Draco sp.*).



Gambar 4.16 (a) Kambing yang dijumpai di Bukit Triton (revegetasi 2020, WTS) dan (b) jejak kaki Babi Hutan yang dijumpai di Bukit VI (area virgin, WTU)

Berdasarkan daftar merah IUCN (*International Union for Conservation of Nature*), Monyet Digo (*Macaca ochareata*) tergolong jenis mamalia yang rentan terhadap kepunahan (*Vulnerable*, VU) dan tergolong ke dalam status Appendix II dalam pengawasan perdagangan internasional (CITES). Jenis ini merupakan jenis endemik di Sulawesi Tenggara.

Jenis fauna darat yang dijumpai di wilayah pertambangan umumnya berasal dari kelas Aves (burung). Hal ini dapat disebabkan oleh fauna burung umumnya hidup secara liar dan memiliki mobilitas yang tinggi. Pada wilayah pertambangan PT Antam Tbk terdapat berbagai macam habitat yang meliputi area bervegetasi alami (hutan virgin), area pasca tambang yang telah direvegetasi, area bervegetasi yang telah terganggu oleh aktivitas tambang, dan area pemukiman.

IV.1.2.1 Fauna Burung di WTU, WTT, WTS PT Antam Tbk

Analisis komponen biotik terutama fauna burung di dalam ekosistem penting dilakukan untuk mengetahui respon biologi terhadap perubahan lingkungan terutama akibat degradasi kualitas lingkungan. Menurut Magguran (1983), analisis struktur komunitas dapat memberikan gambaran komposisi atau keanekaragaman suatu komunitas, sehingga dapat diperkirakan keadaan komunitas di suatu habitat.

Pengamatan fauna burung di area pertambangan dilakukan berdasarkan 9 (sembilan) kategori habitat, yaitu area terganggu (N0), revegetasi 2021 (N1), revegetasi 2020 (N2), revegetasi 2019 (N3), revegetasi 2018 (N4), revegetasi 2017 (N5), revegetasi 2016 (N6), revegetasi 2015 (N7), dan area virgin. Pengamatan yang dilakukan pada kesembilan habitat tersebut ditujukan untuk melihat perbedaan struktur populasi dan keanekaragaman fauna burung pada masing-masing habitat, berdasarkan jenis dan usia vegetasi. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari metode *point count* dan VES (*Visual Encounter Survey*) ditemukan sebanyak 34 jenis fauna burung yang tergolong ke dalam 24 famili, dengan total 804 individu (berdasarkan metode *point count*), dengan rincian masing-masing habitat yang dapat dilihat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Jumlah dan status konservasi fauna burung di WTU, WTT, dan WTS

Uraian	Lokasi									Jumlah Akumulasi
	N0	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	Area Virgin	
Total Jenis	2	7	12	16	14	13	17	13	26	34
Total Individu	4	24	61	89	75	66	148	99	238	804
Endemik Sulawesi	-	1	2	4	3	3	3	4	8	10
Status Perdagangan:										
Appendix I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Appendix II	-	-	1	-	-	-	-	1	2	4
Status Perlindungan RI:										
Dilindungi	-	-	1	-	-	-	-	1	2	4
Tidak Dilindungi	2	8	12	17	15	14	18	13	25	31

Berdasarkan Tabel 4.2, dari total 34 jenis fauna burung yang dijumpai, terdapat empat jenis (11,8%) yang dilindungi berdasarkan Peraturan Menteri

Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.106/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018, yaitu burung Elang-ular sulawesi (*Spilornis rufipectus*), Elang Sulawesi (*Nisaetus lanceolatus*), Serindit sulawesi (*Loriculus stigmatus*), dan Kengkareng Sulawesi (*Rhabdotorrhinus exarhatus*) (Gambar 4.17). Keempat jenis burung tersebut juga termasuk ke dalam kategori Appendix II dalam peraturan perdagangan internasional (CITES, 2022).



Gambar 4.17 Sepasang Kangkareng Sulawesi (*Rhabdotorrhinus exarhatus*), burung endemik dilindungi yang termasuk Appendix II dan terancam punah yang dijumpai di Bukit TLE-TLF (area revegetasi 2015, WTT).

Selain itu, terdapat sepuluh jenis (29,4%) yang merupakan burung endemik Sulawesi yaitu Serindit sulawesi (*Loriculus stigmatus*), Kehicap sulawesi (*Hypothymis puella*), Pelanduk sulawesi (*Pellorneum celebense*), Cabai panggul-kelabu (*Dicaeum celebicum*), Cabai panggul-kuning (*Dicaeum aureolimbatum*), Elang-ular sulawesi (*Spilornis rufipectus*), Bubut sulawesi (*Centopus celebensis*), Elang sulawesi (*Nisaetus lanceolatus*), Kangkareng Sulawesi (*Rhabdotorrhinus exarhatus*), dan Kepudang-sungu sulawesi (*Edolisoma morio*). Berdasarkan daftar merah *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN-red list) (IUCN, 2022), semua jenis yang tercatat tergolong ke dalam Least Concern (tingkat risiko rendah) kecuali Kangkareng sulawesi (*Rhabdotorrhinus exarhatus*) yang tergolong ke dalam kategori Vulnerable (memiliki risiko kepunahan yang sangat tinggi)

Kelimpahan fauna burung yang tercatat di area pertambangan (Tabel 4.3) menunjukkan komposisi yang berbeda-beda untuk masing-masing kategori habitat. Pakan merupakan faktor yang paling penting dan menentukan

persebaran dan jumlah burung pada suatu kawasan. Semakin banyak jumlah makanan, maka akan semakin banyak pula burung yang tinggal dan berkembang biak. Area virgin dan area rehabilitasi merupakan dua tipe kawasan yang berbeda yaitu area virgin mampu menyediakan pasokan makanan dalam jumlah yang besar dan bervariasi bila dibandingkan dengan area rehabilitasi. Oleh karena itu, area virgin memiliki jumlah dan variasi burung yang jauh lebih banyak dibandingkan area rehabilitasi.



Gambar 4.18 Burung-madu sriganti (*Cinnyris jugularis*) yang memiliki kelimpahan relatif tertinggi pada berbagai habitat di area pertambangan

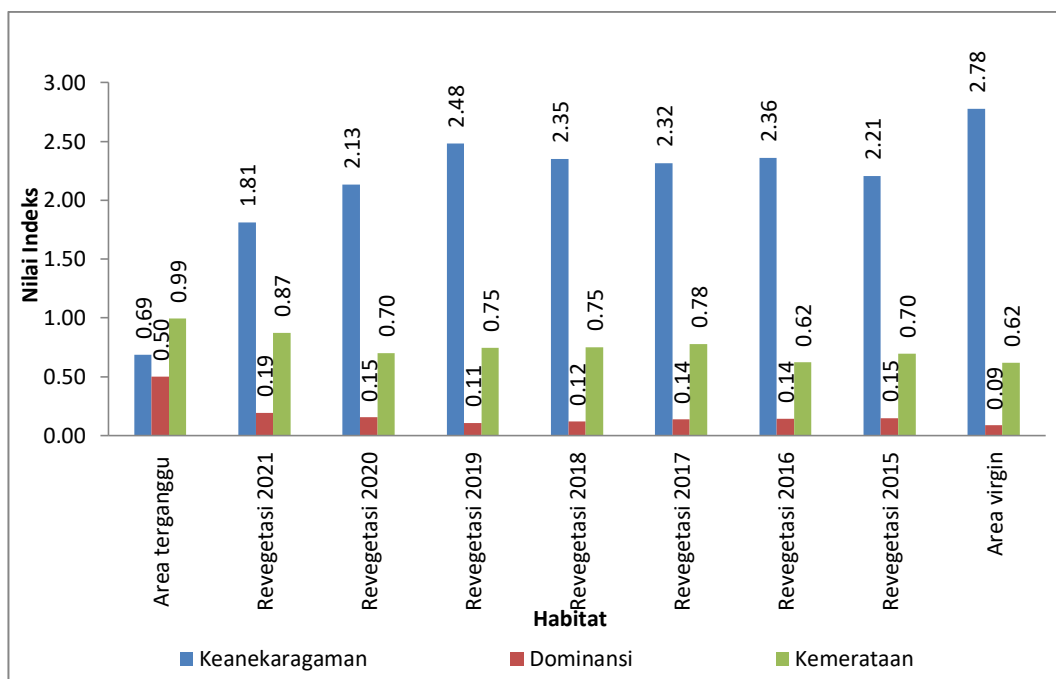
Masing-masing habitat yang ada di area pertambangan menunjukkan kelimpahan relatif fauna burung yang berbeda-beda . Jenis fauna burung dengan kelimpahan relatif tertinggi pada masing-masing habitat dapat dilihat pada Tabel 4.3. Umumnya, jenis dengan kelimpahan relatif yang tinggi ditunjukkan oleh jenis Burung-madu sriganti (*Cinnyris jugularis*) (Gambar 4.18), Burung-madu hitam (*Leptocoma aspasia*), dan Cucak kutilang (*Pycnonotus aurigaster*), yang ditemukan melimpah di beberapa habitat. Menurut Mackinnon (2010), burung Madu Sriganti merupakan burung madu yang paling umum di daerah dataran rendah terbuka. Hal tersebut dapat disebabkan oleh jenis vegetasi yang ada di beberapa habitat sangat mendukung keberadaan jenis-jenis tersebut, baik untuk mencari makan ataupun bersarang.

Tabel 4.3 Jenis fauna burung dengan kelimpahan relatif tertinggi di setiap habitat

Nama Lokal	Nama Latin	Kelimpahan Relatif
Area Terganggu		
Burung-madu hitam	<i>Leptocoma aspasia</i>	75,00%
Cucak kutilang	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	25,00%

Rehabilitasi 2021		
Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>	37,50%
Cucak kutilang	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	20,80%
Rehabilitasi 2020		
Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>	24,59%
Decu belang	<i>Saxicola caprata</i>	24,59%
Revegetasi 2019		
Cucak kutilang	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	21,35%
Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>	16,85%
Revegetasi 2018		
Cucak kutilang	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	21,33%
Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>	20,00%
Revegetasi 2017		
Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>	31,82%
Cabai panggul-kelabu	<i>Dicaeum celebicum</i>	12,12%
Revegetasi 2016		
Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>	29,73%
Cucak kutilang	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	15,54%
Revegetasi 2015		
Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>	31%
Cucak kutilang	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	12%
Area Virgin		
Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>	18,07%
Srigunting jambul-rambut	<i>Dicrurus hottentottus</i>	12,61%

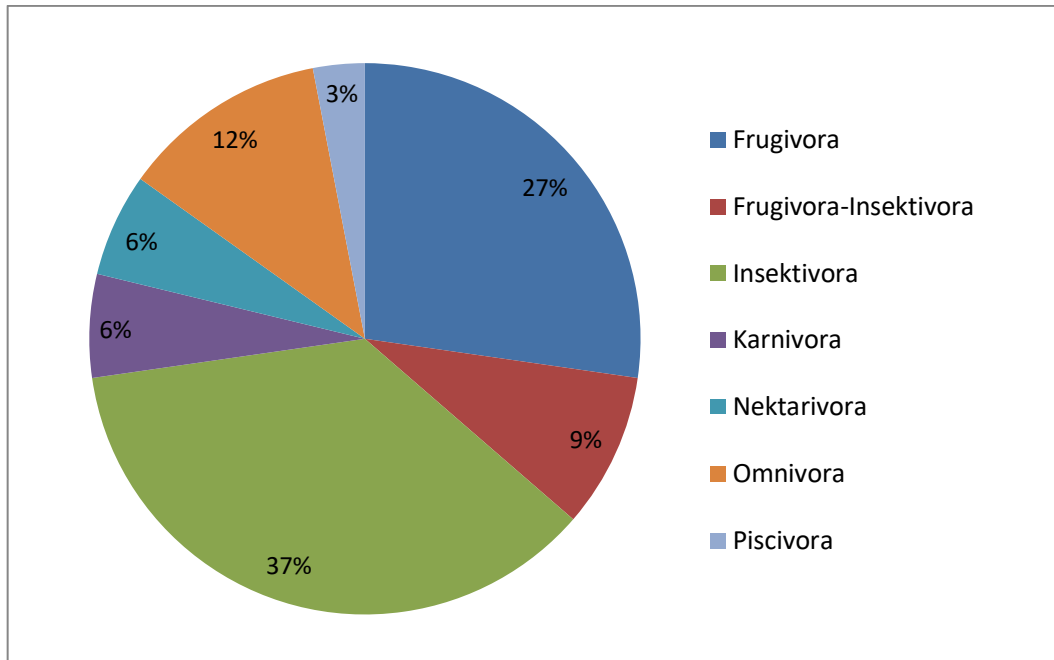
Analisis keanekaragaman fauna burung pada masing-masing habitat meliputi indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H'), indeks dominansi Simpson (D), dan indeks kemerataan Pielou (E). Histogram perbandingan nilai indeks pada masing-masing habitat dapat dilihat pada Gambar 4.19. Indeks keanekaragaman spesies burung pada semua lokasi tergolong kategori keanekaragaman rendah ($H' < 1$) hingga sedang ($1 < H' < 3$), dengan nilai yang berkisar antara 0,69 hingga 2,78. Keanekaragaman terendah terdapat pada area terganggu dan tertinggi terdapat pada area virgin. Pada area revegetasi, indeks keanekaragaman tertinggi terdapat pada area revegetasi 2019 ($H' = 2,48$) dan terendah terdapat pada area revegetasi 2021 ($H' = 1,81$).



Gambar 4.19 Histogram perbandingan indeks keanekaragaman, dominansi, dan kemerataan fauna burung pada masing-masing habitat di PT. Antam Tbk.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, nilai indeks keanekaragaman pada area revegetasi tidak mewakili usia berdasarkan usia revegetasi. Hal itu dapat dilihat dari nilai indeks pada area revegetasi 2019 yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan revegetasi 2018, revegetasi 2017, revegetasi 2016, dan revegetasi 2015. Perbedaan nilai indeks keanekaragaman dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kondisi vegetasi, waktu pengamatan, dan kondisi cuaca (seperti hujan dan matahari yang terik). Meskipun demikian, semua habitat pada area revegetasi tergolong dalam kategori sedang ($1 < H' \leq 3$), yang berarti bahwa habitat yang ada tergolong baik bagi kehidupan spesies-spesies satwa yang ada di dalamnya, termasuk burung, melalui ketersediaan kebutuhan hidup burung yang mencakup pakan, tempat bersarang, dan tempat beraktivitas (Dewi *et al.*, 2007).

Indeks dominansi yang diperoleh di seluruh habitat memiliki nilai yang mendekati 0 (berkisar antara 0,09 – 0,50), yang berarti bahwa tidak terdapat spesies tertentu yang mendominasi di habitat tersebut. Sejalan dengan Indeks kemerataan di seluruh habitat menunjukkan nilai yang mendekati 1, dengan nilai yang berkisar antara 0,62 – 0,99. Habitat dengan nilai indeks kemerataan yang mendekati 1 dianggap memiliki persebaran fauna burung yang merata pada setiap titik pengamatan.



Gambar 4.20 Proporsi jumlah jenis berdasarkan *feeding guild* pada masing-masing habitat di PT. Antam Tbk.

Berdasarkan hasil analisis, burung yang ditemukan pada semua habitat di area pertambangan terbagi ke dalam tujuh jenis *feeding guild* (jenis pakan), dengan proporsi masing-masing *guild* yang dapat dilihat pada Gambar 4.20. Diantara ketujuh jenis tersebut, kelompok burung insektivora (pemakan serangga) yang mendominasi dengan proporsi sebesar 37%, yang kemudian diikuti oleh kelompok burung frugifora (pemakan buah) dengan proporsi sebesar 27%. Sedangkan jenis terendah dengan proporsi hanya 3% adalah jenis burung piscivora (pemakan ikan) yang hanya diwakili oleh Cekakak sungai (*Todiramphus chloris*).

Komposisi *guild* merupakan kumpulan spesies yang memanfaatkan suatu sumber daya dengan cara yang sama (Morin, 1999). Pengamatan terhadap komposisi *guild* di suatu daerah sangat baik dijadikan sebagai indikator. Hal ini dikarenakan komposisi *guild* bisa memberikan gambaran aliran energi dan makanan dalam suatu ekosistem. Selain itu, kajian mengenai *guild* pakan komunitas burung khususnya pada masing-masing habitat di kawasan pertambangan PT Antam Tbk diperlukan untuk memberikan gambaran mengenai kemampuan masing-masing habitat dalam mendukung kehidupan burung, khususnya sumberdaya pakan.



Gambar 4.21 Kadal sulawesi (*Rhamphococcyx calyrorhynchus*) dari Famili Cuculidae, salah satu burung insektivora yang sering dijumpai di wilayah pengamatan.

Burung insektivora (pemakan serangga) yang mendominasi dengan proporsi sebesar 37% terdiri dari famili Apodidae, Campephagidae, Cuculidae, Dicruridae, Hemiprocnidae, Hirundinidae, Meropidae, Monarchidae, Muscicapidae, dan Timaliidae. Tingginya persentase burung insektivora yang ada di wilayah pengamatan disebabkan oleh tingginya populasi serangga sebagai sumber pakan utamanya. Menurut Ramdhani (2006), melimpahnya serangga yang ada di suatu habitat dapat disebabkan oleh berbagai hal seperti banyaknya jenis pohon tua dan besar yang kulit batangnya dihuni oleh berbagai jenis serangga. Tingginya aktivitas manusia di sekitar kawasan pertambangan, fragmentasi habitat, dan berkurangnya jumlah areal semak belukar membuat sebagian besar jenis burung pemakan serangga beraktivitas dan mencari pakan di kanopi pohon. Selain itu, serangga di daun atau ranting pohon yang berukuran kecil jumlahnya tidak terpengaruh oleh aktivitas manusia (Seress dan Liker 2015), sehingga serangga selalu tersedia di ranting.

Setelah insektivora, *guild* terbesar kedua adalah frugivora (pemakan buah) sebesar 27%, yang terdiri atas famili Columbidae, Dicaeidae, Psittacidae, dan Zosteropidae. Cukup melimpahnya burung frugivora dapat mengindikasikan ketersediaan pohon berbuah pada area pertambangan PT Antam Tbk. Menurut Nathaniel dan Wheelwright (1985), tumbuhan penghasil buah yang berukuran kecil lebih menarik bagi burung pemakan buah, sebagaimana dijumpainya

beberapa tumbuhan seperti Belimbing Hutan (*Sarcotheca celebica* Veldkamp) yang memiliki buah berukuran kecil di area pertambangan PT Antam Tbk.

Kehadiran burung frugivora dinilai sangat penting, karena merupakan salah satu agen yang efektif dalam proses membantu pelepasan daging buah dan kulit buah, serta dapat mempermudah germinasi biji dalam saluran cernanya (Whelan, *et al.*, 2008). Buah yang dimakan oleh burung memiliki biji yang tidak dapat dicerna oleh burung, kemudian dibuang bersama kotoran pada saat pergerakan burung pada habitatnya, hal tersebut dapat membantu proses regenerasi vegetasi dan persebaran tumbuhan pada habitat (Muhammad, *et al.*, 2018).

IV.1.2.2 Fauna Burung di Wilayah Tambang Pulau Maniang (WTPM)

Pengamatan fauna burung di WTPM dilakukan berdasarkan dua kategori habitat, yaitu *Stockyard* (area terganggu) dan *Hauling Road* (area virgin). Berdasarkan hasil yang diperoleh dari metode *point count* dan VES (*Visual Encounter Survey*) ditemukan sebanyak 14 jenis fauna burung yang tergolong ke dalam 12 famili, dengan total 40 individu (berdasarkan metode *point count*), dengan rincian masing-masing habitat yang dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Jumlah dan status konservasi fauna burung di WTPM

Uraian	Lokasi		Jumlah Akumulasi
	Stockyard (area terganggu)	Hauling Road (area virgin)	
Total Spesies	2	14	14
Total Individu	5	35	40
Endemik Sulawesi	0	4	5
Status Perdagangan:			
Appendix I	0	0	0
Appendix II	0	1	1
Status Perlindungan RI:			
Dilindungi	0	1	1
Tidak Dilindungi	2	13	13

Jenis burung endemik sulawesi yang tercatat sebanyak empat jenis (28,6%), yaitu Kehicap sulawesi (*Hypothymis puella*, Gambar 22), Kepudang-sungu sulawesi (*Edolisoma morio*), Pelanduk sulawesi (*Pellorneum celebense*), dan Elang Sulawesi (*Nisaetus lanceolatus*). Selain itu, terdapat satu jenis burung yang termasuk kategori Appendix II dalam peraturan perdangan internasional

(CITES) dan juga dilindungi berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.106/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018, yaitu burung Elang sulawesi (*Nisaetus lanceolatus*).



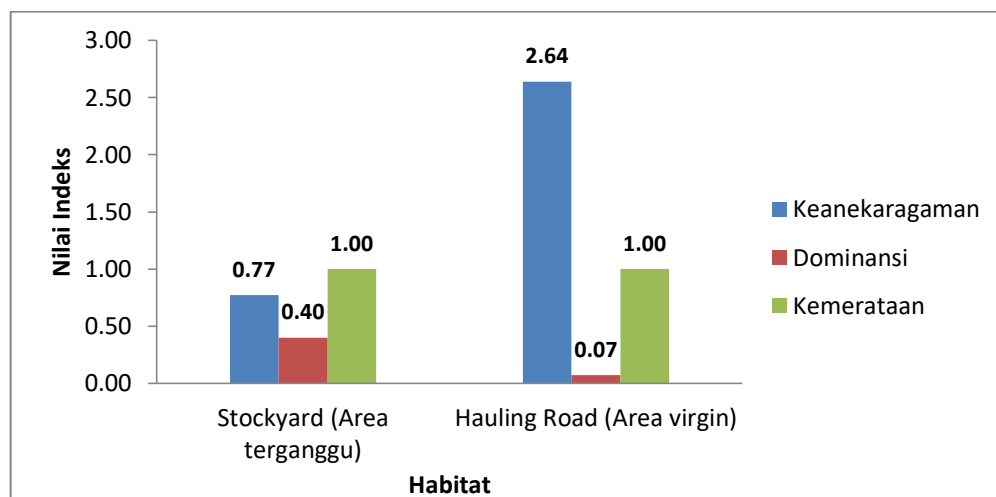
Gambar 4.22 Kehicap sulawesi (*Hypothymis puella*), salah satu burung endemik yang dijumpai di *Hauling Road* (area virgin), Pulau Maniang

Masing-masing habitat yang ada di WTPM menunjukkan kelimpahan fauna burung yang didominasi oleh jenis dari famili Nectariniidae. Kelimpahan relatif tertinggi pada masing-masing habitat dapat dilihat pada Tabel 4.5. Jenis burung dengan kelimpahan relatif tertinggi di *Hauling Road* adalah Burung-madu hitam (*Leptocoma aspasia*), sedangkan di maupun di *Stockyard* adalah Burung-madu sriganti (*Cinnyris jugularis*). Hal tersebut dapat disebabkan oleh banyaknya jenis vegetasi yang menghasilkan nektar sehingga sangat mendukung keberadaan jenis tersebut, baik untuk mencari makan ataupun bersarang.

Tabel 4.5 Fauna burung dengan kelimpahan tertinggi pada masing-masing habitat di WTPM

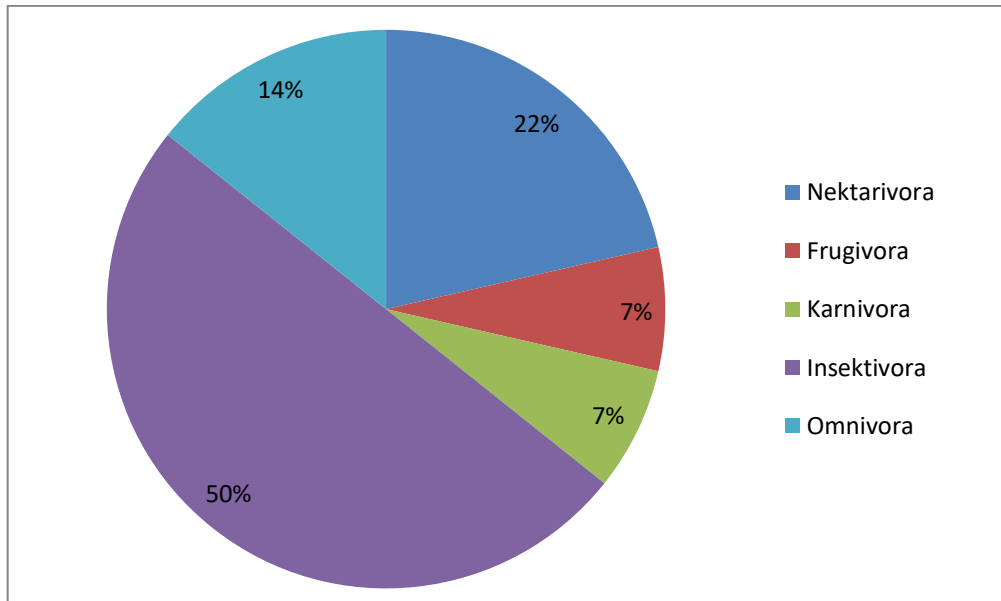
Nama Lokal	Nama Latin	Kelimpahan Relatif
<i>Stockyard</i> (area terganggu)		
Burung-madu hitam	<i>Leptocoma aspasia</i>	62,50%
Burung-madu kelapa	<i>Anthreptes malacensis</i>	37,50%
<i>Hauling Road</i> (area Virgin)		
Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>	26,51%
Burung-madu hitam	<i>Leptocoma Aspasia</i>	19,28%

Hasil analisis keanekaragaman pada masing-masing habitat dapat dilihat pada Gambar 4.23, yang mencakup indeks keanekaragaman, dominansi, dan pemerataan. Indeks keanekaragaman terendah terdapat pada *Stockyard* (area terganggu) dengan nilai H' sebesar 0,77, yang tergolong kategori keanekaragaman rendah ($H' < 1$). Rendahnya nilai H' tersebut juga berarti bahwa lokasi tersebut memiliki ekosistem yang tidak stabil dalam menunjang keberadaan fauna burung, yang dapat disebabkan oleh kondisi vegetasi di area *Stockyard* yang sangat terbatas dan sedikit jumlahnya, sehingga tidak memungkinkan untuk fauna burung menjadikannya sebagai habitat utama. Indeks keanekaragaman pada *Hauling Road* (area virgin) menunjukkan nilai H' sebesar 2.64 dan tergolong keanekaragaman sedang ($1 < H' \leq 3$), yang menunjukkan bahwa habitat tersebut tergolong baik bagi kehidupan fauna burung yang ada di dalamnya, baik untuk bersarang ataupun mencari makan.



Gambar 4.23 Histogram perbandingan indeks keanekaragaman, dominansi, dan pemerataan fauna burung pada masing-masing habitat di WTPM

Indeks dominansi yang diperoleh dari kedua habitat menunjukkan nilai dominansi yang mendekati 0 (berkisar antara 0,07 – 0,40). Nilai dominansi yang mendekati 0 mengindikasikan bahwa tidak terdapat spesies tertentu yang mendominasi di kedua habitat tersebut. Sejalan dengan hal tersebut, nilai indeks pemerataan yang diperoleh di kedua habitat juga menunjukkan nilai pemerataan yang maksimal ($evenness = 1,00$). Habitat dengan indeks pemerataan di atas 0.75 dianggap memiliki persebaran fauna burung yang merata (stabil) pada area pengamatan.



Gambar 4.24 Proporsi jumlah jenis berdasarkan *feeding guild* di seluruh habitat WTPM

Berdasarkan *feeding guild* (jenis pakan), burung yang ditemukan di WTPM terbagi ke dalam lima *guild*, dengan proporsi masing-masing *guild* yang dapat dilihat pada Gambar 4.24. Jenis *guild* yang mendominasi adalah insektivora (pemakan serangga) dengan proporsi sebesar 50% kemudian nektarivora sebesar 22%. Nektarivora yang dijumpai di WTPM adalah Burung-madu sriganti (*Cinnyris jugularis*), Burung-madu kelapa (*Anthreptes malacensis*), dan Burung-madu hitam (*Leptocoma aspasia*).



Gambar 4.25 Burung-madu kelapa (*Anthreptes malacensis*), salah satu burung nektarivora yang melimpah di WTPM

Tingginya persentase kelompok nektarivora pada WTPM dapat disebabkan karena banyaknya pohon berbunga dalam periode yang panjang dalam

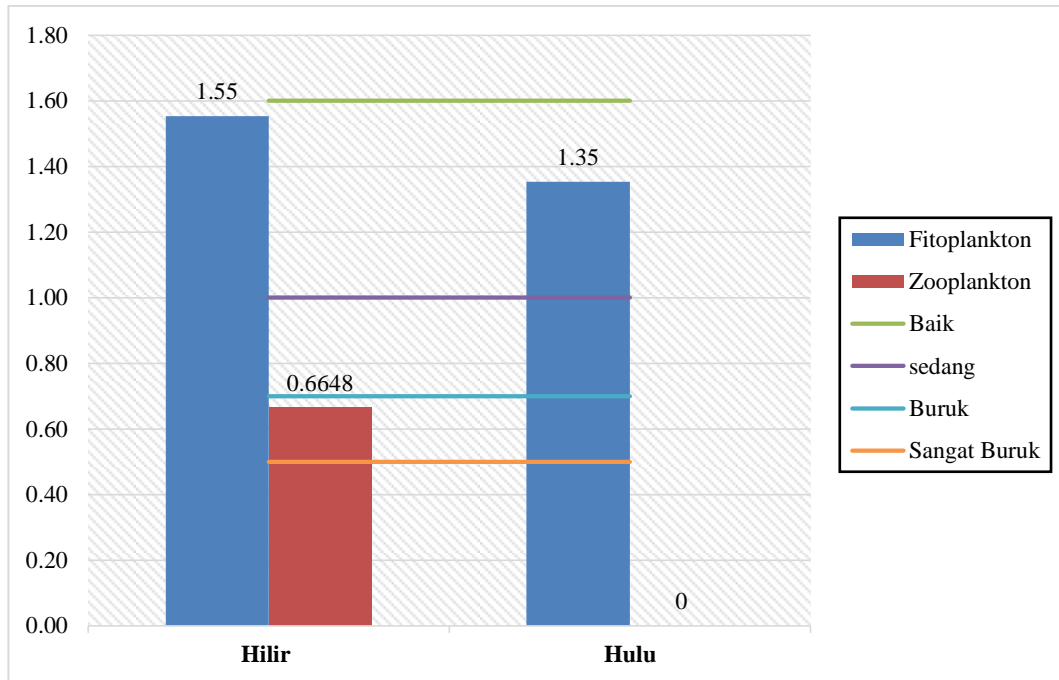
setahun, sehingga menyediakan nektar yang merupakan makanan utamanya. Sejalan dengan pendapat Pauw dan Louw (2012), untuk menghadirkan burung pemakan nektar dibutuhkan pemilihan tanaman berdasarkan waktu pembungaannya agar dapat menyediakan nektar sepanjang tahun.

IV.2 Plankton Sungai

IV.2.1 Keanekaragaman dan Kelimpahan Plankton Sungai di Area Antam Pomalaa

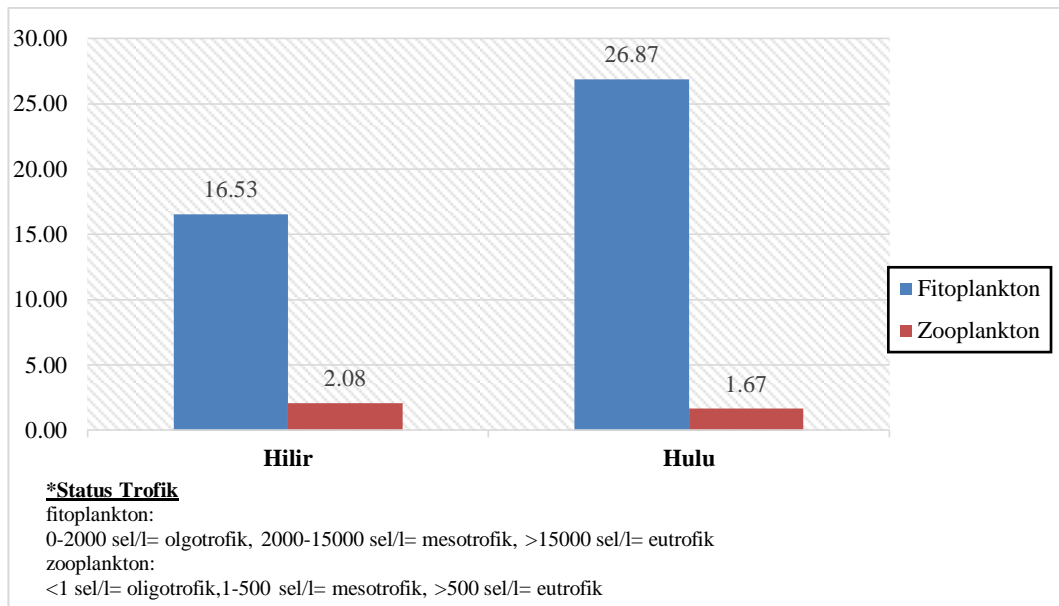
Nilai indeks keanekaragaman dan kelimpahan plankton sungai diperoleh dari hasil akumulatif beberapa lokasi pengambilan sampel air di hulu dan hilir aliran sungai sekitar kawasan PT Antam Pomalaa. Lokasi pemantauan hulu sungai terdiri atas beberapa titik, yaitu titik pemantauan Huko-Huko hulu, Oko-Oko hulu, Kumoro hulu, Pelambua hulu, Tonggoni hulu, dan Pesouha hulu. Lokasi pemantauan hilir sungai terdiri atas titik pemantauan Huko-Huko hilir, Oko-Oko hilir, Kumoro hilir, Pelambua hilir, Tonggoni hilir, dan Pesouha hilir.

Hasil analisis indeks keanekaragaman Shannon-Wiener plankton sungai di sekitar kawasan pertambangan PT Antam Pomalaa secara umum menunjukkan nilai keanekaragaman fitoplankton pada kategori sedang berdasarkan kriteria indeks diversitas plankton (Center dan Hill, 1981). Nilai rata-rata keanekaragaman fitoplankton tertinggi terdapat pada lokasi hilir sungai dengan nilai keanekaragaman 1,55 sedangkan nilai rata-rata keanekaragaman fitoplankton terendah pada lokasi Hulu sungai dengan nilai keanekaragaman 1,35. Adapun Nilai rata-rata keanekaragaman Zooplankton tertinggi terdapat pada lokasi hilir sungai dengan nilai keanekaragaman 0,6648 sedangkan nilai rata-rata keanekaragaman Zooplankton terendah pada lokasi Hulu sungai dengan nilai keanekaragaman 0 seperti yang dapat dilihat pada gambar 4.26.



Gambar 4.26 Keanekaragaman plankton sungai pada lokasi hulu dan hilir aliran sungai di sekitar kawasan pertambangan PT Antam Pomalaa

Hasil analisis kelimpahan plankton sungai di sekitar kawasan pertambangan Antam Pomalaa menunjukkan nilai yang cukup bervariasi. Nilai kelimpahan fitoplankton pada setiap lokasi di area sekitar aktivitas Antam menunjukkan kondisi perairan dengan tingkat kesuburan rendah (oligotrofik) berdasarkan kategori pendugaan status trofik mengacu pada Lander (1978) dalam Suryanto (2009) sedangkan nilai kelimpahan zooplankton pada setiap lokasi di area sekitar aktivitas Antam menunjukkan kondisi perairan dengan tingkat kesuburan sedang (mesotrofik) hingga tingkat kesuburan rendah (oligotrofik) berdasarkan kategori pendugaan status trofik mengacu pada Golman dan Horne (1994) dalam Suryanto (2009). Nilai rata-rata kelimpahan fitoplankton tertinggi terdapat pada lokasi hulu sungai dengan nilai kelimpahan 26,87 sel/liter sedangkan nilai rata-rata kelimpahan fitoplankton terendah terdapat pada lokasi hulu sungai dengan nilai kelimpahan 16,53 sel/liter. Nilai rata-rata kelimpahan zooplankton tertinggi terdapat pada lokasi hilir sungai dengan nilai kelimpahan 2,08 sel/liter sedangkan nilai rata-rata kelimpahan terendah terdapat pada lokasi hulu sungai dengan nilai kelimpahan 1,67 sel/liter seperti yang disajikan pada Gambar 4.27.



Gambar 4.27 Kelimpahan Plankton pada lokasi hulu dan hilir aliran sungai di sekitar kawasan pertambangan PT Antam Pomalaa

Kondisi lingkungan lokasi pengambilan sampel plankton sungai dapat digambarkan melalui hasil data suhu, dan pH perairan. Suhu perairan di lokasi aliran sungai di sekitar area Antam sebesar 25-34°C dimana suhu perairan tertinggi berada pada daerah hulu sungai. pH air sungai berkisar antara 7-7,5 dengan nilai pH tertinggi terdapat pada lokasi hulu sungai.

IV.3 Ekosistem Mangrove

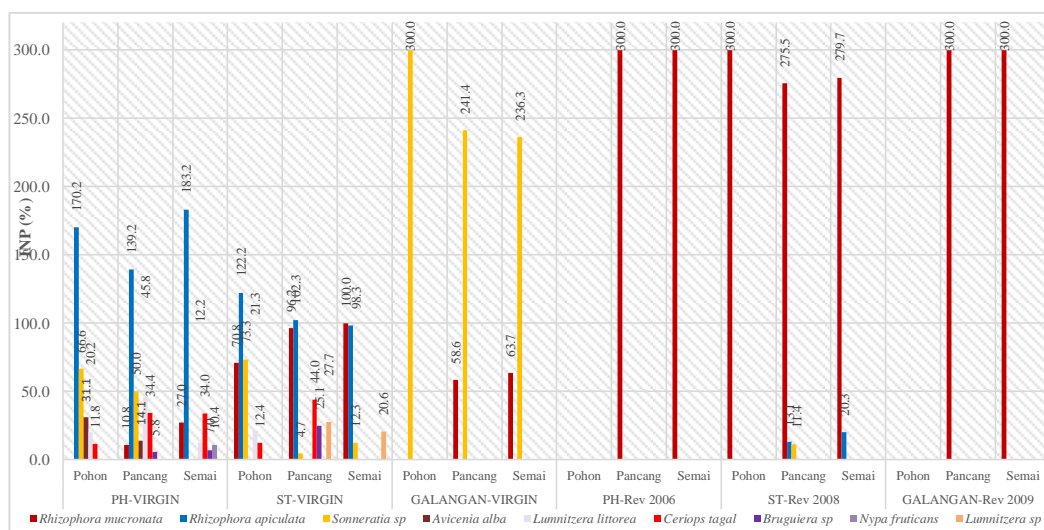
IV.3.1 Vegetasi Mangrove

Mangrove merupakan tanaman pendukung berbagai jenis ekosistem pantai, muara sungai dan delta pada daerah tropis dan sub tropis. Salah satu ciri mangrove adalah mempunyai akar yang muncul ke area permukaan. Tampilan mangrove seperti hamparan semak belukar yang memisahkan daratan dengan laut sehingga mangrove dapat dikatakan ekosistem peralihan antara daratan dan lautan. Fungsi dari ekosistem mangrove secara fisik adalah menjaga garis pantai, melindungi pantai dari erosi (abrasi), menjadi peredam gelombang serta sebagai penangkap sedimen (Baderan, dkk., 2018). Sedangkan fungsi mangrove secara biologis adalah sebagai Kawasan pemijahan serta asuhan bagi komunitas Arthropoda seperti udang, kepiting, kerang. Selain itu sebagai Kawasan untuk berlindung, bersarang serta perkembangbiakan berbagai hewan (Susilo, 2017).

Analisis vegetasi digunakan untuk mengetahui komposisi jenis dan struktur vegetasi dalam suatu ekosistem (Ahsan, dkk., 2021). Analisis vegetasi merupakan metode untuk mempelajari susunan atau komposisi vegetasi berdasarkan bentuk (struktur) vegetasi dari tumbuhan. Analisis vegetasi diperlukan untuk mendapatkan data-data kuantitatif sebagai dasar untuk menghitung Indeks Nilai Penting sehingga dapat diperoleh informasi distribusi vegetasi dalam suatu ekosistem (Hapsari, dkk., 2022).

IV.3.1.1 Analisis INP Vegetasi Mangrove di Pesisir Pantai Harapan dan Pantai Sitado

Berikut pada Gambar.28 memperlihatkan hasil analisis vegetasi mangrove pada pemantauan semester 1 tahun 2022 pada masing-masing area virgin dan rehabilitasi di Kawasan mangrove Pantai Harapan (PH), Sitado (ST) dan Pesisir Galangan (PG), Wilayah Tambang PT Antam Tbk. Area pesisir Galangan merupakan lokasi pemantauan terbaru yang dilakukan pada tahun 2022.



Gambar 4.28 Histogram Indeks Nilai Penting (%) jenis mangrove pada Pantai Harapan (PH), Sitado (ST) dan Pesisir Galangan (GAL) di lokasi tambang PT Antam Tbk semester I tahun 2022

Berdasarkan gambar 4.28 di atas dapat dilihat hasil analisis INP dari setiap kategori habitus mangrove yang di temukan pada wilayah pemantauan. Kategori terbagi menjadi 3 habitus berdasarkan keliling batang tiap individu mangrove. Area virgin Pantai Harapan dan Sitado dapat ditemukan ketiga kategori habitus dengan nilai INP tertinggi dimiliki oleh mangrove *Rhizophora apiculata* pada kategori semai di area Virgin Pantai Harapan. Mangrove jenis *Rhizophora*

apiculata juga ditemukan pada seluruh kategori habitus mangrove area virgin Pantai Harapan dan Sitado sedangkan Pada area virgin Pesisir Galangan yang merupakan area pemantauan terbaru dan didapatkan nilai INP tertinggi yaitu mangrove *Sonneratia* sp. yaitu 300% atau dapat dikatakan seratus persen vegetasi mangrove pada area virgin Pesisir Galangan khususnya habitus pohon adalah Jenis *Sonneratia* sp. Pada area revegetasi didapatkan nilai INP tertinggi dimiliki oleh mangrove jenis *Rhizophora apiculata* dengan nilai INP diatas 250% pada kategori pancang dan semai di area Pantai Harapan dan Pesisir Galangan, sedangkan untuk area Sitado telah tercatat bahwa terdapat kategori pohon, pancang dan semai.

Jenis mangrove yang teridentifikasi di area virgin pantai harapan berjumlah 8 jenis yang didominasi oleh mangrove jenis *Rhizophora apiculata*, di area virgin Sitado berjumlah 7 jenis yang didominasi oleh mangrove jenis *Rhizophora apiculata* dan area virgin pesisir Galangan berjumlah 2 jenis yang didominasi oleh mangrove jenis *Sonneratia* sp. Sedangkan pada area revegetasi baik di area Pantai Harapan, Sitado dan Pesisir Galangan mayoritas ditanami oleh mangrove jenis *Rhizophora mucronata* pada kegiatan rehabilitasi, namun ditemukan pula mangrove jenis *Rhizophora apiculata* dan *Sonneratia* sp. yang kemungkinan besar tumbuh alami di area tersebut. Selain ditemukannya mangrove sejati, terdapat pula tumbuhan lain yang tumbuh di area pemantauan atau biasa di sebut mangrove asosiasi. Adapun tumbuhan tersebut yaitu jenis Kayu Buta-buta *Excoecaria agallocha*. Selain pada pada area virgin Pantai Harapan juga ditemukan semai vegetasi Nypa *Nypa Fruticans*, yang pada pemantauan sebelumnya tidak ditemukan

Jenis-jenis mangrove yang terpantau tumbuh di area pemantauan Pantai Harapan, Sitado dan Pesisir Galangan, Wilayah Tambang PT Antam Tbk semester I tahun 2022 disajikan pada Tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Daftar jenis mangrove yang terpantau tumbuh di area Pantai Harapan, Sitado dan Pesisir Galangan PT Antam Tbk semester I tahun 2022

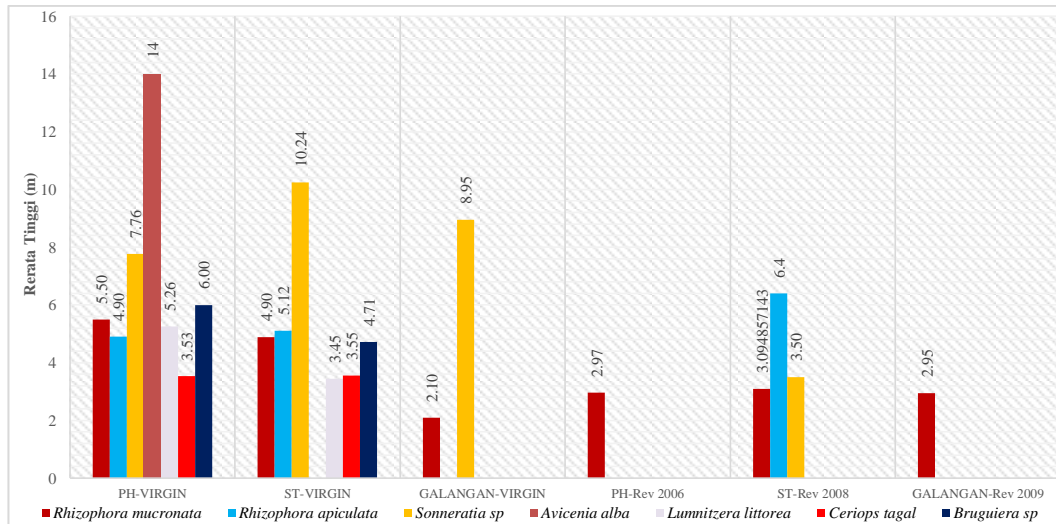
No	Nama Species	Virgin			Revegetasi		
		PH	Sitado	PG	PH	Sitado	PG
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	☑	☑	☑	☑	☑	☑
2	<i>Rhizophora apiculata</i>	☑	☑			☑	
3	<i>Sonneratia</i> sp.	☑	☑	☑		☑	
4	<i>Avicenia alba</i>	☑					

5	<i>Lumnitzera littorea</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
6	<i>Ceriops tagal</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
7	<i>Bruguiera</i> sp.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
8	<i>Nypa fruticans</i>	<input checked="" type="checkbox"/>					
9	<i>Lumnitzera</i> sp.		<input checked="" type="checkbox"/>				
10	<i>Excoecaria agalloca</i> *				<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Jumlah Species	8	7	2	1	3	1

Berdasarkan tabel diatas, dapat dilihat bahwa mangrove jenis *Rhizophora mucronata* dapat ditemukan diseluruh area pemantauan. Hal ini membuktikan bahwa mangrove jenis ini merupakan salah satu mangrove asli yang di jumpai diseluruh area virgin yang mampu tumbuh di area revegetasi baik di area Pantai Harapan, Sitado dan Pesisir Galangan. Keberadaan dari mangrove jenis *Rhizophora* ini tentunya dapat membantu peningkatan dari pengikatan substrat pada area pesisir dengan bantuan akarnya yang sangat kokoh. Seiring dengan perkembangan dan pertumbuhan mangrove, substrat yang terperangkap dan tertahan oleh akar mangrove tentunya akan menciptakan lahan dan variasi substrat yang berbeda-beda sehingga jenis mangrove yang tumbuh juga akan bervariasi.

IV.3.1.2 Analisis Tinggi Vegetasi Mangrove di Pesisir Pantai Harapan dan Pantai Sitado

Rerata tinggi vegetasi mangrove di Pantai Harapan, Sitado dan Pesisir Galangan pada pemantauan tahun 2022 dapat dilihat pada Gambar 4.29. Area revegetasi tahun 2006 pantai harapan hanya ditemukan 1 jenis mangrove, yaitu jenis *Rhizophora mucronata* dengan rerata tinggi 2,97 m. Area revegtasi Sitado tahun 2008 ditemukan 3 jenis mangrove, yaitu *Rhizophora mucronata* dengan rerata tinggi 3,09 m, *Rhizophora apiculata* dengan rerata tinggi 6,4 m, dan *Sonneratia* sp. dengan rerata tinggi 3,50 m. Sedangkan pada area vegetasi pesisir Galangan tahun 2009 hanya ditemukan 1 jenis mangrove yang tumbuh di area pemantauan yaitu *Rhizophora mucronata* dengan rerata tinggi 4,33 m.



Gambar 4.29 Rerata tinggi jenis vegetasi di kawasan Mangrove Pantai Harapan, Sitado, dan Pesisir Galangan pada pemantauan Semester 1 tahun 2022.

Area virgin Pantai Harapan ditemukan 7 jenis mangrove dengan rerata tertinggi yaitu pada mangrove jenis *Avicennia alba* dengan tinggi 14 m dan hanya ditemukan 1 individu (1 pohon). Selain itu terdapat mangrove *Rhizophora mucronata* dengan rerata tinggi 5,50 m, *Rhizophora apiculata* dengan rerata tinggi 4,90 m, *Sonneratia sp.* dengan rerata tinggi 7,76 m, *Lumnitzera littorea* dengan rerata tinggi 5,26 m, *Ceriops tagal* dengan rerata tinggi 3,53 m, dan *Bruguiera sp.* dengan rerata tinggi 6 m. Pada area virgin Sitado ditemukan 6 jenis mangrove dengan jenis yang paling tinggi yaitu pada mangrove jenis *Sonneratia sp.* dengan rerata tinggi 10,24 m. Adapun mangrove jenis lainnya yaitu *Rhizophora mucronata* dengan rerata tinggi 4,90 m, *Rhizophora apiculata* dengan rerata tinggi 5,12 m, *Lumnitzera littorea* dengan rerata tinggi 3,45 m, *Ceriops tagal* dengan rerata tinggi 3,55 m, dan *Bruguiera sp.* dengan rerata tinggi 4,71. Pada area virgin Pesisir galangan yang merupakan area pemantauan terbaru hanya ditemukan 2 jenis mangrove dengan jenis yang paling tinggi yaitu mangrove jenis *Sonneratia sp.* dengan rerata tinggi 8,95 m dan juga mangrove jenis ini merupakan mangrove yang paling mendominasi di area virgin Pesisir Galangan. Selain itu terdapat mangrove jenis *Rhizophora mucronata* dengan rerata tinggi 2,10 m.

IV.3.2 Fauna Mangrove

IV.3.2.1 Bentos Mangrove

Hutan mangrove merupakan ekosistem peralihan antara daratan dan lautan yang terjadi di sebagian besar sepanjang garis pantai tropis dan subtropis (Mahasani *et al.* 2015). Ekosistem mangrove berfungsi sebagai habitat berbagai jenis satwa. Ekosistem mangrove berperan penting dalam pengembangan perikanan pantai (Heriyanto dan Subiandono, 2012), karena merupakan tempat berkembang biak, memijah dan membesarkan anak bagi beberapa fauna darat salah satunya yaitu makrozoobenthos (Kariada dan Andin, 2014; Djohan, 2007). Hutan mangrove menyediakan perlindungan dan makanan berupa bahan organik ke dalam rantai makanan (Hogart, 2001).

Makrozoobenthos merupakan organisme yang memiliki peranan penting dalam ekosistem akuatik, yaitu sebagai sumber makanan biota perairan dan sebagai detritus (Rijaluddin *et al.* 2009). Makrozoobenthos adalah organisme yang hidup pada lumpur, pasir, kerikil, batu maupun sampah organik baik di dasar perairan laut, danau ataupun sungai. Organisme ini hidupnya menempel pada substrat, merayap maupun menggali lubang di dasar perairan (Yeanny, 2007). Lingkungan sangat mempengaruhi keberadaan makrozoobenthos. Lingkungan yang kurang stabil dapat mempengaruhi keanekaragaman dan kelimpahan suatu spesies, karena makrozoobenthos merupakan hewan dasar perairan yang rentan terhadap perubahan lingkungan sehingga dapat dijadikan sebagai biota yang dapat mengindikasikan apabila ada ketidakstabilan yang terjadi di perairan (Angelia *et al.* 2019).

Jumlah makrozoobenthos yang di temukan di seluruh area pengambilan data, di peroleh sebanyak tiga kelas yaitu, Kelas gastropoda, bivalvia, dan malacostrata dengan jumlah jenis atau spesies keseluruhan di temukan sebanyak 15 spesies, yang dimana 7 jenis dari kelas gastropoda, 5 jenis dari kelas bivalvia dan 3 jenis malacostrata.

Hasil identifikasi makrozoobenthos di area pengambilan data rehabilitasi pantai harapan di temukan delapan jenis benthos, empat jenis dari gastropoda, dua jenis dari bivalvia, dan dua jenis dari malacostrata. Selain itu, ditemukan jenis bentos *Isognomon isognomon* di luar plot pengamatan. Pada Tabel 4.7 dan Tabel

4.8 dapat dilihat bahwa jenis *Terebralia sulcata* paling banyak di temukan baik area rehabilitasi maupun area virgin pantai harapan. Sedangkan jenis paling sedeikit ditemukan yaitu *Cloridopsis Scorpio* pada area rehabilitasi dan sedangkan di area virgin yaitu jenis *Brachyura* sp.

Tabel 4.7 Spesies benthos di area rehabilitasi Pantai harapan

No	Jenis	Rehabilitasi								
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
1	<i>Terebralia sulcata</i>	17	12	10	17	11	14	7	8	21
2	<i>Terebralia</i> sp.	4	2	0	0	0	1	0	0	0
3	<i>Nerita costata</i>	0	2	0	0	0	0	1	0	2
4	<i>Telescopium</i> sp	5	1	0	1	1	4	0	1	0
5	<i>Littorina scabra</i>	2	1	2	6	0	0	0	1	5
6	<i>Brachyura</i> sp	1	1	2	0	2	3	9	5	2
7	<i>Saccostrea</i> sp	0	0	0	4	0	0	0	4	0
8	<i>Cloridopsis scorpio</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0
9.	<i>Isognomon isognomon</i> *									

Ket: * : Spesies yang ditemukan diluar plot

Tabel 4.8. Spesies benthos di area virgin Pantai harapan

No	Jenis	Virgin								
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
1	<i>Terebralia sulcata</i>	6	2	3	6	2	3	1	1	2
2	<i>Nerita costata</i>	3	1	1	1	0	2	2	2	1
3	<i>Pagurus</i> sp	1	0	1	0	2	0	0	0	0
4	<i>Littorina scabra</i>	2	0	1	1	0	0	1	0	2
5	<i>Littorina melanostoma</i>	1	0	2	0	0	0	0	0	0
6	<i>Brachyura</i> sp	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Hasil identifikasi makrozoobenthos di area pengambilan data rehabilitasi Sitado di temukan jumlah keseluruhan enam speies. Dimana tiga jenis dari kelas gastropoda, 2 jenis bivalvia, dan 1 jenis dari malcostrata. Pada Tabel 4.9 jumlah terbanyak ditemukan pada jenis *terebralia sulcata*, sedangkan jumlah paling

sedikit di temukan pada jenis *nerita costata*. Dan pada area virgin Sitado di temukan jumlah keseluruhan spesies sebanyak 9 spesies dimana enam dari kelas gastropoda, satu kelas dari bivalvia dan 2 kelas dari malcostrata. Hasil yang ditemukan pada Tabel 4.10 jumlah terbanyak ditemukan pada jenis *terbralia sulcata*, sedangkan jumlah paling sedikit di temukan pada jenis *Chicocerus capunicus* dan *Pagurus* sp.

Tabel 4.9 Spesies benthos di area rehabilitasi Sitado

No	Jenis	Rehabilitasi								
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
1	<i>Terebralia sulcata</i>	10	5	13	5	3	3	0	9	0
2	<i>Nerita costata</i>	0	0	2	0	0	1	0	0	0
3	<i>Littorina scabra</i>	2	4	2	2	0	1	3	0	11
4	<i>Brachyura</i> sp.	0	0	0	2	0	0	0	6	3
5	<i>Saccostarea</i> sp.	0	0	0	0	2	0	0	10	0
6	<i>Anadara</i> sp.	0	0	0	0	0	0	4	10	4

Tabel 4.10 Spesies benthos di area virgin Sitado

No	Jenis	Virgin								
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
1	<i>Terebralia sulcata</i>	1	13	13	6	0	3	5	8	0
2	<i>Nerita costata</i>	1	2	0	0	0	0	0	0	2
3	<i>Littorina Melanostoma</i>	2	3	0	0	0	0	0	0	0
4	<i>Littorina scabra</i>	2	1	4	2	2	2	0	3	4
5	<i>Brachyura</i> sp.	1	3	0	6	3	2	6	6	15
6	<i>Chicocerus capunicus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7	<i>Clipeomorus capunicus</i>	9	2	6	0	1	0	0	0	0
8	<i>Pagurus</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0
9	<i>Gafrarium</i>	1	1	0	3	3	4	2	4	10

Hasil identifikasi makrozoobenthos di area pengambilan data rehabilitasi pesisir galangan di temukan jumlah keseluruhan empat speies. Dimana dua jenis dari kelas gastropoda, dan 2 jenis dari malcostrata. Pada Tabel 4.11 jumlah

terbanyak ditemukan pada jenis *Littorina scabra*, sedangkan jumlah paling sedikit di temukan pada jenis *pagurus* sp. Dan yang ditemukan pada Tabel 12 jumlah terbanyak ditemukan pada jenis *Littorina scabra*, sedangkan jumlah paling sedikit di temukan pada jenis *polimesoda*.

Tabel 4.11 Spesies benthos di area rehabilitasi Pesisir galangan

No	Jenis	Rehabilitasi								
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
1	<i>Brachyura</i> sp.	0	0	0	3	0	0	2	0	2
2	<i>Littorina Scabra</i>	6	3	2	8	4	0	6	4	5
3	<i>Nerita costata</i>	5	0	4	4	7	1	4	3	3
4	<i>Pagurus</i> sp.	0	0	0	0	1	0	1	0	0

Tabel 4.12 Spesies benthos di area pesisir galangan.

No	Jenis	Virgin								
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
1	<i>Brachyura</i>	1	1	0	0	0	2	4	0	2
2	<i>Littorina Scabra</i>	2	3	4	3	4	7	10	5	3
3	<i>Nerita costata</i>	0	3	2	3	5	4	6	0	0
4	<i>Polimesoda</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Tabel 4.13 Nilai indeks kenaekaragaman

Indeks	Stasiun						KETERANGAN
	Pantai Harapan Rehabilitasi	Pantai Harapan Virgin	Sitido Rehabilitasi	Sitido Virgin	Pesisir galangan Rehabilitasi	Pesisir galangan Virgin	
Estimasi Chou-1	8	6	6	8	4	4	Jumlah jenis yang di temukan.
Keanekaragaman Shannon Wiener (H')	1.33	1.38	1.53	1.67	1.02	1.01	$H' < 1,0$ (diversitas rendah) $1,0 < H' < 3,322$ (diversitas sedang) $H' > 3,322$ (diversitas tinggi)
Evenness (E)	0.47	0.66	0.77	0.67	0.69	0.69	$0,00 < E < 0,50$ (Komunitas tertekan) $0,50 < E < 0,75$ (Komunitas

							labil) 0,75 < E < 1,00 (Komunitas stabil)
Dominansi (D)	0.40	0.31	0.25	0.21	0.40	0.41	0,00 < D < 0,50 (Dominansi Rendah) 0,50 < D < 0,75 (Dominansi Sedang) 0,75 < D < 1,00 (Dominansi Tinggi)
Distribusi Morisita (Id)	0.68	0.59	0.74	0.78	0.59	0.58	Id < 1,0 (Distribusi Acak) Id = 1 (Distribusi Seragam) Id > 1,0 (Distribusi Mengelompok)

Data yang disajikan pada Tabel 4.13 menunjukkan bahwa estimasi jumlah spesies menggunakan indeks Chou-1 diperoleh jumlah yang sama dengan jumlah yang ditemukan di lapangan, sehingga tidak perlu dilakukannya pengambilan sampling tambahan. Data untuk indeks keanekaragaman (H') yang diperoleh seperti yang tersaji pada tabel diatas yaitu berkisar 1.01-1.67. Berdasarkan kriteria Indeks Shannon-Wiener, indeks keanekaragaman makrozoobentos di semua area tergolong sedang. Kondisi ini menunjukkan bahwa makrozoobentos yang ditemukan cukup beragam atau bervariasi. Nilai indeks keanekaragaman tertinggi dijumpai pada area virgin Sitado yaitu sebesar 1.67. Menurut Sidik, et al (2016) nilai indeks keanekaragaman yang tinggi pada stasiun ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan tersebut cukup baik dan mendukung bagi kehidupan makrozoobentos didalamnya. Sedangkan indeks keanekaragaman (H') terendah ditemukan pada area virgin Pesisir Galangan yaitu sebesar 1.01.

Indeks keseragaman/*evenness* (E) pada Tabel 4.13 menunjukkan bahwa hanya satu area yang dengan komunitas tertekan yaitu area rehabilitasi Pantai Harapan dengan nilai 0.47. Untuk area lainnya yaitu area virgin Pantai Harapan, Sitado dan Pesisir Galangan serta area rehabilitasi Pesisir Galangan menunjukkan kondisi komunitas yang labil dengan nilai E lebih dari 0.5 dan lebih rendah dari 0.75. Area rehabilitasi Sitado sendiri termasuk area dengan komunitas yang stabil. Hal ini ditunjukkan dengan nilai indeks keseragaman (E) yang diperoleh

lebih dari 0.75. Nilai yang diperoleh yaitu sebesar 0.77. Komunitas yang stabil menurut Munandar et al (2016) menandakan bahwa area atau komunitas tersebut memiliki penyebaran jumlah individu tiap jenis sama dan tidak ada kecenderungan didominasi oleh jenis individu tertentu.

Indeks dominansi (D) makrozoobentos dilakukan dengan menggunakan Indeks Simpson. Hasil analisis indeks dominansi yang diperoleh yaitu berkisar 0.2 hingga 0.4 dengan nilai paling tinggi di area virgin Pesisir Galangan dengan nilai 0.41 dan paling rendah pada area virgin Sitado dengan nilai 0.21. Dengan data yang disajikan pada Tabel 4.13 secara keseluruhan semua area menunjukkan indeks dominansi rendah karena nilai D yang ada berada di bawah 0.5.

Sebaran makrozoobentos diketahui dengan melakukan analisis Distribusi Morista (Id). Dari hasil analisis yang dilakukan diperoleh bahwa nilai paling tinggi ditemui pada area virgin Sitado yaitu 0.78 dan paling rendah yaitu di area virgin Pesisir Galangan yang sebesar 0.58. Dengan demikian, secara keseluruhan sebaran makrozoobentos di seluruh area tergolong dalam distribusi acak. Hal ini dikarenakan nilai indeks yang diperoleh di seluruh area lebih rendah dari 1 yang mana jika kurang dari 1 maka tergolong dalam distribusi acak. Pola sebaran ini ditentukan oleh adanya sifat alamiah dari dalam individu itu sendiri, seperti sifat dalam memilih habitat serta adanya interaksi dari beberapa faktor lain seperti sebaran makanan maupun kondisi lingkungan itu sendiri (Ulum et al., 2012).

IV.3.2.2 Fauna Burung Mangrove

Pengamatan fauna burung pada kawasan mangrove dilakukan pada dua tipe habitat, yaitu pada area virgin dan area rehabilitasi, dengan masing-masing kategori habitat dilakukan pada dua lokasi, yaitu kawasan mangrove Pantai Harapan, Sitado, dan Pesisir Galangan. Perbedaan tipe habitat serta jenis vegetasi pada masing-masing habitat dapat memberikan pengaruh yang berbeda terhadap keberadaan fauna burung. Dengan demikian, dapat diperoleh gambaran dari hasil program rehabilitasi kawasan mangrove yang dilakukan dalam menyokong kehidupan berbagai jenis komunitas biotik di dalamnya, terutama fauna burung.



Gambar 4.30 Kawanan Itik benjut (*Anas gibberifrons*) yang dijumpai di area rehabilitasi Pantai Harapan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari metode *point count* dan VES (*Visual Encounter Survey*) ditemukan sebanyak 34 jenis fauna burung yang tergolong ke dalam 25 famili, dengan total 435 individu (berdasarkan metode *point count*), dengan rincian masing-masing habitat yang dapat dilihat pada Tabel 4.14. Berdasarkan data yang diperoleh, terdapat empat jenis (11,8%) burung yang dilindungi berdasarkan Permen Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.106/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018, yaitu Gajahan penggala (*Numenius phaeopus*), Kuntul besar (*Ardea alba*), Serindit Sulawesi (*Loriculus stigmatus*), dan Elang-ular sulawesi (*Spilornis rufipectus*).

Selain itu terdapat enam jenis (17,7 %) burung endemik Sulawesi, yaitu Serindit Sulawesi (*Loriculus stigmatus*), Pelanduk Sulawesi (*Pellorneum celebense*), Kehicap Sulawesi (*Hypothymis puella*), Cabai panggul-kelabu (*Dicaeum celebicum*), Cabai panggul-kuning (*Dicaeum aureolimbatum*), dan Elang-ular Sulawesi (*Spilornis rufipectus*). Berdasarkan peraturan perdagangan internasional CITES, terdapat dua spesies burung yang termasuk kategori Appendix II, yaitu Elang-laut dada-putih (*Haliaeetus leucogaster*) dan Serindit sulawesi (*Loriculus stigmatus*). Selain itu, terdapat satu jenis burung yang tergolong ke dalam status “hampir terancam” (*Near Threatened/NT*) dalam IUCN-*red list*, yaitu Itik benjut (*Anas gibberifrons*, Gambar 4.30) yang dijumpai dalam kelompok besar pada area rehabilitasi mangrove Pantai Harapan.

Tabel 4.14 Jumlah dan status konservasi fauna burung kawasan mangrove

Uraian	Area Virgin			Area Rehabilitasi			Jumlah Akumulasi
	Pantai Harapan	Sitado	Pesisir Galangan	Pantai Harapan	Sitado	Pesisir Galangan	
Total Spesies	18	14	13	18	7	11	34
Total Individu	108	63	59	150	20	35	435
Endemik Sulawesi	3	5	-	-	1	1	6
Status Perdagangan							
Appendix I	-	-	-	-	-	-	0
Appendix II	1	1	-	-	-	-	2
Status Perlindungan RI							
Dilindungi	2	1	-	1	-	-	4
Tidak Dilindungi	16	13	13	17	7	11	30

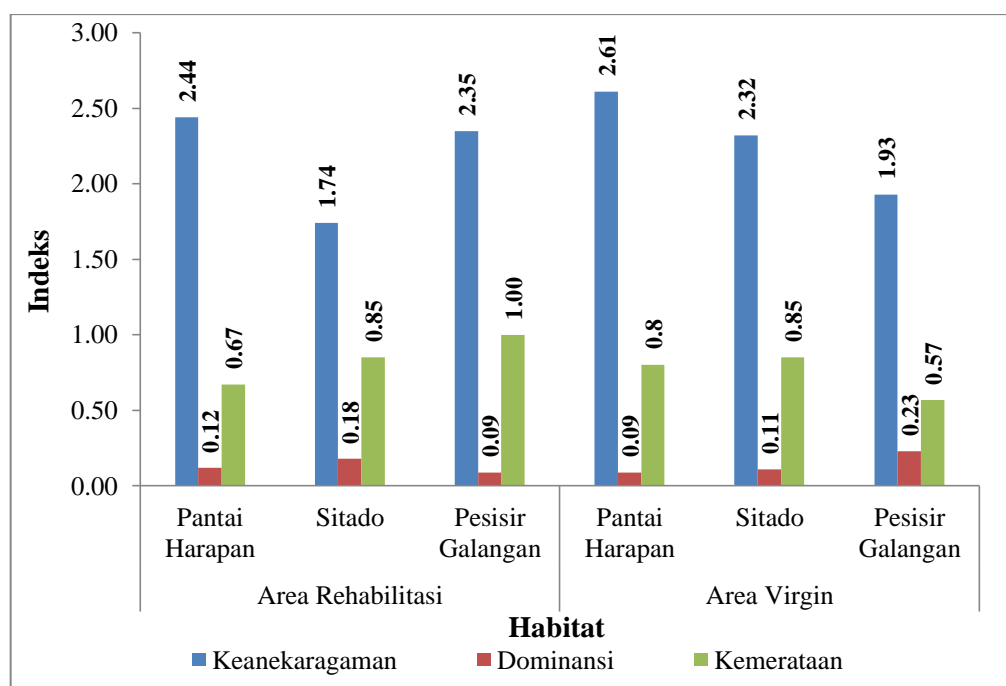
Jenis fauna burung dengan kelimpahan relatif tertinggi pada masing-masing habitat dapat dilihat pada Tabel 4.15. Masing-masing habitat yang ada di kawasan mangrove menunjukkan kelimpahan relatif fauna burung yang berbeda-beda. Perbedaan tersebut dapat disebabkan karena kawasan mangrove memiliki tipe vegetasi yang berbeda-beda di dalamnya, terlebih lagi bagi lokasi yang berbatasan langsung dengan lautan luas, sehingga mendukung kehidupan berbagai jenis burung air (*water bird*).

Tabel 4.15 Fauna burung dengan kelimpahan tertinggi pada kawasan mangrove

Nama Lokal	Nama Latin	Kelimpahan Relatif
Pantai Harapan Virgin		
Cucak kutilang	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	19,44%
Kirik-kirik australia	<i>Merops ornatus</i>	14,81%
Pantai Harapan Rehabilitasi		
Itik benjut	<i>Anas gibberifrons</i>	25,33%
Kirik-kirik australia	<i>Merops ornatus</i>	14,00%
Sitado Virgin		
Burung-madu hitam	<i>Leptocoma aspasia</i>	20,63%
Cabai panggul-kuning	<i>Dicaeum aureolimbatum</i>	14,29%
Sitado Rehabilitasi		
Kacamata laut	<i>Zosterops chloris</i>	30,00%
Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>	25,00%
Pesisir Galangan Virgin		
Perling kecil	<i>Aplonis minor</i>	20,00%
Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>	14,29%

Pesisir Galangan Rehabilitasi		
Kacamata laut	<i>Zosterops chloris</i>	20,00%
Cucak kutilang	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	22,03%

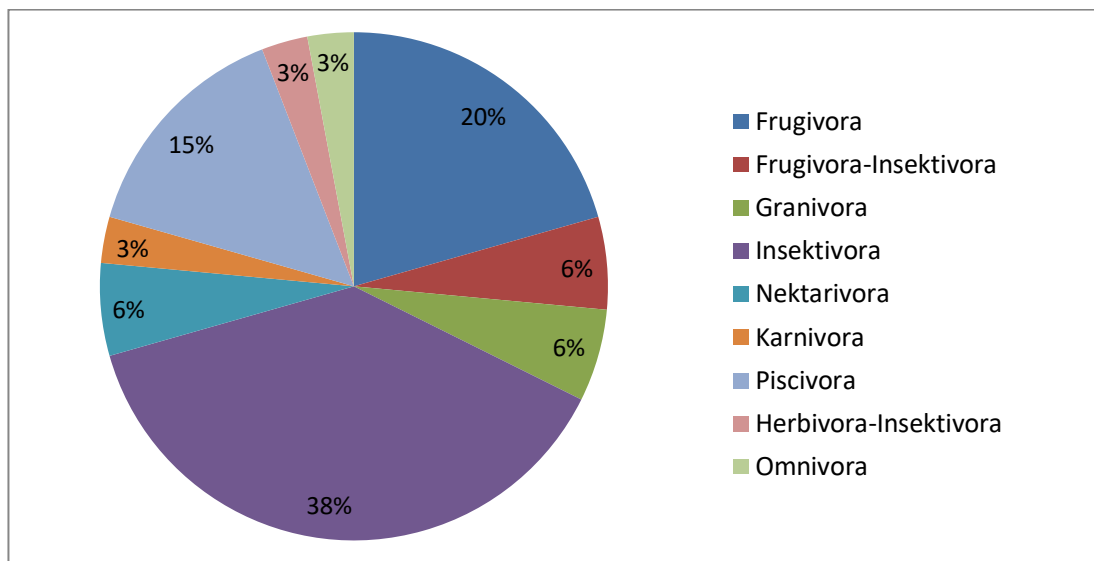
Histogram perbandingan nilai indeks pada masing-masing habitat dapat dilihat pada Gambar 4.31. Indeks keanekaragaman yang diperoleh berkisar antara 1,74 – 2,61, dengan nilai H' tertinggi diperoleh pada area virgin Pantai Harapan. Indeks keanekaragaman dari keenam habitat tersebut tergolong keanekaragaman sedang ($1 < H' \leq 3$), yang berarti habitat tersebut tergolong baik bagi kehidupan fauna burung yang ada di dalamnya, melalui ketersediaan kebutuhan hidup fauna burung yang mencakup pakan, tempat bersarang, dan tempat beraktivitas.



Gambar 4.31 Histogram perbandingan indeks keanekaragaman, dominansi, dan kemerataan fauna burung pada masing-masing habitat di kawasan mangrove

Indeks dominansi yang diperoleh di seluruh habitat menunjukkan nilai dominansi mendekati 0 (0,09 – 0,23) yang berarti bahwa tidak terdapat spesies tertentu yang mendominasi atau sangat melimpah. Didukung oleh hasil indeks kemerataan yang diperoleh menunjukkan nilai mendekati 1 ($evenness = 0,57 - 1$), yang berarti bahwa persebaran fauna burung cukup merata (stabil) pada setiap titik pengamatan.

Berdasarkan *feeding guild* (jenis pakan), burung yang ditemukan di kawasan mangrove terbagi ke dalam sembilan *guild*, dengan proporsi masing-masing *guild* yang dapat dilihat pada Gambar 4.32. Bervariasinya *guild* yang ada di kawasan mangrove PT Antam Tbk mengindikasikan bahwa habitat yang ada mampu mendukung bermacam-macam variasi *guild* pakan burung dan layak dihuni oleh berbagai jenis burung. Jenis *guild* yang mendominasi adalah insektivora (pemakan serangga) dengan proporsi sebesar 38%, kemudian kelompok frugivora (pemakan buah) sebesar 20%.



Gambar 4.32 Proporsi jumlah jenis berdasarkan *feeding guild* di kawasan mangrove

Berbeda dengan tipe habitat yang lain dalam pemantauan fauna burung di wilayah pertambangan PT Antam Tbk, pada kawasan mangrove terdapat tujuh jenis (20,6%) burung air sehingga *guild* piscivora memiliki proporsi yang cukup besar. Hal ini berkaitan dengan fungsi kawasan mangrove sebagai penunjang aktivitas hidup burung air, baik sebagai tempat berlindung, mencari makan, dan berkembang biak. Kelompok ini dicirikan dengan paruh panjang dan kuat, kaki yang panjang, dan ekor pendek, yang umumnya berasal dari Famili Alcedinidae dan Ardeidae. Alcedinidae dapat dijadikan indikator suatu habitat karena memiliki kepekaan terhadap kesehatan lingkungan dalam habitatnya karena burung Alcedinidae hidup di daerah terbuka yang memiliki air bersih (Endah dan Partasmita, 2015).



Gambar 4.33 Kirik-kirik Australia, salah satu burung Insektivora yang melimpah di kawasan mangrove Pantai Harapan

IV.4 Biota Laut

IV.4.1 Terumbu Karang

Terumbu karang merupakan ekosistem yang memiliki nilai yang penting bagi kehidupan masyarakat, baik dari aspek sosial ekonomi dan budaya. Terumbu karang sebagai penunjang keanekaragaman hayati biota-biota laut karena memiliki peranan penting bagi organisme sekitarnya. Sebagian besar organisme laut menjadikan ekosistem ini sebagai tempat tinggal, tempat mencari makan, berkembang biak dan sebagai tempat berlindung. Oleh karena itu, ekosistem terumbu karang mampu menyediakan sumber daya alam bagi masyarakat sekitarnya.

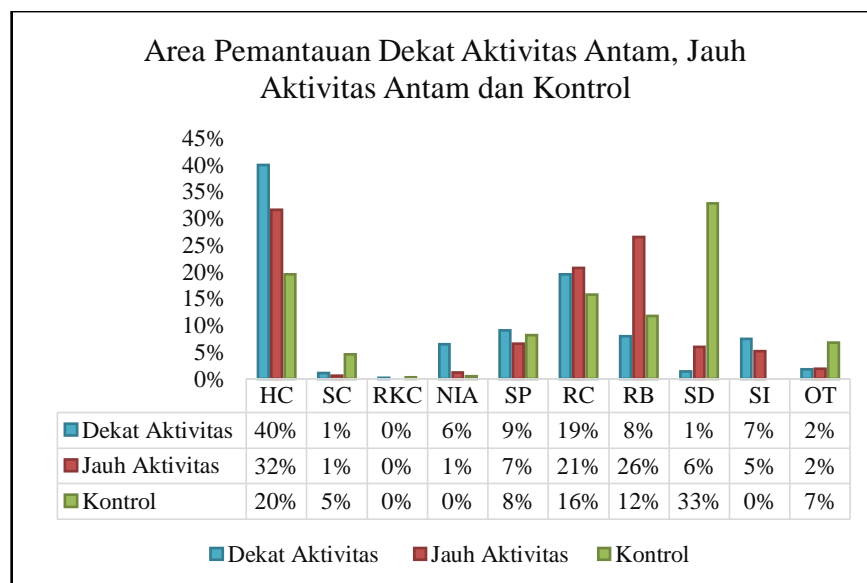
Karang merupakan organisme sederhana yang berbentuk seperti tabung dan memiliki mulut sekaligus berfungsi sebagai anus pada bagian atasnya. Mulut tersebut dikelilingi oleh tentakel yang dilengkapi dengan alat penyengat (nematosit) yang berfungsi untuk menangkap mangsa. Karang memiliki kerangka kapur yang merupakan hasil sekresi untuk menyokong tegaknya jaringan karang (Suharsono, 2008). Karang dengan kerangka kapur yang terdiri dari puluhan spesies tumbuh dalam satu kawasan kemudian membentuk ekosistem terumbu karang. Karang pembentuk terumbu disebut sebagai scleractinian atau karang batu yang bersimbiosis dengan alga mikroskopis bersel tunggal yang disebut zooxanthellae. Energi yang digunakan oleh karang untuk hidup 95% didapatkan dari hasil fotosintesis zooxanthellae, sehingga membutuhkan cahaya matahari untuk dapat tumbuh dan berkembang secara optimal.

Kondisi terumbu karang yang baik dapat dilihat dari persentase tutupan karang hidupnya. Kriteria kondisi terumbu karang telah ditetapkan oleh Coral Reef Information and Training Center (CRITC)-Coral Reef Rehabilitation and Management Program (COREMAP) LIPI berdasarkan Gomez & Yap (1988) sebagai berikut:

- **Rusak** apabila persen tutupan karang hidup antara **0-24,9%**.
- **Sedang** apabila persen tutupan karang hidup antara **25-49,9%**.
- **Baik** apabila persen tutupan karang hidup antara **50-74,9%**.
- **Sangat Baik** apabila persen tutupan karang hidup **75-100%**.

IV.4.1.1 Kondisi Terumbu Karang Area Pemantauan Dekat, Jauh Aktivitas Antam, dan Kontrol

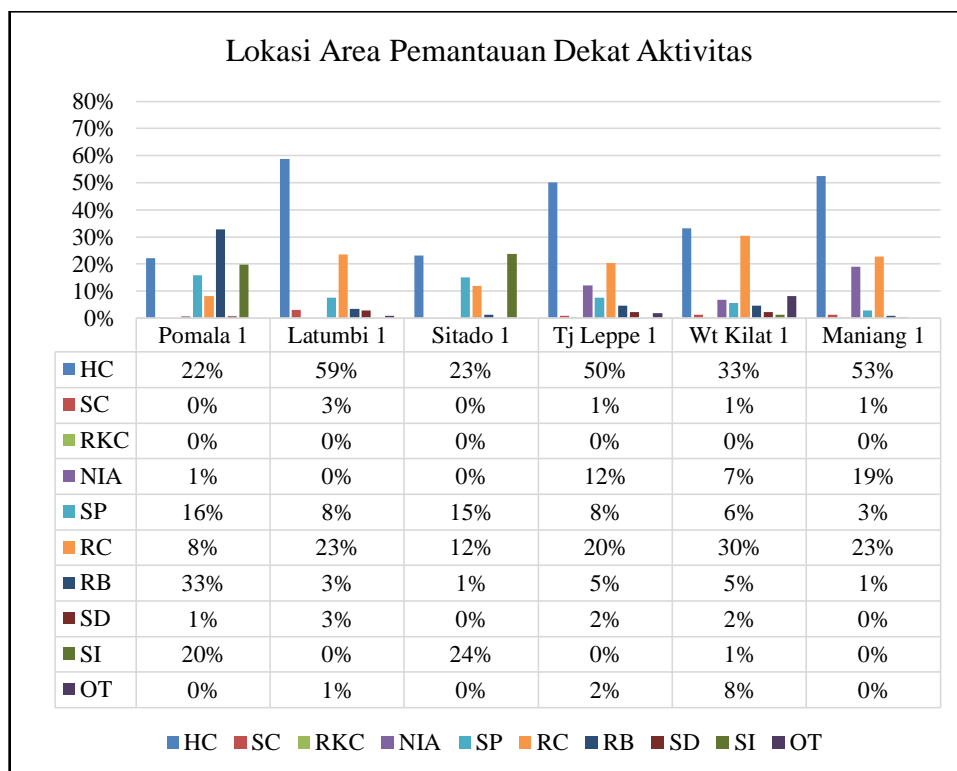
Berdasarkan hasil pemantauan yang telah dilakukan, persentase tutupan karang hidup pada area pemantauan menggambarkan bahwa kondisi terumbu karang pada area pemantauan Dekat Aktivitas Antam dan Jauh Aktivitas Antam tergolong **Sedang** sedangkan kondisi terumbu karang pada area Kontrol tergolong **Rusak**. Tutupan karang hidup pada area pemantauan Dekat Aktivitas Antam adalah sebesar 40%. Pada area pemantauan Jauh Aktivitas Antam memiliki tutupan karang sebesar 32%. Sedangkan di area Kontrol hanya memiliki persentase karang hidup sebesar 20%. Kondisi tutupan substrat lainnya secara rinci dapat dilihat pada Gambar 4.34.



Gambar 4.34 Kondisi tutupan substrat pada area pemantauan Dekat Aktivitas Antam, Jauh Aktivitas Antam dan Kontrol.

Tutupan substrat pada area pemantauan Dekat Aktivitas dan Jauh Aktivitas Antam didominasi oleh *Hard coral* (HC). Sementara pada area Kontrol didominasi oleh substrat *Sand* (SD). Substrat *Silt* (SI) hanya dijumpai pada area pemantauan Dekat Aktivitas Antam dan Jauh Aktivitas Antam. Kondisi tutupan *Sponge* (SP) masih seperti tahun sebelumnya, dimana *Sponge* merupakan substrat kategori *living cover* yang memiliki persentase tertinggi kedua diseluruh area pemantauan dengan rentang tutupan 7% hingga 9%.

Lokasi pemantauan memiliki karakteristik masing-masing berdasarkan persentase tutupan substratnya. Pada area pemantauan Dekat Aktivitas Antam, lokasi dengan persentase tutupan karang hidup diatas 50% atau dengan kondisi terumbu karang tergolong **Baik** terdapat pada lokasi Latumbi 1 (59%), Tj Leppe 1 (50%) dan Maniang 1 (53%). Lokasi pemantauan dengan kondisi terumbu karang tergolong **Sedang** terdapat pada Watu Kilat 1 (33%). Sedangkan kondisi terumbu karang yang tergolong **Rusak** terdapat pada lokasi Pomala 1 (22%) dan Sitado 1 (23%) (Gambar 4.35).



Gambar 4.35 Kondisi tutupan substrat pada masing-masing lokasi pemantauan yang Dekat Aktivitas Antam.

Persentase tutupan *Sponge* (SP) tertinggi ditemukan pada lokasi pemantauan Pomala 1 (16%) dan Sitado 1 (15%) (Gambar 4.35). Substrat *Sponge* (SP) merupakan salah satu bioindikator pencemaran yang dapat mengindikasikan bahwa suatu lokasi limbah domestik yang mengandung nutrient dan bakteri (Hadi, 2018). Hal tersebut berkaitan sejalan dengan kondisi lokasi pemantauan Pomala 1 yang banyak dijumpai sampah domestik seperti kemasan plastik, dan sampah organik seperti serasah daun dan ranting pohon. Adapun jenis sponge dengan ukuran besar yang dijumpai di lokasi pemantauan Pomala 1 adalah *Xestospongia testudinaria* (Gambar 4.36).



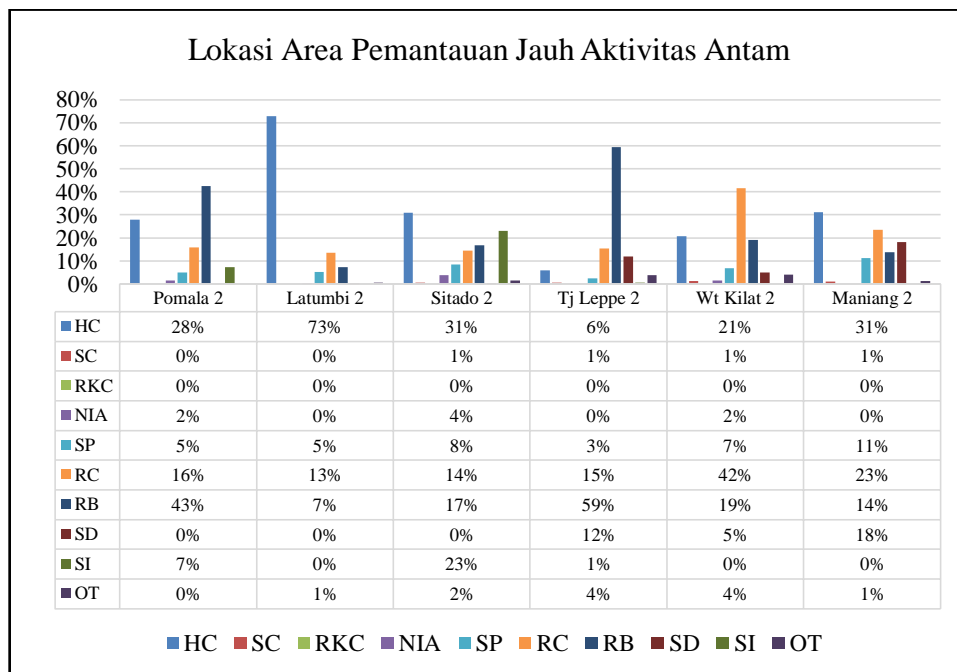
Gambar 4.36 *Sponge* (SP) ukuran besar jenis *Xestospongia testudinaria* yang dijumpai di lokasi pemantauan Pomala 1.

Selain itu, substrat *Nutrient Indicator Algae* (NIA) juga merupakan salah satu substrat *living cover* yang memiliki tutupan yang cukup tinggi pada lokasi pemantauan Tg Leppe 1 (12%) dan Maniang 1 (19%). Adanya tutupan algae pada terumbu karang umumnya mengindikasikan adanya introduksi nutrient dari daratan utama yang berada di sekitarnya. Gambaran lokasi dengan tutupan *Nutrient Indicator Algae* (NIA) jenis *Padina sp* dapat dilihat pada Gambar 4.37.



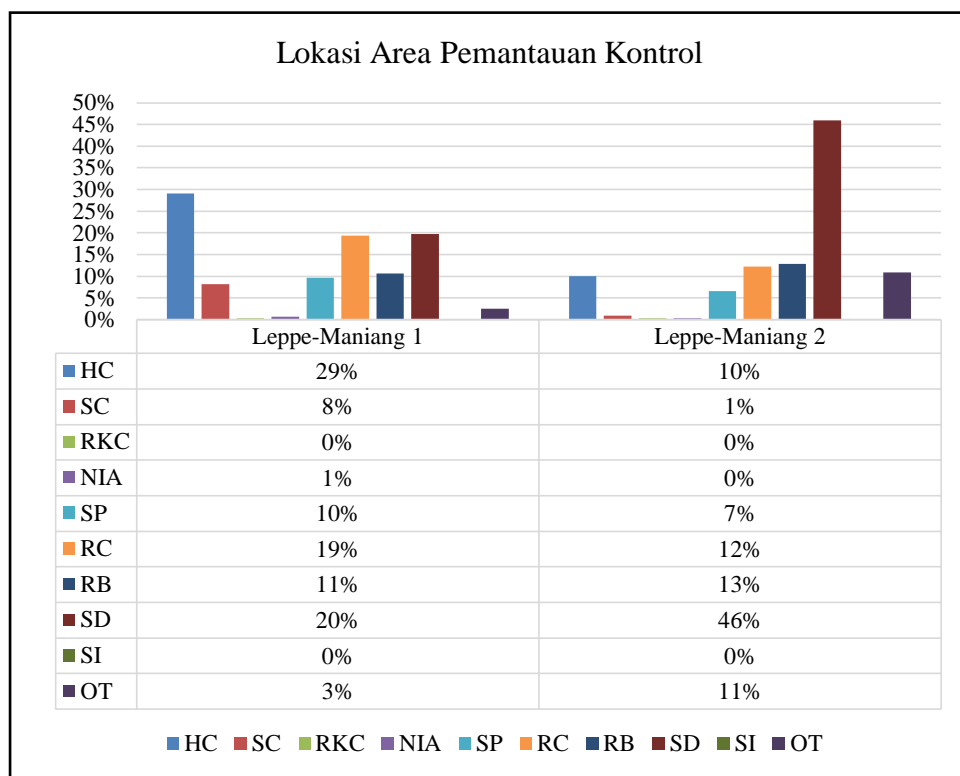
Gambar 4.37 Tutupan substrat *Nutrient Indicator Algae* (NIA) jenis *Padina* sp pada lokasi pemantauan (a) Tg Leppe 1 dan (b) Maniang 1.

Tutupan karang mati seperti substrat *rubble* (RB) dan *rock* (RC) pada area pemantauan Jauh Aktivitas Antam memiliki tutupan yang lebih tinggi dengan persentase *rubble* (RB) 26% dan *rock* (RC) 21% dibandingkan dengan area pemantauan Dekat Aktivitas Antam dan Kontrol (Gambar 4.38). Substrat *rubble* (RB) terdiri atas pecahan-pecahan karang mati yang diakibatkan oleh faktor alami seperti ombak dan arus keras, serta faktor antropogenik yang dapat berupa tabrakan kapal, bekas jangkar dan bom ikan. Sedangkan *rock* (RC) merupakan karang massif yang telah mati dan tidak lagi memiliki septa dan kosta.



Gambar 4.38 Kondisi tutupan substrat pada masing-masing lokasi pemantauan yang jauh Aktivitas Antam.

Kerusakan karang akibat faktor antropogenik ditemukan hampir diseluruh lokasi pemantauan. Dampak kerusakan akibat penangkapan ikan menggunakan bom dapat ditandai dengan adanya kawah akibat letusan bom (Gambar 4.39). Kerusakan terumbu karang akibat penangkapan ikan tidak ramah lingkungan menjadi faktor utama yang menyebabkan tutupan karang pada area pemantauan Jauh Aktivitas Antam lebih rendah dibandingkan dengan area pemantauan Dekat Aktivitas Antam. Ilham dkk, (2017) menjelaskan bahwa aktivitas penangkapan ikan menggunakan bom merupakan faktor utama yang mempengaruhi tutupan karang keras di ekosistem terumbu karang.

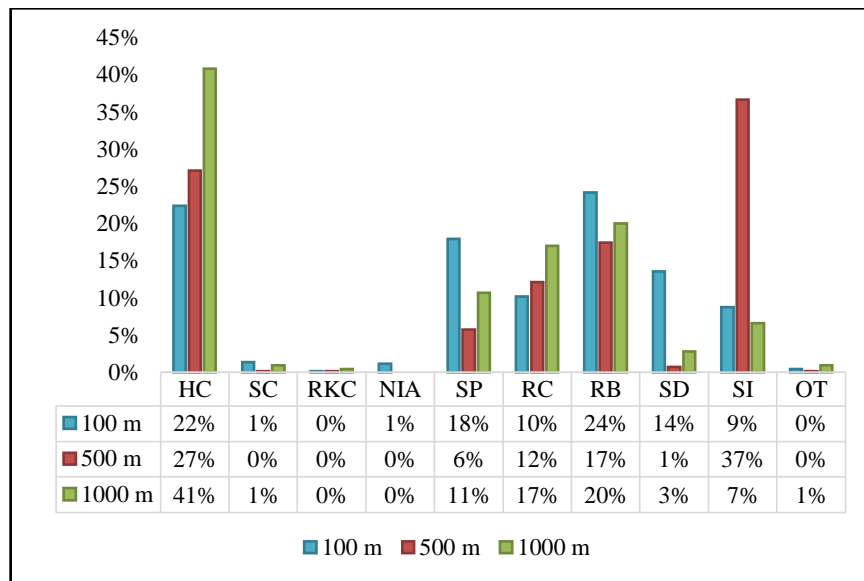


Gambar 4.39 Kondisi tutupan substrat pada masing-masing lokasi pemantauan area Kontrol.

IV.4.1.2 Kondisi Terumbu Karang Area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

Berdasarkan hasil analisis data, kondisi terumbu karang area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) pada lokasi pemantauan 100 meter dan 500 meter tergolong **Rusak** sedangkan kondisi terumbu karang pada lokasi pemantauan 1000 meter tergolong **Sedang**. Lokasi pemantauan 100 meter hanya memiliki 22% tutupan karang hidup, dan lokasi pemantauan 500 meter, tutupan karang

hidupnya hanya sebesar 27%. Sementara lokasi pemantauan 1000 meter, mempunyai tutupan karang hidup sebesar 41% (Gambar 4.40).



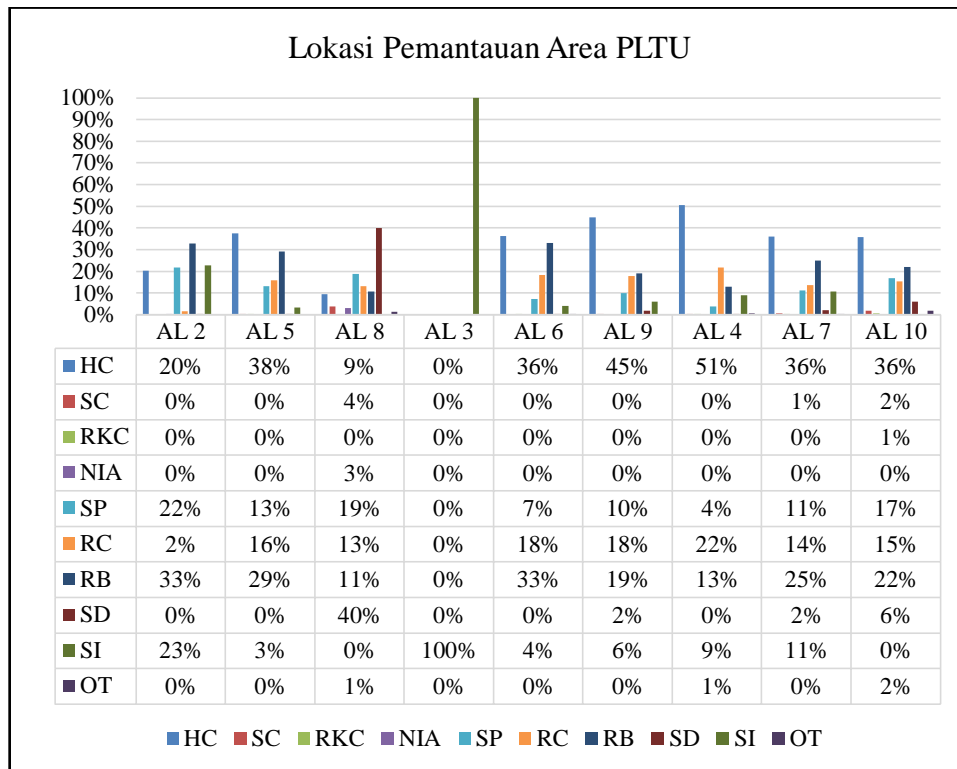
Gambar 4.40 Penutupan substrat pada area pemantauan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).

Tutupan karang mati dalam bentuk substrat *rubble* (RB) merupakan substrat *dead cover* yang mendominasi di lokasi pemantauan 100 meter dan 1000 meter. Sedangkan pada lokasi pemantauan 500 meter, didominasi oleh tutupan lumpur *Silt* (SI). Tingginya tutupan lumpur pada lokasi tersebut disebabkan oleh titik pemantauan AL 3 yang memiliki tutupan lumpur 100 % (Gambar 4.40). Area tersebut merupakan jalur kapal tongkang dan tidak jauh dari lokasi tersebut terdapat aktivitas bongkar muatan *ore*. Tingginya tutupan substrat *rubble* (RB) mengindikasikan bahwa area pemantauan PLTU juga tidak lepas dari gangguan antropogenik berupa penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan seperti bom dan bius (Gambar 4.41). Berdasarkan pengamatan dilapangan, seluruh lokasi pemantauan masih mengalami gangguan yang ditandai dengan putusnya transek permanen atau bahkan hilang.



Gambar 4.41 Kondisi bekas bom ikan pada lokasi pemantauan AL 9.

Kondisi terumbu karang di lokasi pemantauan area PLTU yang tergolong **Rusak** terdapat pada AL 2 (20%), AL 8 (9%) dan AL 3 (0%). Sedangkan lokasi pemantauan yang kondisi terumbu karangnya tergolong **Sedang** adalah AL 5 (38%), AL 6, AL 7, AL 10 (36%), dan AL 9 (45%). Sementara lokasi dengan kondisi terumbu karang yang tergolong **Baik** hanya terdapat di lokasi pemantauan AL 4 dengan persentase 51% (Gambar 4.42).



Gambar 4.42 Penutupan substrat pada lokasi pemantauan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Catatan: 100 meter (AL 2, AL 5, AL 8), 500 meter (AL 3, AL 6, AL 9), 1000 meter (AL 4, AL 7, AL 10).

Sponge (SP) merupakan substrat *living cover* yang paling dominan di seluruh area pemantauan PLTU setelah substrat *Hard Coral* (HC) dimana tutupan *Sponge* (SP) di area pemantauan 100 meter memiliki persentase sebesar 18%, area pemantauan 500 meter lebih rendah dibandingkan area lainnya yakni 6% dan 1000 meter memiliki tutupan *Sponge* (SP) sebesar 11% (Gambar 4.40). Tutupan substrat *Sponge* (SP) juga dapat dilihat secara spesifik pada masing-masing lokasi pemantauan yang ada di area PLTU pada histogram (Gambar 4.42)

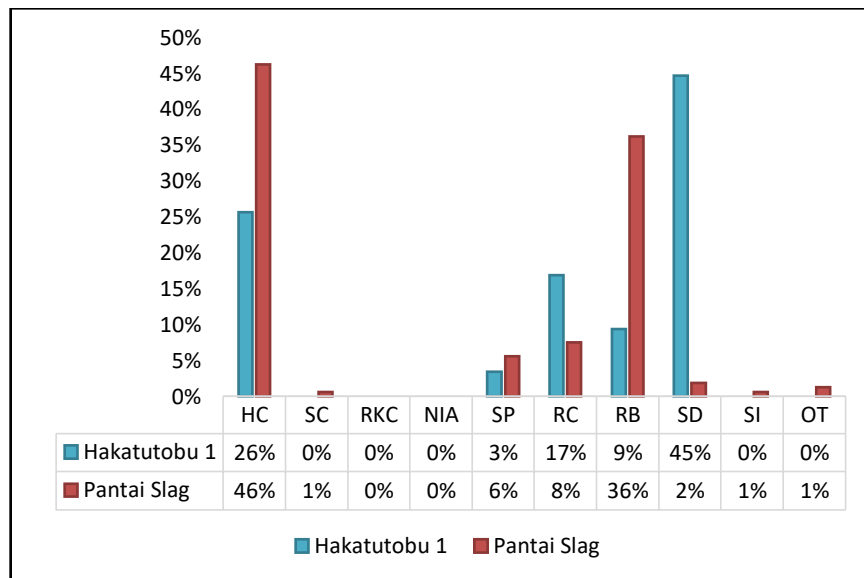
Secara umum, dampak tutupan lumpur terlihat hampir di seluruh pemantauan PLTU (Gambar 4.42) dan lokasi pemantauan lainnya yang jaraknya berdekatan dengan daratan utama. Hal tersebut menyebabkan lokasi pemantauan lebih gampang keruh, dibandingkan dengan beberapa lokasi pemantauan seperti Wt Kilat 2, Maniang Leppe 1, Maniang Leppe 2, dan Maniang 2.

IV.4.1.3 Kondisi Terumbu Karang Area Rehabilitasi

Lokasi pemantauan pada area Rehabilitasi mengalami perubahan. Lokasi yang dipantau pada pemantauan semester 1 tahun 2022 adalah area Rehabilitasi Dalam Keramba (Hakatutobu 1) dan area Rehabilitasi Pantai Slag. Lokasi pemantauan Hakatutobu 1 merupakan lokasi pemantauan dengan luasan kurang lebih 10000 m². Lokasi tersebut dibatasi dengan menggunakan batuan karang yang telah mati kemudian disusun membentuk menyerupai tanggul. Pada lokasi pemantauan Hakatutobu 1, telah dilakukan proses rehabilitasi dengan menggunakan transplantasi karang dengan meja *spider* dan program nursery menggunakan *vertical artificial reef*. Sedangkan lokasi Rehabilitasi Pantai Slag merupakan kawasan yang sedang dalam proses rehabilitasi menggunakan transplantasi karang dengan meja *spider*.

Berdasarkan hasil analisis data, kondisi terumbu karang pada lokasi pemantauan Hakatutobu 1 tergolong **Rusak**, dengan persentase tutupan karang sebesar 26%. Kerusakan karang oleh faktor antropogenik tidak terlihat pada lokasi Hakatutobu 1. Rendahnya tutupan karang hidup pada lokasi ini diakibatkan oleh tingginya tutupan substrat *Sand* (SD). Sedangkan kondisi terumbu karang di lokasi pemantauan Pantau Slag tergolong **Sedang** (Gambar 4.43). Substrat *Rublle* (RB) pada lokasi pemantauan Pantai Slag merupakan substrat *dead cover* yang mendominasi dengan 36%. Tingginya substrat *Rublle* (RB) pada lokasi

pemantauan Pantai Slag juga mengindikasikan bahwa lokasi ini pernah mengalami gangguan antropogenik.



Gambar 4.43 Penutupan substrat wilayah rehabilitasi di Desa Hakatutobu pada lokasi pemantauan Dalam Keramba (Hakatutobu 1) dan Pantai Slag.

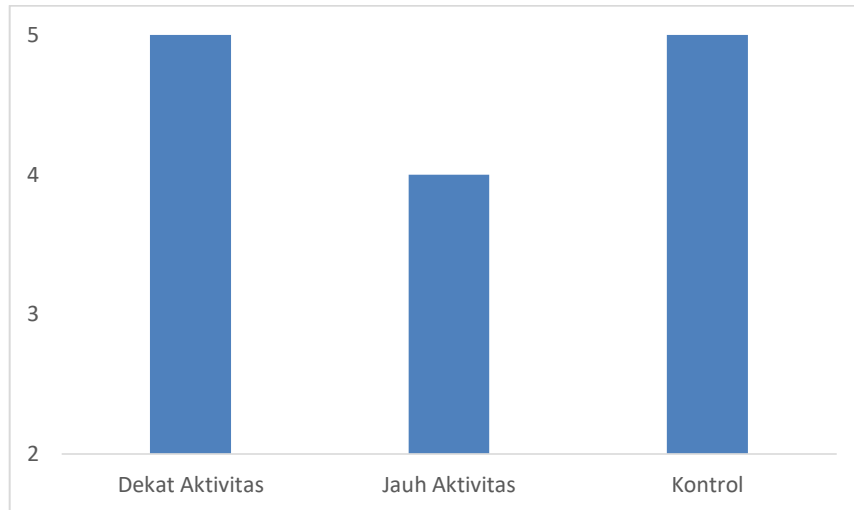
IV.4.2 Invertebrata

IV.4.2.1 Invertebrata di Area Sekitar Aktivitas Antam.

Pemantauan keberadaan jenis invertebrata indikator *reef check* dilakukan pada enam titik di area dekat aktivitas pertambangan, enam titik berada pada area yang jauh dari aktivitas pertambangan dan dua titik yang dianggap sebagai lokasi kontrol. Titik pemantauan dekat aktivitas PT Antam Pomalaa terdiri atas Watukilat 1, Tanjung Leppe 1, Pelabuhan Pomalaa 1, Sitado 1, Latumbi 1, Pulau Maniang 1. Lokasi pemantauan jauh aktivitas PT Antam terdiri atas titik pemantauan Watukilat 2, Tanjung Leppe 2, Pelabuhan Pomalaa 2, Sitado 2, Latumbi 2 dan Pulau Maniang 2. Lokasi pemantauan sebagai area kontrol terdiri atas titik Tanjung Leppe- Pulau Maniang 1 dan Tanjung Leppe-Pulau Maniang 2.

Hasil pemantauan menunjukkan jumlah jenis invertebrata indikator *reef check* paling tinggi di jumpai pada titik-titik pemantauan di area dekat aktivitas dan area kontrol seperti yang disajikan pada Gambar 4.44. Jenis-jenis invertebrata indikator yang dijumpai pada area pemantauan yaitu Kima *Tridacna sp.*, Teripang *Holothuriidae*, Lobster *Panulirus sp.*, Landak Laut *Diadema setosum*, Udang Karang *Stenopus hispidus* dan Bintang Laut Berduri *Acanthaster planci*. Disamping itu, pada tujuh titik pemantauan (Rehabilitasi Pantai Slag, PLTU AL 3,

PLTU AL5, PLTU AL8, Sitado 1, Sitado 2, dan Watukilat 2) tidak di jumpai keberadaan invertebrata indikator *reef check*. Kondisi ini dapat disebabkan karena tingkan penutuapan karang hidup (*Hard Coral*) yang rendah pada titik-titik pemantauan tersebut.



Gambar 4.44 Histogram jumlah jenis invertebrata indikator di area sekitar aktivitas Antam

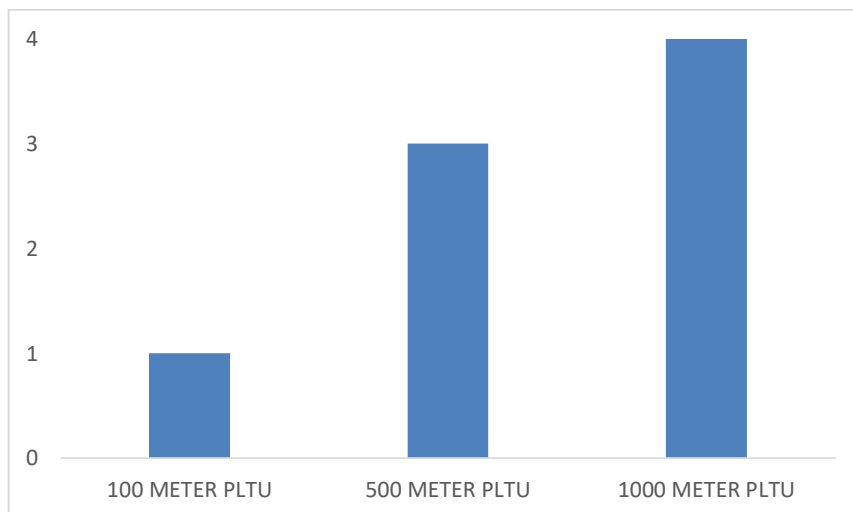
Stasiun pengamatan Pulau Maniang 1 (area jauh aktivitas Antam) merupakan titik pengamatan dengan jumlah jenis invertebrata indikator tertinggi diantara semua stasiun pengamatan di area dekat aktivitas pertambangan. Dimana pada stasiun ini dijumpai 10 individu *Diadema setosum*, 3 individu Kima *Tridacna sp*, 1 individu Bintang Laut Seribu *Acanthaster planci* (Gambar 4.45a) dan 1 individu Teripang *Pearsonothuria graeffei*. Jenis *Acanthaster planci* adalah jenis yang tidak di jumpai pada transek pengamatan di titik pemantauan lainnya. Begitupun dengan jenis Udang Karang *Stenopus hispidus* yang hanya di jumpai pada titik pemantauan area kontrol (Tg. Leppe-Maniang 2) seperti pada Gambar 4.45b. Udang tersebut merupakan jenis udang hias yang menjadi indikator pada *Reef Check*.



Gambar 4.45 a) Jenis *Acanthaster planci* di titik pemantauan Pulau Maniang 1; b) Jenis Udang Karang *Stenopus hispidus* pada titik pemantauan Tg. Leppe-Maniang 2.

IV.4.2.2 Invertebrata area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

Pemantauan invertebrata indikator *reef check* di area pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) PT. Antam UBPN Kolaka terbagi atas tiga area. Pembagian area pemantauan ini berdasarkan jarak dimana terdapat masing masing tiga titik pemantauan di area 100 meter, 500 meter, dan 1000 meter dari titik pebuangan air bahang PLTU. Area pemantatuan 100 meter terdiri atas Stasiun PLTU AL 2, PLTU AL 5 dan PLTU AL 8. Kemudian area pemantatuan 500 meter terdiri atas Stasiun PLTU AL 3, PLTU AL 6 dan PLTU AL 9 serta PLTU AL 4, PLTU AL 7 dan PLTU AL 10 yang digolongkan ke dalam area pemantatuan 1000 meter dari titik pebuangan air bahang PLTU.



Gambar 4.46 Histogram jumlah spesies invertebrata area PLTU berdasarkan stratifikasi jarak

Jumlah individu pada area 100 meter, 500 meter dan 1000 meter titik pebuangan air bahang PLTU PT. Antam Pomalaa berkisar antara satu sampai empat jenis (Gambar 4.46). Jumlah jenis terendah dijumpai pada area 100 meter sedang jumlah jenis tertinggi dijumpai pada area 1000 meter. Disamping itu, tidak dijumpai kehadiran jenis invertebrata indikator pada stasiun PLTU AL 3, PLTU AL 5 dan PLTU AL 8. Titik pemantauan PLTU AL 5 merupakan titik pemantauan baru karena titik pemantauan sebelumnya telah tertimbun oleh kegiatan reklamasi. Meskipun titik ini merupakan ekosistem terumbu karang namun tidak dijumpai adanya kehadiran jenis-jenis invertebrata indikator.

Jenis invertebrata indikator yang umum dijumpai di ketiga area pemantauan adalah jenis invertebrata dari kelompok teripang *Holoturiidae*. Selain itu, kehadiran lobster berukuran kurang lebih 30 cm di jumpai di beberapa titik pemantauan di area 500 meter dan 1000 meter (Gambar 4.47).

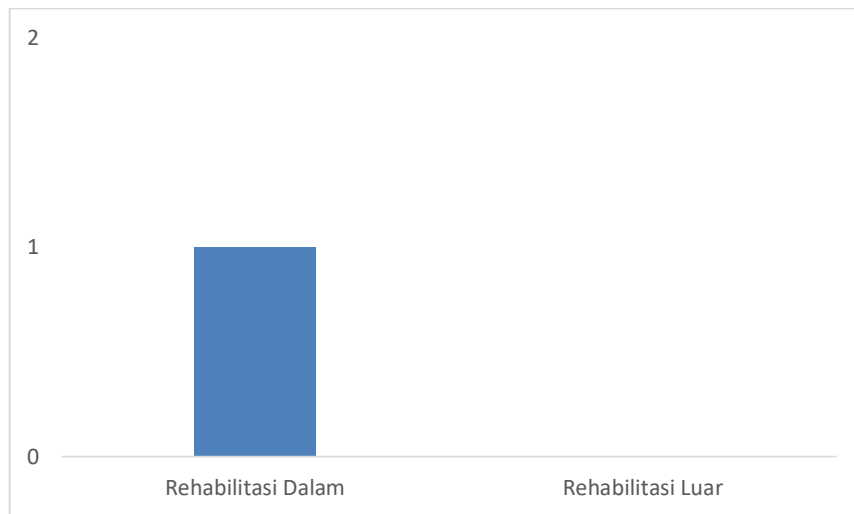


Gambar 4.47 Lobster *Panulirus sp* dijumpai di titik pemantauan PLTU AL 10 dan PLTU AL 9

IV.4.2.3 Invertebrata area Rehabilitasi

Terdapat dua lokasi pemantauan invertebrata mencakup area rehabilitasi terumbu karang yang terletak di dalam keramba permanen dan area rehabilitasi terumbu karang yang terletak di area pantai slag. Berdasarkan hasil pengamatan, hanya satu jenis invertebrata yang dijumpai pada area rehabilitasi dalam kerambah seperti yang disajikan pada Gambar 4.48. Jenis tersebut adalah *Tridacna crusea* atau Kima batu (*Giant Clam*). Kima memiliki alga simbion yang tersebar pada bagian mulut kima, sehingga memberikan corak dan warna

tersendiri bagi tiap individu kima (Hill 2017) .Kima termasuk Invertebrata dilindungi dikarenakan populasinya yang terus menurun (Sumich 2004).



Gambar 4.48 Histogram jumlah spesies invertebrata area Rehabilitasi.

Jenis invertebrata Kima Batu *Tridacna crusea* (Gambar 4.49) dijumpai di zona reef flat terbenam di celah-celah karang dengan bentuk pertumbuhan massif atau bongkahan. Jenis kima ini merupakan jenis kima terkecil di keluarga Tridacnidae dimana dapat mencapai ukuran maksimum 15 cm.



Gambar 4.49 Jenis Kima Pengebor *Tridacna crusea* dijumpai pada titik pemantauan Hakatutobu 1

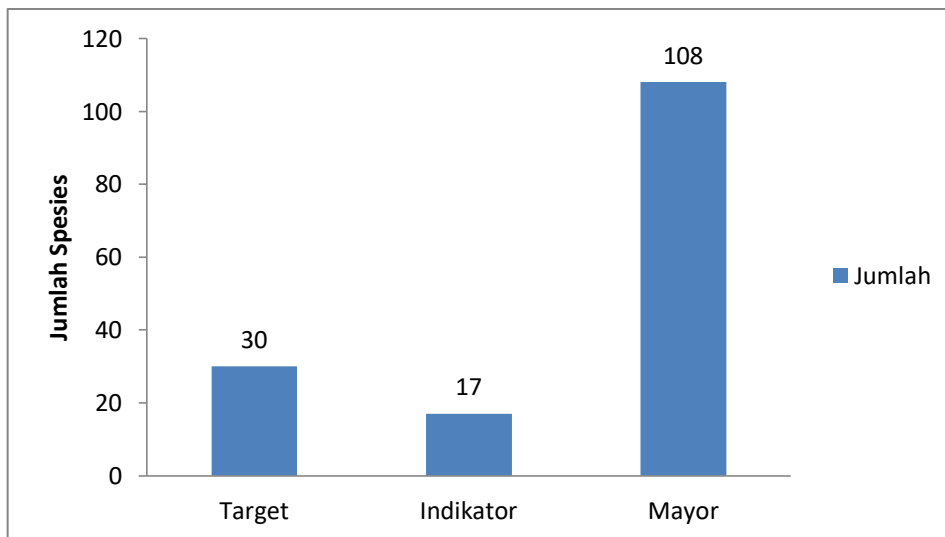
IV.4.3 Ikan

IV.4.3.1 Diversitas Ikan Karang pada Area Sekitar Aktivitas Antam

Terumbu karang merupakan suatu komunitas yang kompleks dan produktif (Bengen, 2013; Marshall & Mumby, 2015), masing-masing komponen dalam komunitas ini saling tergantung satu sama lain, sehingga membentuk suatu ekosistem yang lengkap. Salah satu komponen biota yang hidup di ekosistem

tersebut adalah ikan karang, yang umumnya memiliki tingkat keanekaragaman jenis yang tinggi pada ekosistem tersebut (Odum, 1993). Terumbu karang berperan penting sebagai habitat dari beragam jenis ikan yang menjadi sumber makanan dan mata pencaharian masyarakat di pesisir.

Keberadaan ikan karang di perairan sangat bergantung pada kesehatan terumbu karang yang ditunjukkan oleh persentase penutupan karang (Adrim *et al.* 2012). Hal ini sangat dimungkinkan karena ikan karang hidup berasosiasi dengan bentuk dan jenis terumbu sebagai tempat tinggal, perlindungan, dan tempat mencari makan. Oleh karena itu, ikan karang juga menjadi salah satu faktor penting dalam suatu ekosistem laut (Bell & Galzin, 1984).



Gambar 4.50 Jumlah spesies ikan target, indikator, dan mayor pada area sekitar Antam

Data ikan karang dapat digunakan untuk memudahkan dalam perbandingan berdasarkan skala temporal dan spasial dengan mengelompokkan ikan karang target dan ikan indikator (Chaetodontidae). Ikan karang target merupakan ikan ekonomis penting dalam pengelolaan kawasan, tetapi dalam penangkapan ikan tersebut dapat menjadi ancaman pada terumbu karang (English *et al.* 1994). Sehingga, dengan memahami bagaimana struktur komunitas ikan tersebut dapat digunakan sebagai indikator pemulihan terumbu karang dari kerusakan (*resiliensi*) seperti ditemukannya kelompok ikan herbivora yang melimpah. Sebaliknya jika ditemukan kelompok ikan karnivora dan plantivora menunjukkan bahwa pemanfaatannya dilakukan secara intensif (Green, 2009;

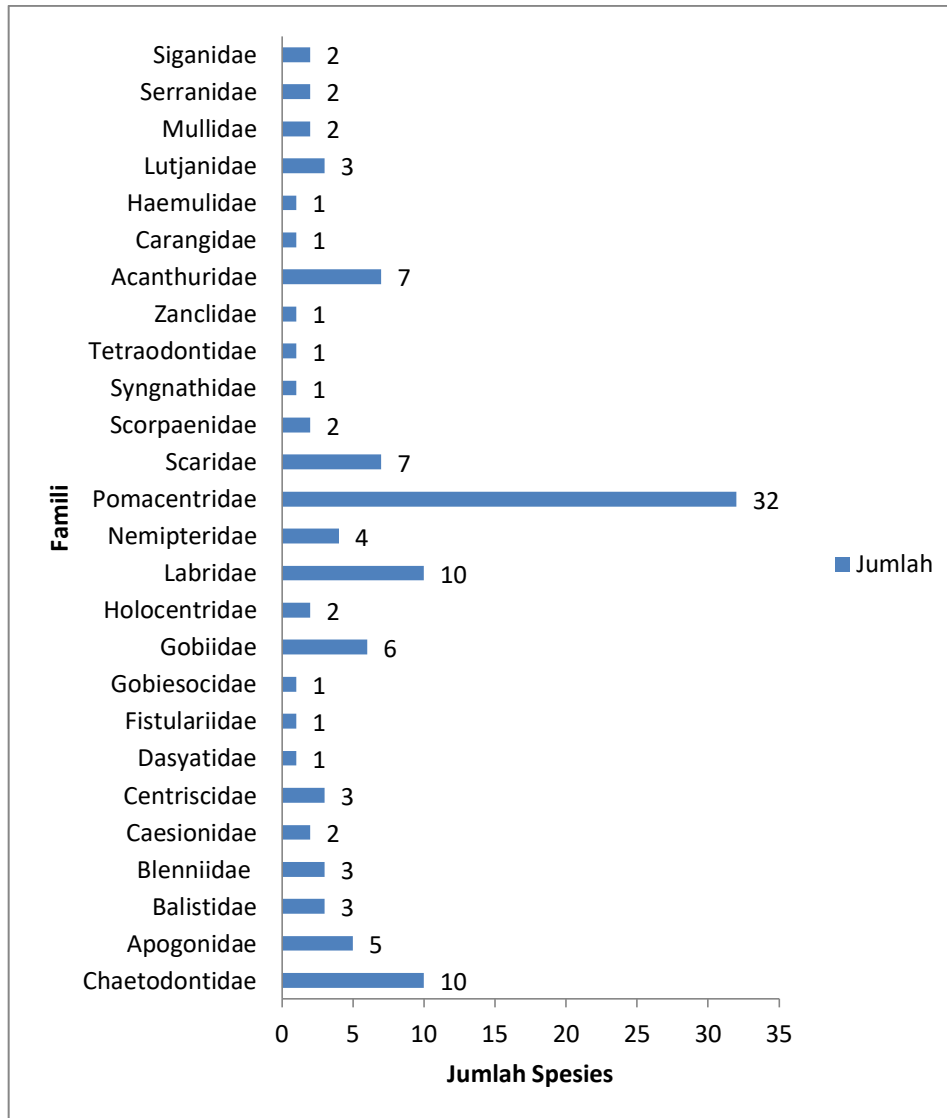
Obura & Grimsdith, 2009). Disamping itu, kelimpahan kelompok ikan indikator merupakan ukuran relatif untuk mengetahui penurunan kesehatan terumbu karang secara umum (Pratchett *et al.*2006).

Hasil sensus visual di area sekitar aktivitas Antam pada Gambar 4.50 dapat diidentifikasi sebanyak 155 spesies ikan karang, terbagi dalam 30 spesies ikan target, 17 spesies ikan indikator, dan 108 spesies ikan mayor. Kemunculan ikan karang pada lokasi pengamatan cenderung didominasi oleh kategori ikan mayor dari Famili Pomacentridae (Gambar 4.51). Spesies ikan karang dari Famili Pomacentridae merupakan ikan karang yang paling banyak jenisnyadan sebagian besar berasosiasi dengan terumbu serta memakan berbagai jenis invertebrata, alga, dan zooplankton (Kuitert 1992). Famili ikan ini menempati hampir di setiap bentuk terumbu baik pada daerah pasang surut sampai kedalaman 40 meter (Montgomery *el al.* 1980), selain itu dikenal sebagai ikan yang bersifat teritorial, spasial dan relatif stabil.



Gambar 4.51 Koloni ikan mayor Famili Pomacentridae yang dijumpai pada zona *reef flatarea* Latumbi jauh

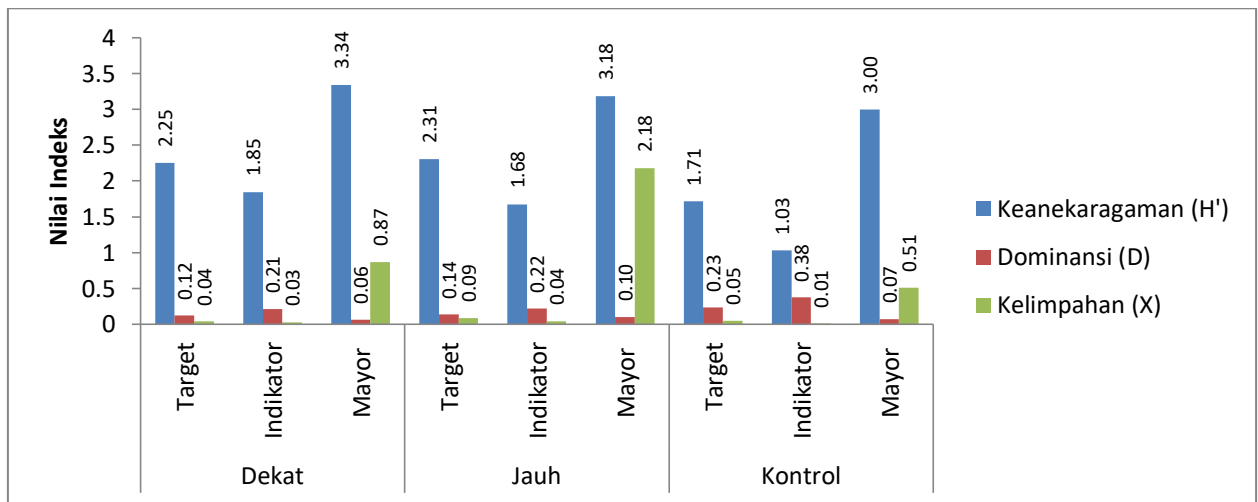
Terdapat 38 spesies ikan karang dari Famili Pomacentridae yang dijumpai pada lokasi pengamatan (Gambar 4.52). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Low (1971) dalam McConnell (1987), dominasi spesies dari Famili Pomacentridae ini disebabkan oleh sifat mereka yang teritori (mempertahankan area kekuasaan). Selain itu Famili pomacentridae sangat dipengaruhi oleh karakteristik morfologis dari substrat, bahkan beberapa spesies diantaranya cenderung menggunakan karang sebagai habitatnya (Roberts & Ormond 1987; Karnan, 2000).



Gambar 4.52 Jumlah spesies ikan karang dalam tiap Famili pada area sekitar Antam

Struktur komunitas ikan karang ditunjukkan oleh keanekaragaman, dominansi dan kelimpahan ikan karang yang disajikan pada Gambar 4.53. Berdasarkan gambar tersebut, hasil perhitungan indeks keanekaragaman Shannon Wiener (H') ikan pada area dekat aktivitas Antam tergolong sedang yaitu ikan target dengan nilai 2,25 dan ikan indikator 1,85, sementara ikan mayor tergolong tinggi dengan nilai 3,34. Pada area jauh aktivitas Antam tergolong sedang yaitu ikan target dengan nilai 2,31 dan ikan indikator 1,68, sementara ikan mayor tergolong tinggi dengan nilai 3,18. Selanjutnya pada area kontrol keanekaragaman ikan karang tergolong sedang untuk kategori ikan target dengan nilai 1,71 dan

ikan indikator 1,03, sedangkan ikan mayor memiliki nilai keanekaragaman tinggi dengan nilai 3,00.



Gambar 4.53 Analisis keanekaragaman, dominansi dan kelimpahan ikan karang pada area sekitar aktivitas Antam.

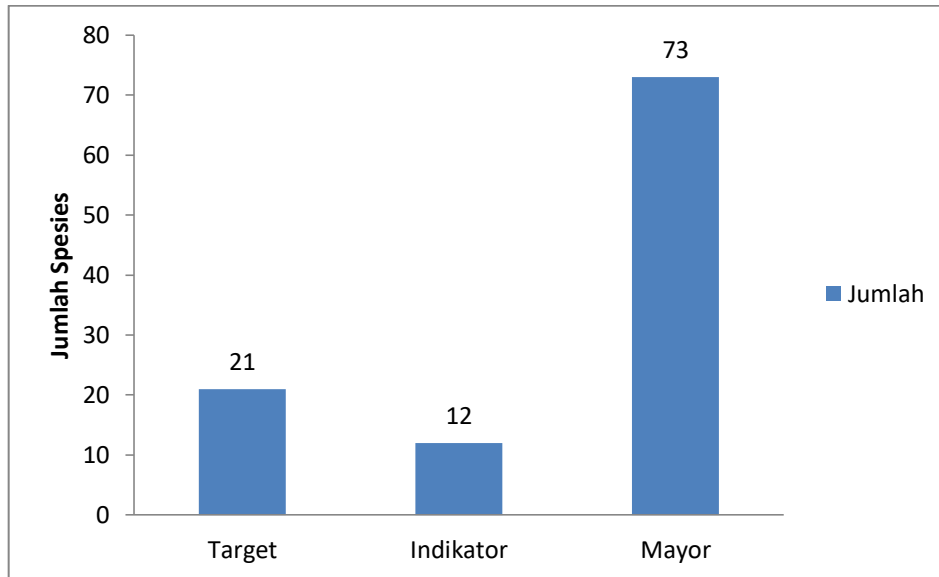
Hasil perhitungan indeks dominansi ikan karang pada area dekat aktivitas Antam tergolong rendah untuk kategori ikan target yaitu 0,12, ikan indikator 0,21 dan ikan mayor 0,06. Pada area jauh aktivitas Antam tergolong rendah untuk kategori ikan target yaitu 0,14, ikan indikator 0,22 dan ikan mayor 0,10. Sementara pada area kontrol juga tergolong rendah untuk kategori ikan target yaitu 0,23, ikan indikator 0,38 dan ikan mayor 0,07.

Kelimpahan ikan karang pada area dekat aktivitas Antam untuk kategori ikan target diperoleh 0,04 individu/m², ikan indikator 0,03 individu/m² dan ikan mayor 0,87 individu/m². Pada area jauh aktivitas Antam diperoleh 0,14 individu/m² untuk kategori ikan target, ikan indikator 0,22 individu/m² dan ikan mayor 2,18 individu/m². Selanjutnya pada area kontrol untuk kategori ikan target diperoleh 0,05 individu/m², ikan indikator 0,01 individu/m² dan ikan mayor 0,51 individu/m².

IV.4.3.2 Diversitas Ikan Karang pada Area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

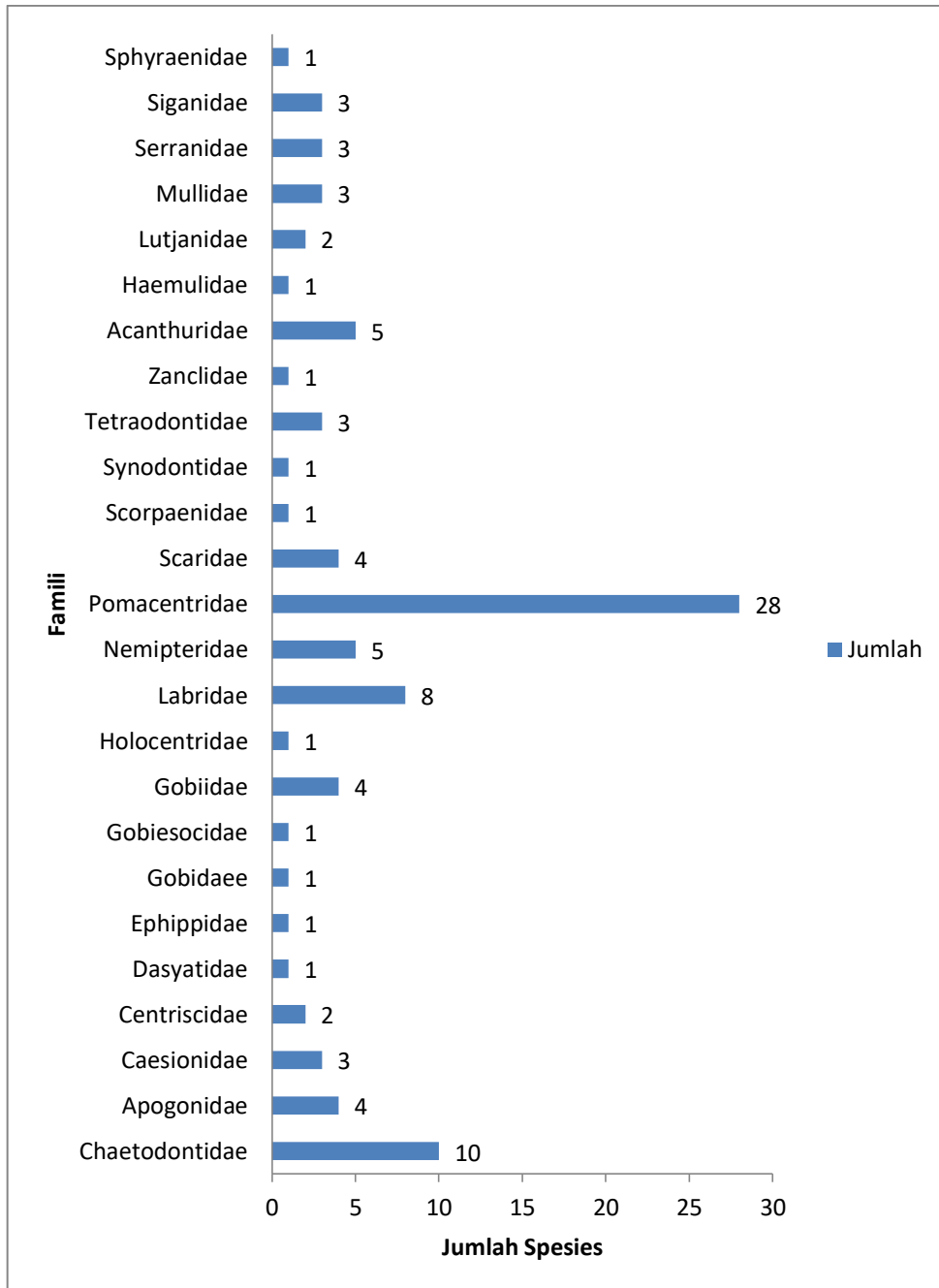
Jumlah ikan karang yang tercatat berdasarkan Gambar 4.54 dari hasil sensus visual di wilayah PLTU sebanyak 106 spesies, terbagi dalam 21 spesies ikan target, 12 spesies ikan indikator dan 73 spesies ikan mayor. Kemunculan ikan karang pada area PLTU juga didominasi oleh kategori ikan mayor dari Famili

Pomacentridae dengan jumlah 28 spesies. Spesies ikan karang dari Famili Pomacentridae sangat dipengaruhi oleh karakteristik morfologis dari substrat, bahkan beberapa spesies diantaranya cenderung menggunakan karang sebagai habitat (Roberts & Ormond 1987; Karnan 2000).



Gambar 4.54 Jumlah spesies ikan target, indikator, dan mayor pada area PLTU

Famili pomacentridae dan Famili chaetodontidae memiliki jenis yang paling banyak pada area PLTU (Gambar 4.55). Ikan tersebut menjadi indikator keberadaan terumbu karang. Kondisi kesehatan terumbu karang dapat dilihat dari distribusi kelimpahan jenis ikan tersebut (Reese, 1981). Kondisi terumbu telah mengalami kerusakan apabila terjadi penyusutan jumlah ikan ini. Kelompok ikan ini menempati area yang terbatas, ketersediaan makanan akan mempengaruhi distribusi ikan ini seperti invertebrata kecil, alga, karang baru, plankton dan lain-lain.

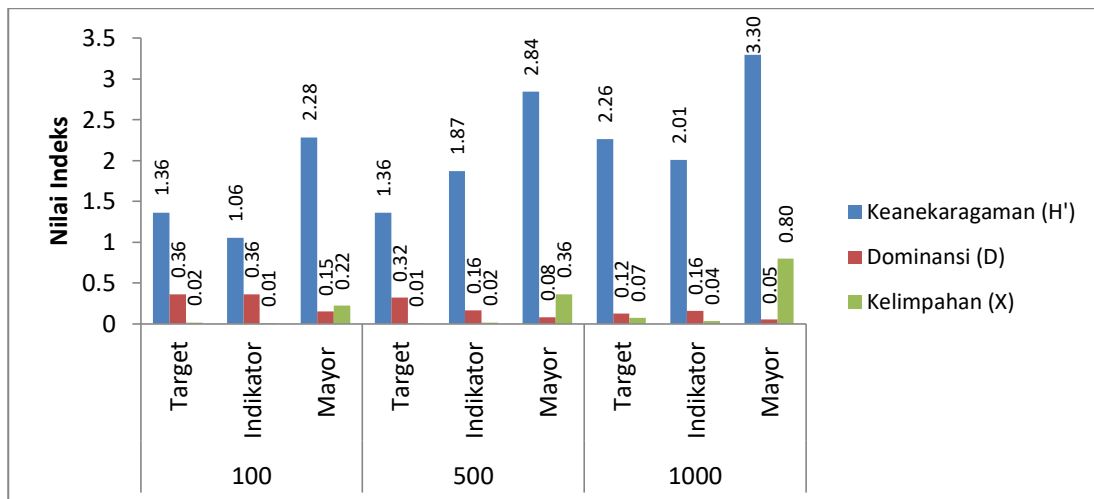


Gambar 4.55 Jumlah spesies ikan karang dalam tiap Famili pada area PLTU



Gambar 4.56 Ikan mayor *Amphiprion ocellaris* dari Famili pomacentridae dan ikan indikator jenis *Chelmon rostratus* dari Famili chaetodontidae dijumpai pada area PLTU AL4 (1000 meter arah Utara)

Berdasarkan Gambar 4.57, hasil perhitungan indeks keanekaragaman Shannon Wiener (H') ikan pada area PLTU 100m tergolong sedang yaitu ikan target dengan nilai 1,36 ikan indikator 1,06, dan ikan mayor 2,28. Pada area PLTU 500m tergolong sedang yaitu ikan target dengan nilai 1,36, ikan indikator 1,87, dan ikan mayor 2,84. Selanjutnya pada area PLTU 1000m tergolong sedang yaitu ikan target dengan nilai 2,26 dan ikan indikator 2,01 sedangkan ikan mayor dengan nilai 3,30 tergolong tinggi.



Gambar 4.57 Analisis keanekaragaman, dominansi dan kelimpahan ikan karang pada area PLTU

Hasil perhitungan indeks dominansi ikan karang pada area PLTU 100m tergolong rendah, untuk kategori ikan target yaitu 0,36, ikan indikator dengan nilai 0,36 dan ikan mayor dengan nilai 0,15. Pada area PLTU 500m tergolong rendah untuk kategori ikan target yaitu 0,32, ikan indikator 0,16 dan ikan mayor

0,08. Kemudian pada area PLTU 1000m juga tergolong rendah untuk kategori ikan target yaitu 0,12, ikan indikator 0,16 dan ikan mayor 0,05.

Kelimpahan ikan karang pada area PLTU 100m untuk kategori ikan target diperoleh 0,02 individu/m², ikan indikator 0,01 individu/m² dan ikan mayor 0,22 individu/m². Pada area area PLTU 500m diperoleh 0,01 individu/m² untuk kategori ikan target, ikan indikator 0,02 individu/m² dan ikan mayor 0,36 individu/m². Selanjutnya pada area PLTU 1000m untuk kategori ikan target diperoleh 0,07 individu/m², ikan indikator 0,04 individu/m² dan ikan mayor 0,80 individu/m².

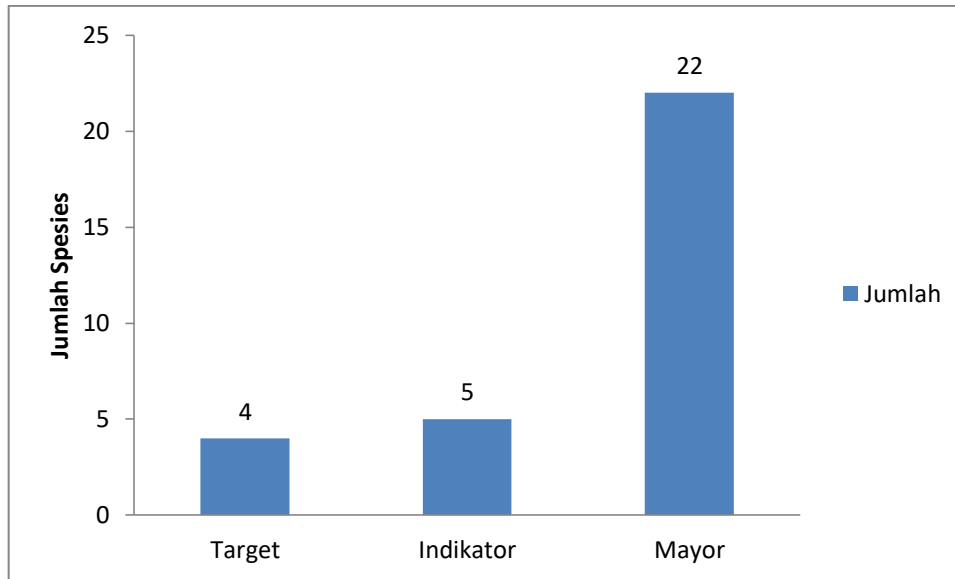
Kelimpahan ikan yang sangat rendah pada area PLTU dipengaruhi oleh PLTU AL 3. Lokasi tersebut didominasi oleh substrat lumpur (Gambar 4.58) sehingga jarak pandang pada lokasi kurang dari 1 meter. Faktor tersebut menjadi kendala saat melakukan pengamatan.



Gambar 4.58 Kondisi substrat pada (a) PLTU AL 5 dan (b) PLTU AL 3

IV.4.3.3 Diversitas Ikan Karang pada Area Rehabilitasi

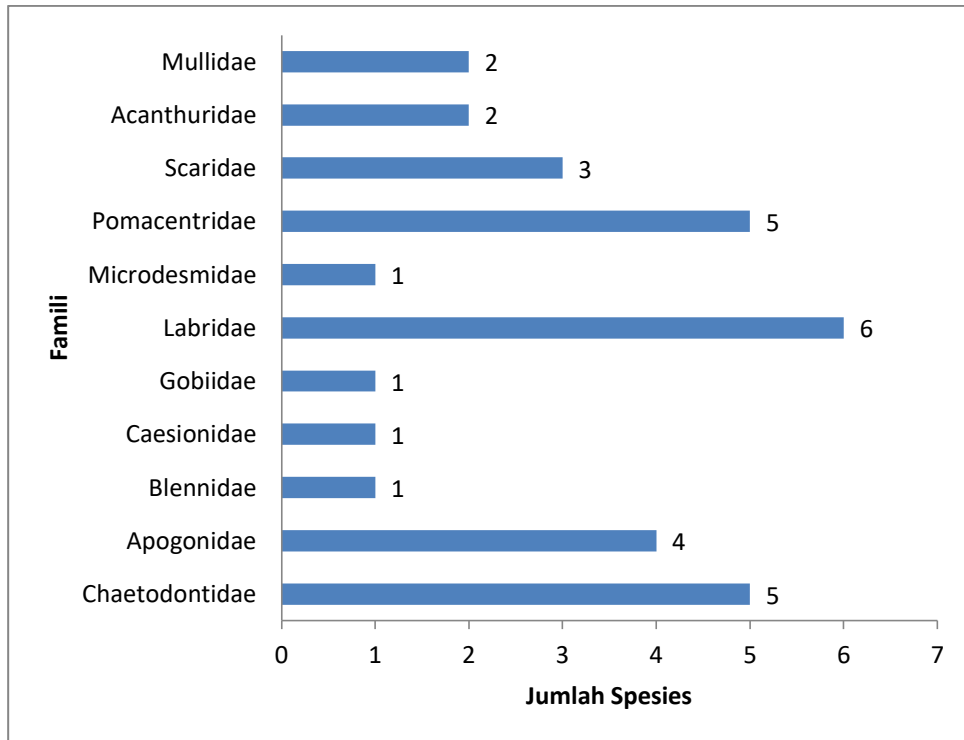
Jumlah ikan yang tercatat dari hasil sensus visual di wilayah Rehabilitasi sebanyak 31 spesies, terbagi dalam empat spesies ikan target, lima spesies ikan indikator, dan 22 spesies ikan mayor (Gambar 4.59). Pada area Hakatutobu 1 (dalam keramba) ditemukan jenis ikan mayor yaitu Bamphead Parrotfish (*Bolbometopon muricatum*) yang merupakan ikan pemakan alga. Ikan tersebut masuk dalam kategori *Vulnerable* (VU; Rentan) berdasarkan *International Union for Conservation of Nature (IUCN) Red List*. Status *Vulnerable* (VU; Rentan) adalah status konservasi yang diberikan kepada spesies yang sedang menghadapi risiko kepunahan di alam liar pada waktu yang akan datang.



Gambar 4.59 Jumlah spesies ikan target, indikator, dan mayor pada area rehabilitasi.

Pada area Rehabilitasi dijumpai Famili chaetodontidae dengan jumlah sembilan spesies seperti pada Gambar 4.60. Chaetodontidae merupakan ikan indikator yang sering ditemui memakan polip-polip karang keras. Bentuk mulut yang runcing memungkinkan ikan ini untuk memakan polip terutama jenis karang *Acropora* sp. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kehadiran Famili ikan chaetodontidae dipengaruhi oleh kesehatan terumbu karang (Reese, 1981).

Famili labridae merupakan ikan mayor yang paling banyak dijumpai pada area pemantauan. Famili ini memiliki bentuk, warna, tingkah laku, dan ukuran yang variatif diseluruh perairan tropik, utamanya di perairan Indonesia. Labridae yang banyak muncul pada area pemantauan berasal dari genus *Thalassoma*. *Thalassoma* dikenal sebagai ikan karnivora yang memakan berbagai jenis hewan invertebrata seperti krustasea dan moluska (Choat & Bellwood, 1991). Ikan jenis ini menyukai habitat yang dangkal.



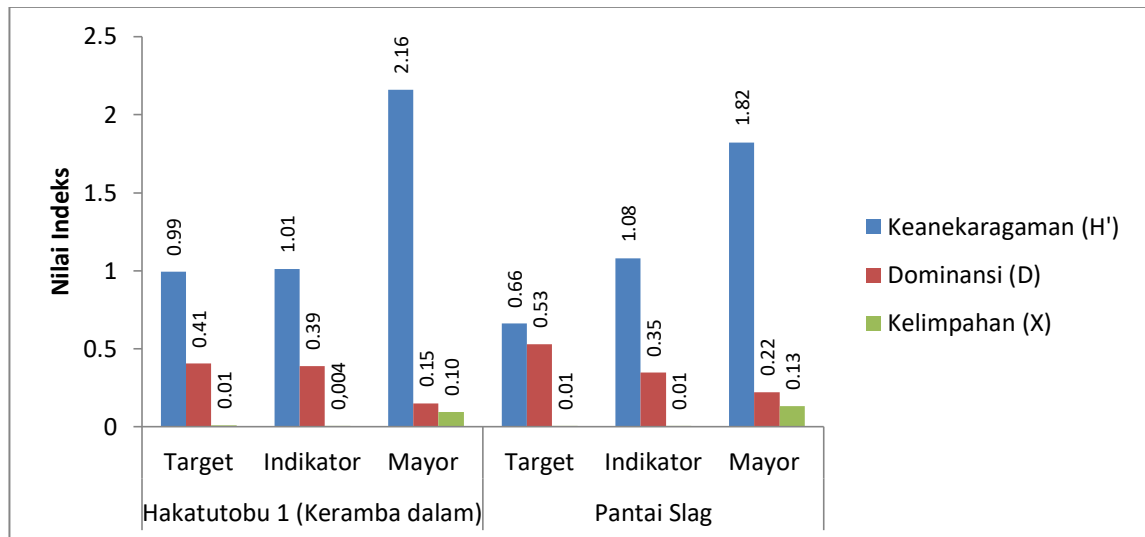
Gambar 4.60 Jumlah spesies ikan karang dalam tiap Famili pada area Rehabilitasi.

Berdasarkan Gambar 4.61, area rehabilitasi meliputi Hakatutobu 1 (keramba dalam) dan Pantai Slag hasil perhitungan indeks keanekaragaman Shannon Wiener (H') ikan karang pada area Hakatutobu 1 (keramba dalam) tergolong rendah untuk kategori ikan target dengan nilai 0,99, untuk kategori ikan indikator dan ikan mayor tergolong sedang dengan nilai 1,01 dan 2,16. Selanjutnya pada area Pantai Slag tergolong rendah untuk kategori ikan target dengan nilai 0,66, sementara tergolong sedang untuk kategori ikan indikator dengan nilai 1,08 dan ikan mayor 1,82.



Gambar 4.61 Rehabilitasi karang pada area Hakatutobu 1 (keramba dalam) dan Pantai Slag

Hasil perhitungan indeks dominansi ikan karang pada area Hakatutobu 1 (keramba dalam) tergolong rendah untuk kategori ikan target yaitu 0,41, ikan indikator dengan nilai 0,39 dan untuk ikan mayor dengan nilai 0,15. Pada area Pantai Slag tergolong sedang untuk kategori ikan target yaitu 0,53, sementara ikan indikator tergolong rendah dengan nilai 0,35 dan ikan mayor dengan nilai 0,22.



Gambar 4.62 Analisis keanekaragaman, dominansi dan kelimpahan ikan karang pada area Rehabilitasi.

Kelimpahan ikan karang pada area Hakatutobu 1 (keramba dalam) untuk kategori ikan target diperoleh 0,01 individu/m², ikan indikator 0,004 individu/m² dan ikan mayor 0,10 individu/m². Selanjutnya pada area Pantai Slag untuk kategori ikan target diperoleh 0,01 individu/m², ikan indikator 0,01 individu/m² dan ikan mayor 0,13 individu/m².

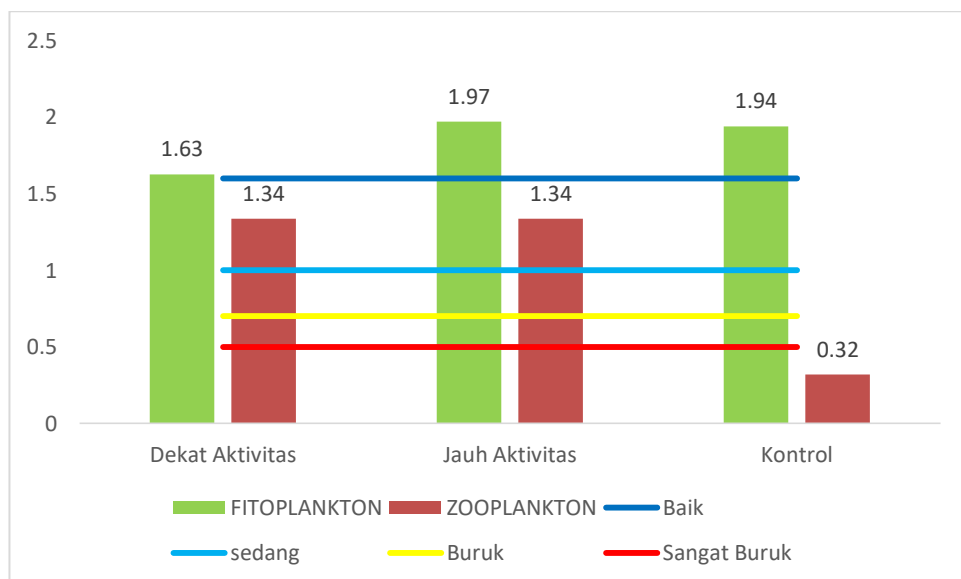
IV.4.4 Plankton Laut

IV.4.4.1 Kondisi Keanekaragaman dan kelimpahan Plankton laut di Area Sekitar Aktivitas Antam

Nilai indeks keanekaragaman dan kelimpahan plankton laut diperoleh dari hasil nilai rata-rata beberapa lokasi pengambilan sampel di area sekitar aktivitas Antam. Area tersebut berupa area dekat dari aktivitas Antam, jauh dari aktivitas Antam serta area Kontrol. Lokasi pengambilan sampel plankton dekat aktivitas PT Antam terdiri atas titik pengambilan sampel Watukilat 1, Tanjung Leppe 1, Pelabuhan Pomalaa 1, Sitado 1, Latumbi 1, Pulau Maniang 1. Lokasi pengambilan sampel plankton jauh aktivitas PT Antam terdiri atas titik pengambilan sampel

Watukilat 2, Tanjung Leppe 2, Pelabuhan Pomalaa 2, Sitado 2, Latumbi 2 dan Pulau Maniang 2. Lokasi pengambilan sampel plankton sebagai area kontrol terdiri atas titik pengambialan sampel Tanjung Leppe- Pulau Maniang 1 dan Tanjung Leppe-Pulau Maniang 2.

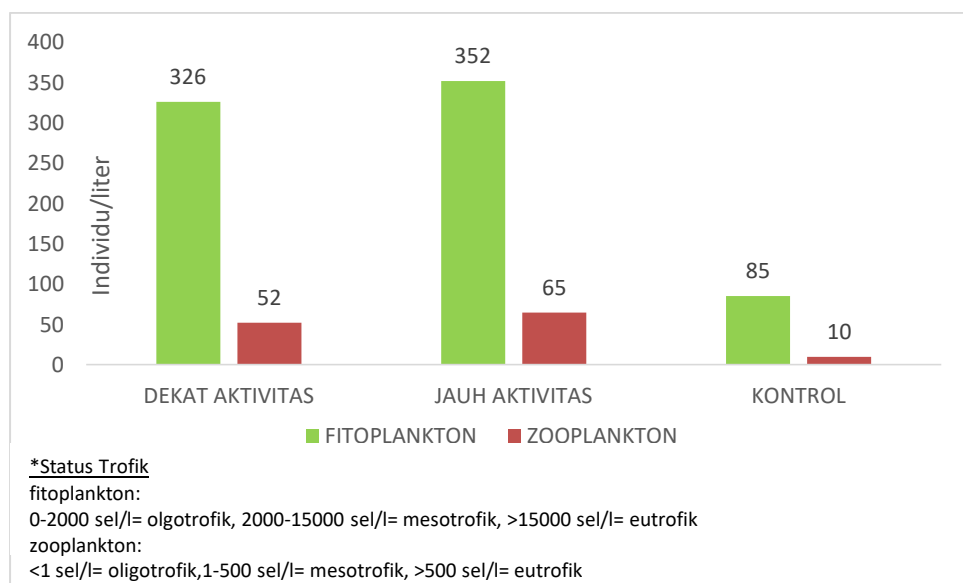
Hasil analisis indeks keanekaragaman shanon-winner plankton laut di area sekitar aktivitas Antam secara umum menunjukkan nilai keanekaragaman fitoplankton pada kategori baik hingga sedang dan nilai keanekaragaman zooplankton pada kategori sedang hingga buruk berdasarkan kriteria indeks diversitas plankton (Center dan Hill, 1981 dalam Soeparmo, 1992). Nilai rata-rata keanekaragaman fitoplankton tertinggi terdapat pada area jauh aktivitas dengan nilai keanekaragaman 1,97 sedangkan nilai rata-rata keanekaragaman fitoplankton terendah pada area dekat dari aktivitas Antam dengan nilai keanekaragaman 1,63. Nilai rata-rata keanekaragaman zooplankton tertinggi terdapat pada area jauh dari aktivitas dengan nilai keanekaragaman 1,34 sedangkan nilai rata-rata keanekaragaman zooplankton terendah terdapat pada area kontrol dengan nilai keanekaragaman 0,32 seperti yang disajikan pada Gambar 4.63.



Gambar 4.63 Keanekaragaman Plankton pada lokasi pemantauan yang dekat dengan aktivitas Antam, Jauh dengan aktivitas Antam dan lokasi yang jauh dari aktivitas Antam maupun aktivitas bukan dari Antam (Kontrol).

Hasil analisis kelimpahan plankton laut di area sekitar aktivitas PT Antam Pomalaa menunjukkan nilai yang cukup bervariasi. Nilai kelimpahan fitoplankton

pada setiap lokasi di area sekitar aktivitas Antam menunjukkan kondisi perairan dengan tingkat kesuburan rendah (oligotrofik) berdasarkan kategori pendugaan status trofik mengacu pada Lander (1978) dalam Suryanto (2009) sedangkan nilai kelimpahan zooplankton pada setiap lokasi di area sekitar aktivitas Antam menunjukkan kondisi perairan dengan tingkat kesuburan sedang (mesotrofik) berdasarkan kategori pendugaan status trofik mengacu pada Golman dan Horne (1994) dalam Suryanto (2009). Nilai rata-rata kelimpahan fitoplankton tertinggi terdapat pada lokasi jauh dari aktivitas Antam dengan nilai kelimpahan 352 sel/liter sedangkan nilai rata-rata kelimpahan fitoplankton terendah terdapat pada lokasi kontrol dengan nilai kelimpahan 85 sel/liter. Nilai rata-rata kelimpahan zooplankton tertinggi terdapat pada lokasi jauh dari aktivitas Antam dengan nilai kelimpahan 65 sel/liter sedangkan nilai rata-rata kelimpahan terendah terdapat pada lokasi kontrol dengan nilai kelimpahan 10 sel/liter seperti disajikan pada Gambar 4.64.

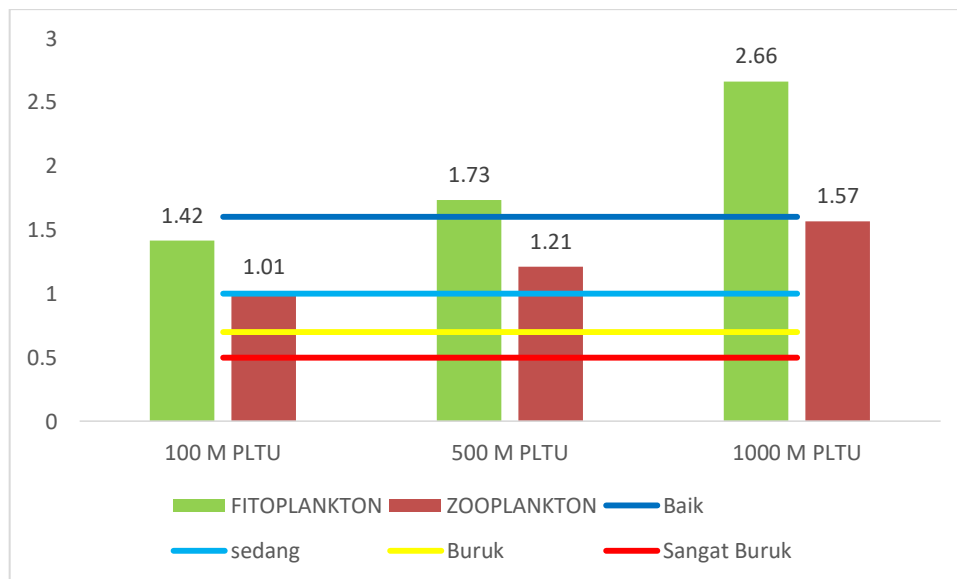


Gambar 4.64 Kelimpahan Plankton pada lokasi pemantauan yang dekat dengan aktivitas Antam Jauh dengan aktivitas Antam dan lokasi yang jauh dari aktivitas Antam maupun aktivitas bukan dari Antam (Kontrol).

IV.4.4.2 Kondisi Keanekaragaman Kelimpahan Plankton laut Pada sekitar Area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

Nilai indeks keanekaragaman dan kelimpahan plankton laut diperoleh dari hasil akumulatif beberapa lokasi pengambilan sampel di sekitar area Pembangkit

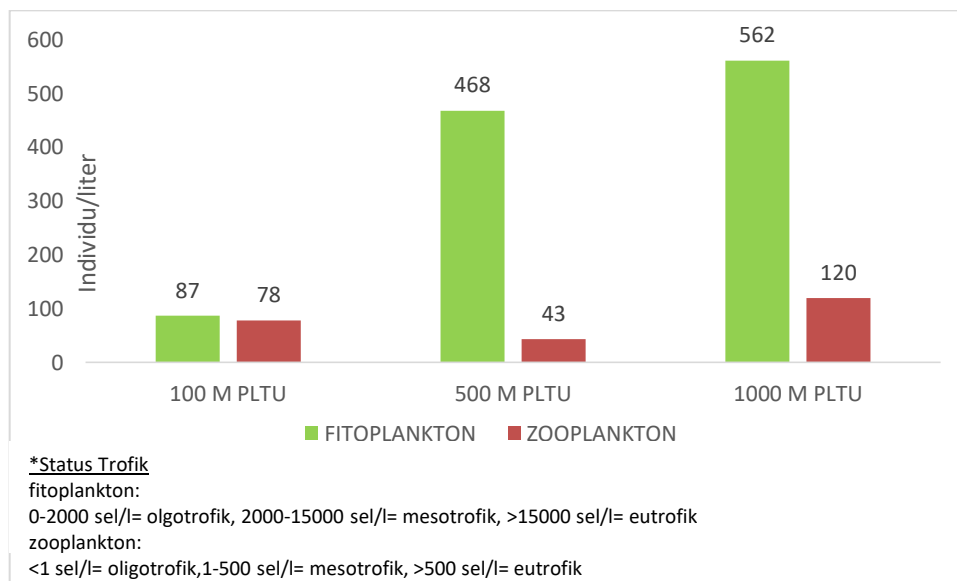
Listrik Tenaga Uap (PLTU). Lokasi pemantauan pertama berjarak 100 meter dari area PLTU yang terdiri atas titik pemantauan PLTU AL2, PLTU AL5, dan PLTU AL8. Lokasi pemantauan kedua berjarak 500 meter dari area PLTU yang terdiri atas titik pemantauan PLTU AL3, PLTU AL6, dan PLTU AL9. Lokasi pemantauan ketiga berjarak 1000 meter dari area PLTU yang terdiri atas titik pemantauan PLTU AL4, PLTU AL 7, dan PLTU AL10.



Gambar 4.65 Keanekaragaman Plankton pada lokasi pemantauan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU).

Hasil analisis indeks keanekaragaman shanon-winner plankton laut pada sekitar area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) secara umum menunjukkan nilai keanekaragaman fitoplankton yang cukup bervariasi pada kategori sangat baik hingga sedang dan nilai keanekaragaman zooplankton pada kategori sangat buruk berdasarkan kriteria indeks diversitas plankton (Center dan Hill, 1981 dalam Soeparmo, 1992). Nilai rata-rata keanekaragaman fitoplankton tertinggi terdapat pada titik 1000 meter dari area PLTU dengan nilai keanekaragaman 2,66 sedangkan nilai rata-rata keanekaragaman fitoplankton terendah pada titik 100 meter dari area PLTU dengan nilai keanekaragaman 1,41 . Nilai rata-rata keanekaragaman zooplankton tertinggi terdapat pada titik 1000 meter dari area PLTU dengan nilai keanekaragaman 1,57 sedangkan nilai rata-rata keanekaragaman zooplankton terendah terdapat pada titik 100 meter dari area PLTU dengan nilai keanekaragaman 1,01 seperti yang disajikan pada Gambar 4.65.

Hasil analisis kelimpahan plankton laut pada lokasi pemantauan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) PT Antam Pomalaa menunjukkan nilai yang cukup bervariasi. Nilai kelimpahan fitoplankton pada setiap lokasi di sekitar PLTU menunjukkan kondisi perairan dengan tingkat kesuburan rendah (oligotrofik) berdasarkan kategori pendugaan status trofik mengacu pada Lander (1978) dalam Suryanto (2009) sedangkan nilai kelimpahan zooplankton pada setiap lokasi di sekitar PLTU menunjukkan kondisi perairan dengan tingkat kesuburan sedang (mesotrofik) berdasarkan kategori pendugaan status trofik mengacu pada Golman dan Horne (1994) dalam Suryanto (2009). Nilai rata-rata kelimpahan fitoplankton tertinggi terdapat pada lokasi 1000 meter dari area PLTU dengan nilai kelimpahan 562 sel/liter sedangkan nilai rata-rata kelimpahan fitoplankton terendah terdapat pada lokasi 100 meter dari area PLTU dengan nilai kelimpahan 87 sel/liter. Nilai rata-rata kelimpahan zooplankton tertinggi terdapat pada lokasi 1000 meter dari area PLTU dengan nilai kelimpahan 120 sel/liter sedangkan nilai rata-rata kelimpahan terendah terdapat pada lokasi 100 meter dari area PLTU dengan nilai kelimpahan 78 sel/liter (Gambar 4.66).

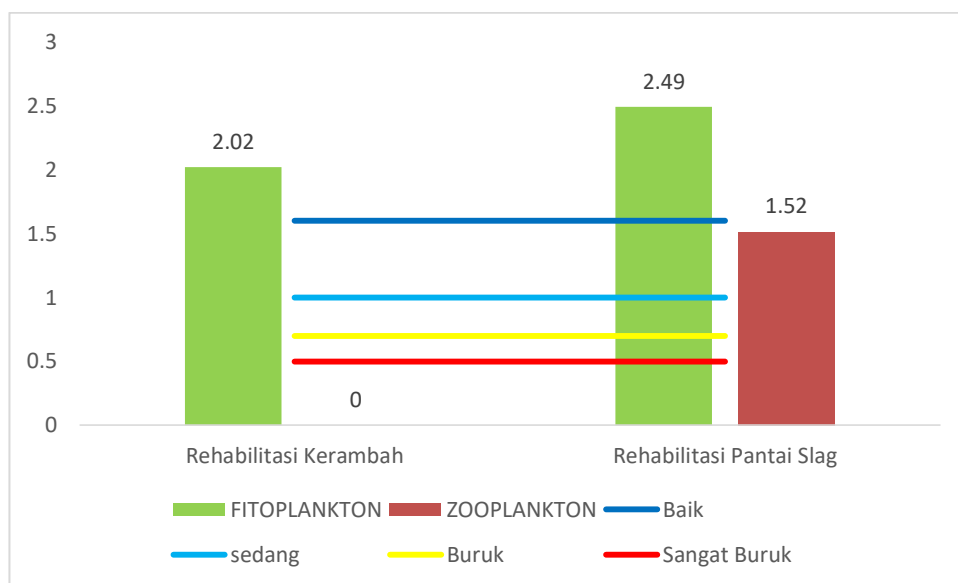


Gambar 4.66 Kelimpahan Plankton pada lokasi pemantauan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU).

IV.4.4.3 Kondisi Keanekaragaman dan Kelimpahan Plankton Pada Area Rehabilitasi

Hasil analisis indeks keanekaragaman shanon-winner plankton laut pada area rehabilitasi di desa Hakatutobu secara umum menunjukkan nilai keanekaragaman

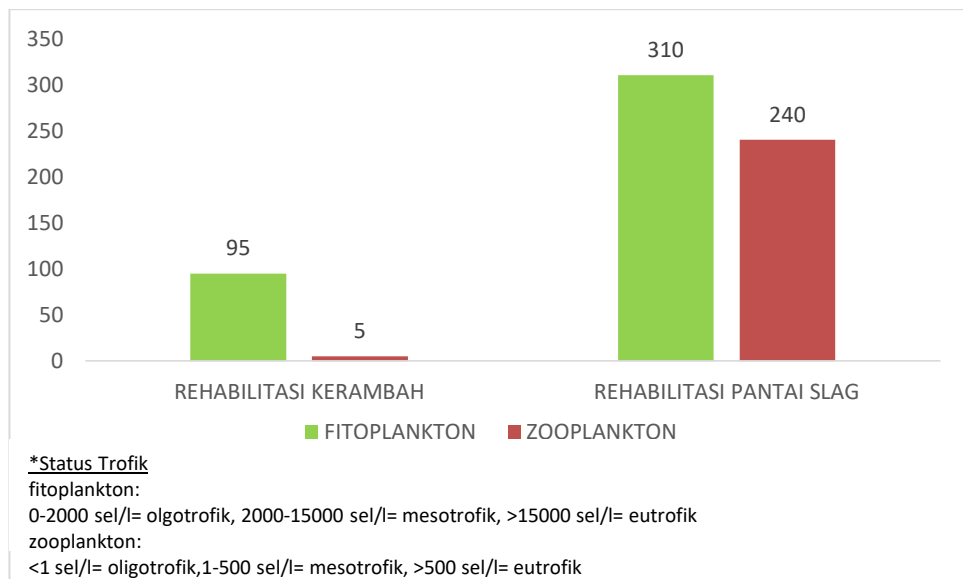
fitoplankton pada kategori sangat baik hingga sangat buruk dan nilai keanekaragaman zooplankton pada kategori sangat buruk atau $H' = 0$, berdasarkan kriteria indeks diversitas plankton (Center dan Hill, 1981 dalam Soeparmo, 1992). Nilai keanekaragaman fitoplankton tertinggi terdapat pada area rehabilitasi pantai slag dengan nilai keanekaragaman 2.49 dan nilai keanekaragaman fitoplankton terendah pada area rehabilitasi kerambah (Hakatutobu 1) dengan nilai keanekaragaman 2.02. Serupa demikian, nilai keanekaragaman zooplankton pada area rehabilitasi kerambah adalah 0 sedangkan pada area rehabilitasi pantai slag yaitu 1.52 seperti yang tersajikan pada Gambar 4.67.



Gambar 4.67 Keanekaragaman Plankton area rehabilitasi di Desa Hakatutobu dan pantai Slag

Hasil analisis kelimpahan plankton laut area rehabilitasi di Desa Hakatutobu menunjukkan nilai yang cukup bervariasi. Nilai kelimpahan fitoplankton pada setiap lokasi di area rehabilitasi Desa Hakatutobu menunjukkan kondisi perairan dengan tingkat kesuburan rendah (oligotrofik) berdasarkan kategori pendugaan status trofik mengacu pada Lander (1978) dalam Suryanto (2009). Nilai kelimpahan zooplankton pada lokasi rehabilitasi pantai slag menunjukkan kondisi perairan dengan tingkat kesuburan sedang (mesotrofik) sedang kondisi di rehabilitasi dalam (dalam kerambah) menunjukkan kondisi perairan dengan tingkat kesuburan rendah (oligotrofik) berdasarkan kategori pendugaan status trofik mengacu pada Golman dan Horne (1994) dalam Suryanto (2009). Nilai kelimpahan fitoplankton tertinggi terdapat pada lokasi rehabilitasi

pantai slag dengan nilai kelimpahan 310 sel/liter sedangkan nilai kelimpahan fitoplankton terendah terdapat pada lokasi rehabilitasi dalam dengan nilai kelimpahan 95 sel/liter. Nilai kelimpahan zooplankton tertinggi terdapat pada lokasi rehabilitasi pantai slag dengan nilai kelimpahan 240 sel/liter sedangkan nilai kelimpahan terendah terdapat pada lokasi rehabilitasi kerambah dengan nilai kelimpahan 5 sel/liter.



Gambar 4.68 Kelimpahan Plankton area rehabilitasi di Desa Hakatutobu (kerambah) dan Rehabilitasi Pantai Slag.

BAB V EVALUASI

V.1 Flora darat

V.1.1 Evaluasi Indeks Nilai Penting (INP)

V.1.1.1 Wilayah Virgin (Alami)

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) pada area virgin (alami) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara gunung *Casuarina junghuhniana* Miq. (120,24%) dan INP terendah dari jenis belimbing hutan *Sarcotecha celebica* Veldkamp (8,32%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara gunung *Casuarina junghuhniana* Miq. (147,46%) dan INP terendah dari jenis Ficus *Ficus* sp. (20,54%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis cemara gunung *Casuarina junghuhniana* Miq. (153,31%) dan INP terendah dari jenis Knema *Knema celebica* de Wilde. (9,61%)

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus tiang (diameter batang >10 cm-<20 cm) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari 2 jenis tumbuhan yaitu Kayu besi *Xanthostemon aurantiacus* (Brongn. & Gris) Schltr. dan Cemara gunung *Casuarina junghuniana* Miq. dengan nilai INP (70,55%) serta INP terendah dari jenis Kayu apung (15,70%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara gunung *Casuarina junghuhniana* Miq. (123,19%) dan terendah dari jenis Melinjo *Gnetum gnemon* L. (6,24%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara gunung *Casuarina junghuhniana* Miq. (94,09%) dan terendah dari jenis Knema *Knema celebica* de Wilde. (4,83%).

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Kayu besi *Xanthostemon aurantiacus* (Brongn. & Gris) Schltr (96,05%) dan terendah dari jenis Kayu Kuma (2,80%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Kayu besi *Xanthostemon aurantiacus* (Brongn. & Gris) Schltr, (77,57) dan INP terendah dari jenis ketimunan *Timonius* cf. *celebicus*. Pemantauan semester I tahun 2022 INP

tertinggi berasal dari jenis Jambu-jambu *Eugenia* sp. (57,54%) dan terendah dari jenis famili Anacardiaceae (3,45%).

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus semai menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Kayu besi *Xanthostemon aurantiacus* (Brongn. & Gris) Schltr (150,03%), dan INP terendah dari 3 jenis tumbuhan yaitu Anggrek hutan *Habenaria* sp, dan Bence-bence *Sarcocephalus cordatus* Miq. dengan nilai INP (3,44%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Kayu besi *Xanthostemon aurantiacus* (Brongn. & Gris) Schltr (79,16%) dan INP terendah dari 4 jenis tumbuhan yaitu Ficus *Ficus* sp., Knema *Knema celebica*, Pandan duri *Pandanus tectorius*, dan Rotan tikus *Flagellaria indica* dengan nilai INP (1,81%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Kayu besi *Xanthostemon aurantiacus* (Brongn. & Gris) Schltr (86,78%) dan INP terendah ada dua jenis tumbuhan yaitu Dempul lelet *Glochidion rubrum* Blume. dan Pandan duri *Pandanus tectorius* dengan nilai INP (1,95%). Hasil evaluasi ini memperlihatkan bahwa Kayu besi memiliki trend yang mendominasi.

V.1.1.2 Area Revegetasi Tahun 2015 (N7)

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) pada area Revegetasi tahun 2015 (N7) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (226,12%) dan terendah dari jenis Sengon laut *Paraserianthes falcataria* (73,88%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (142,73%) dan terendah dari jenis Akasia daun kecil *Acacia auriculiformis* (22,05%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (194,89%) dan terendah dari jenis Akasia daun kecil *Acacia auriculiformis* (6,40%).

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus tiang (diameter batang >10 cm-<20 cm) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (154,85%) dan terendah dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescens* (7,35%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut

Casuarina equisetifolia (181,20%) dan terendah dari jenis Tirotasi (pulai) *Alstonia spectabilis* R.Br. (5,82%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (165,42%) dan terendah dari jenis Cemara gunung *Casuarina junghuhniana* Miq. (4,32%).

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Manga-mangga *Buchanania arborescens* (86,11%) dan terendah dari jenis lamtoro *Leucaena leucocephala* (6,72%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescens* Blume. (82,89%) dan terendah dari jenis *Knema celebica* de Wilde. (3,03%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescens* Blume. (66,90%) dan terendah dari jenis *Knema celebica* de Wilde. (2,05%).

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus semai menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Tirotasi (pulai) *Alstonia spectabilis* (114,58%) dan INP terendah dari 4 jenis tumbuhan yaitu Cemara laut *Casuarina equisetifolia*, Kersen hutan *Trema orientalis*, Kayu kuku *Pericopsis mooniana* Thw, dan Glodokan tiang *Polyalthia longifolia* dengan nilai INP (7,29%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Tirotasi (pulai) *Alstonia spectabilis* R.Br. (65,06%) dan INP terendah dari 7 jenis tumbuhan yaitu Anggrek hutan *Habenaria* sp., Belimbing hutan *Sarcotheca celebica* Veldkamp, Daun jembelu *Embelia* sp., Dogwoods *Cornus* sp., Jambu-jambu *Eugenia* sp., Rotan tikus *Flagellaria indica*, dan Trambesi *Samanea saman* (Jacq.) Merr dengan nilai INP (2,64%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (73,07%) dan INP terendah dari 6 jenis tumbuhan yaitu Anggrek vanda merah *Vandopsis lissochiloides* (Gaudich.), Belimbing hutan *Sarcotheca celebica* Veldkamp., Daun jembelu *Embelia* sp., Jambu-jambu *Eugenia* sp., Mahang hijau *Macaranga peltata*, dan *Palaquium* sp. dengan nilai INP (2,83%).

Terlepas dari nilai INP yang diperoleh pada area Revegetasi tahun 2015 (N7), kondisi beberapa jenis tanaman seperti Sengon laut *Paraserianthes falcataria* pada area pemantauan ini terlihat mulai menurun. Hal ini dibuktikan

dengan adanya beberapa individu tanaman jenis ini telah mati atau rubuh akibat pelapukan. Faktor penyebab pelapukan ini masih belum diketahui secara pasti, namun pada beberapa individu ditemui adanya tanda-tanda keberadaan serangga seperti semut dan rayap. Kedua serangga ini belum bisa dipastikan sebagai penyebab karena kita masih belum mengetahui waktu keberadaan serangga ini apakah sebelum atau sesudah matinya tanaman. Sehingga pada pemantauan semester ini, jumlah pohon sengon yang mengalami kematian semakin bertambah jumlahnya berdasarkan data yang ditemukan dilapangan.

V.1.1.3 Area Revegetasi Tahun 2016 (N6)

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) pada area Revegetasi tahun 2016 (N6) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Sengon laut *Paraserianthes falcataria* (188,39%) dan terendah dari jenis Sengon buto *Enterolobium cyclocarpum* (14,71%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Sengon laut *Paraserianthes falcataria* L. (133,62) dan terendah dari 2 jenis tumbuhan yaitu Gamal *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth dan Johar *Senna siamea* (Lam.) dengan nilai INP (5,80%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (120,79%) dan terendah dari jenis Gamal *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth (4,66%).

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus tiang (diameter batang >10 cm-<20 cm) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (141,26%) dan terendah dari jenis Akasia daun lebar *Acacia mangium* (7,23%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (89,09%) dan terendah dari jenis Akasia daun lebar *Acacia mangium* Willd.(5,23%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (90,79%) dan terendah dari jenis Bitti *Vitex cofassus* (4,07%).

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Gamal *Gliciridium sepium* (85,37%), dan

terendah dari jenis Trembesi *Samanea saman* (4,57%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (56,35%) dan terendah dari jenis Kersen hutan *Trema orientale* (L.) Blume. (2,65%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (43,14%) dan terendah dari jenis Sp 2 Eudicots (2,15%).

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus semai menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Lamtoro *Leucaena leucocephala* (179,56%) dan INP terendah ada 4 jenis yaitu Cemara laut *Casuarina equisetifolia*, Jambu-jambu *Eugenia sp.*, Mengkudu *Morinda citrifolia*, dan Trembesi *Samanea saman* dengan nilai INP (5,75%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Sengon laut *Paraserianthes falcataria* L. (79,92%) dan INP terendah ada 4 jenis yaitu Bambu tali *Gigantochloa sp.*, Belimbing hutan *Sarcotheca celebica* Veldkamp, Mahang hijau *Macaranga peltata*, dan Rotan tikus *Flagellaria indica* dengan nilai INP (2,94%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Sengon laut *Paraserianthes falcataria* L. (74,56%) dan INP terendah ada tiga jenis tumbuhan yaitu Belimbing hutan *Sarcotheca celebica* Veldkamp., Mahan merah *Macaranga sp.*, dan Mengkudu *Morinda citrifolia* L. dengan nilai INP (2,77%).

V.1.1.4 Area Revegetasi Tahun 2017 (N5)

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) pada area Revegetasi tahun 2017 (N5) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Sengon laut *Paraserianthes falcataria* (300,0%) dan hanya terdapat satu jenis tumbuhan. Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (133,52%) dan INP terendah dari jenis Kayu besi *Xanthostemon aurantiacus* (Brongn. & Gris) Schltr. (18,18%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (201,16%) dan terendah dari jenis Akasia daun kecil *Acacia auriculiformis* (8,62%).

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus tiang (diameter batang >10 cm-<20 cm) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (230,84%) dan terendah jenis Sengon laut *Paraserianthes falcataria* (69,16%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (201,24%) dan terendah jenis Akasia daun kecil *Acacia auriculiformis* (6,13%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (169,12%) dan terendah dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescens* Blume. (5,49%).

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia*, (68,32%) dan terendah dari jenis Lamtoro *Leucaena leucocephala* (7,15%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Gamal *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth (59,68%) dan terendah dari jenis Akasia daun lebar *Acacia mangium* Willd. (8,36%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (61,66%) dan terendah dari jenis famili Lauraceae (2,63%).

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus semai menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* (167,49%) dan INP terendah ada 3 jenis yaitu Sengon buto *Enterolobium cyclocarpum*, Mangga-mangga *Buchanania arborescens*, dan Lamtoro *Leucaena leucocephala* dengan nilai INP (11,15%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (108,82%) dan INP terendah dari jenis bitti *Vitex cofassus* (5,23%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (113,34%) dan INP terendah dari jenis Bitti *Vitex cofassus* (6,54%).

V.1.1.5 Area Revegetasi Tahun 2018 (N4)

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) pada area Revegetasi tahun 2018 (N4) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 tidak terdapat tumbuhan pada habitus ini. Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Sengon laut

Paraserianthes falcataria (L.) (199,49%) dan INP terendah dari jenis sengon buto *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.). (100,51%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Sengon laut *Paraserianthes falcataria* L. (163,69%) dan terendah dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (59,29%).

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus tiang (diameter batang >10 cm-<20 cm) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (252,74%) dan terendah dari jenis Sengon buto *Enterolobium cyclocarpum* (47,26%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (165,35%) dan INP terendah jenis Akasia daun kecil *Acacia auriculiformis* (17,73%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (127,06%) dan terendah dari jenis Johar *Senna siamea* Lam. (4,71%).

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Sengon buto *Enterolobium cyclocarpum* (58,76%) dan terendah dari jenis Johar *Cassia siamea* dan Bale angin dengan nilai INP (5,26%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (56,98%) dan terendah dari jenis famili Asteraceae (3,90%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Gamal *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth (53,11%) dan terendah dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (2,72%).

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus semai menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Manga-mangga *Buchanania arborescens* (77,74%) dan INP terendah dari 3 jenis tumbuhan yaitu Johar *Cassia siamea*, Gamal *Gliciridium sepium*, Kayu putih *Melaleuca leucadendra* dengan nilai INP (12,35%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (75,68%) dan INP terendah dari 6 jenis tumbuhan yaitu Cemara laut *Casuarina equisetifolia*, anggrek hutan *Habenaria* sp., Mengkudu *Morinda citrifolia* L. Johar *Senna siamea* (Lam.), Ketapang *Terminalia catappa* L., dan Bitti *Vitex cofassus* dengan nilai INP (4,15%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari

jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (73,87%) dan INP terendah dari 6 jenis tumbuhan yaitu Anggrek hutan *Habenaria* sp., famili Asteraceae, Cemara laut *Casuarina equisetifolia*, Johar *Senna siamea* Lam., Ketapang *Terminalia catappa* L., dan Mengkudu *Morinda citrifolia* L. dengan nilai INP (3,66%).

V.1.1.6 Area Revegetasi Tahun 2019 (N3)

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) pada area Revegetasi tahun 2019 (N3) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 tidak terdapat tumbuhan pada habitus ini. Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Sengon laut *Paraserianthes falcataria* L. (300,0%) dan hanya terdapat satu jenis tumbuhan. Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Sengon laut *Paraserianthes falcataria* L. (168,14%) dan terendah dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (131,86%).

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus tiang (diameter batang >10 cm-<20 cm) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (300,0%) dan hanya terdapat satu jenis tumbuhan. Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (133,12%) dan INP terendah dari jenis Akasia daun kecil *Acacia auriculiformis* (15,18%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (161,65%) dan terendah dari jenis Akasia daun kecil *Acacia auriculiformis* (5,00%).

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia*, (125,69%) dan terendah dari jenis Bitti *Vitex cofassus* (6,43%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (78,87%) dan terendah dari jenis Trambesi *Samanea saman* (Jacq.) Merr. (3,17%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Sengon buto *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) (71,64%) dan terendah dari jenis Trambesi *Samanea saman* (Jacq.) Merr. (2,95%).

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus semai menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Jambu mete/monyet *Anacardium occidentale* (66,67%) dan INP terendah ada 2 jenis yaitu Akasia daun lebar *Acacia mangium* dan Trembesi *Samanea saman* dengan nilai INP (13,33%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Mahang merah *Macaranga* sp. (50,20%) dan INP terendah ada 6 jenis yaitu Cemara laut *Casuarina equisetifolia*, Sengon buto *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.), Jambu-jambu *Eugenia* sp., Sengon laut *Paraserianthes falcataria* L., famili Apocynaceae, dan Dempul lelet *Glochidion rubrum* Blume. dengan nilai INP (3,22%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Mahang hijau *Macaranga peltata* (49,10%) dan INP terendah dari 5 jenis tumbuhan yaitu Bitti *Vitex cofassus*, famili Apocynaceae, Kersen hutan *Trema orientale* (L.) Blume., Melinjo *Gnetum gnemon* dan Trambesi *Samanea saman* (Jacq.) Merr. dengan nilai INP (4,06%).

V.1.1.7 Area Revegetasi Tahun 2020 (N2)

Pemantauan pada area ini dilakukan sejak tahun 2021-2022. Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) pada area Revegetasi tahun 2020 (N2) menunjukkan bahwa sejak pemantauan tahun 2021 hingga 2022 belum terdapat tumbuhan pada habitus ini. Sedangkan tumbuhan berhabitus tiang (diameter batang >10 cm-<20 cm) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2021 tidak terdapat tumbuhan pada habitus ini. Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (250,04%) dan terendah dari jenis Gamal *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth (11,37%).

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (105,64%) dan terendah dari jenis Jambu monyet *Anacardium giganteum* (6,43%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (102,51%) dan terendah dari jenis Jambu monyet *Anacardium giganteum* (3,12%).

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus semai menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Gamal *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth (177,50%) dan INP terendah jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescens* (Blume). (22,50%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescens* (Blume) (92,47%) dan INP terendah dari 3 jenis tumbuhan yaitu Anggrek hutan *Habenaria* sp., Cemara laut *Casuarina equisetifolia*, dan Mahang hijau *Macaranga peltata* dengan nilai INP (6,93%).

V.1.1.8 Area Revegetasi Tahun 2021 (N1)

Pemantauan pada area ini pertamakali dilakukan pada semester ini yaitu mulai tahun 2022. Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) dan tiang (diameter batang >10 cm-<20 cm) pada area Revegetasi tahun 2021 (N1) menunjukkan bahwa tidak terdapat tumbuhan pada kedua habitus ini. Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) menunjukkan bahwa pada pemantauan semester 1 tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (213,15%) dan terendah dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (6,02%). Sedangkan nilai INP tumbuhan berhabitus semai terdapat 4 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (115,70%) dan INP terendah dari 3 jenis tumbuhan yaitu Akasia daun lebar *Acacia mangium* Willd., Ficus *Ficus* sp., dan Terong hutan *Solanum torvum* dengan nilai INP (9,25%).

V.1.1.9 Area Pulau Maniang

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) pada area Pulau Maniang menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari 2 jenis tumbuhan yaitu Cemara Gunung *Casuarina junghuhniana* Miq. dan Kayu besi *Xanthostemon aurantiacus* (120,21%) dan terendah dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* (59,48%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis tirotasi (pulau) *Alstonia spectabilis* R.Br. (106,82%) dan INP terendah dari jenis Cemara gunung *Casuarina junghuniana* Miq. (49,05%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP

tertinggi berasal dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (142,46%) dan terendah dari jenis Manga-mangga *Buchanania arborescens* (Blume) (33,09%).

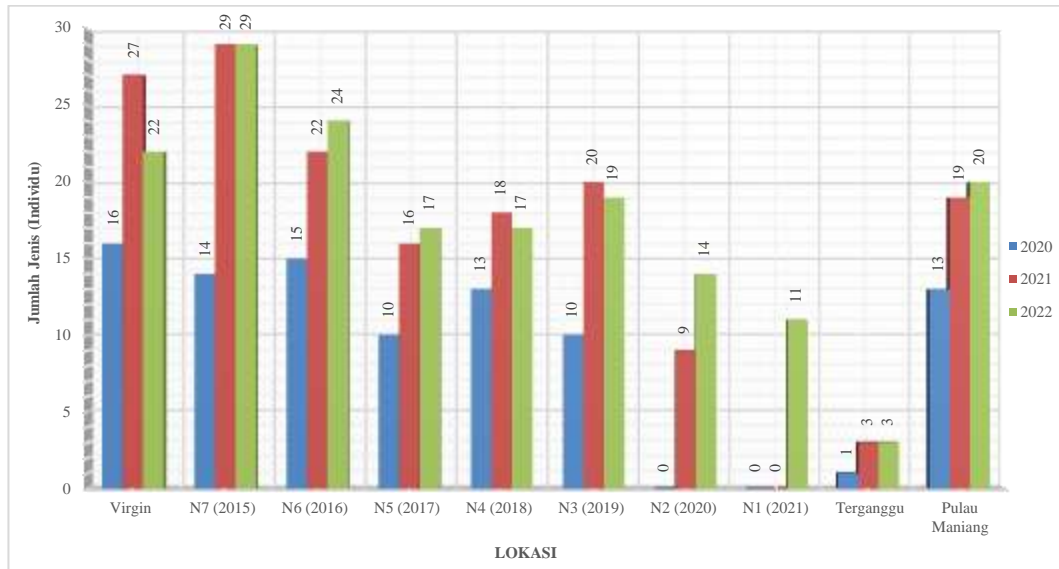
Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus tiang (diameter batang >10 cm-<20 cm) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Kayu Besi *Xanthostemon aurantiacus* (56,91%) dan terendah dari jenis Cemara gunung *Casuarina junghuniana* Miq. (21,42%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Tirotasi (pulai) *Alstonia spectabilis* R.Br. (166,14%) dan INP terendah dari jenis cemara gunung *Casuarina junghuniana* Miq. (21,39%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (155,48%) dan terendah dari jenis Ficus *Ficus glandifera* Summerh. (16,40%).

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Mengkudu *Morinda citrifolia* (79,92%) dan terendah dari jenis Cemara gunung *Casuarina junghuniana* (5,08%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Tirotasi (pulai) *Alstonia spectabilis* R.Br. (83,07%) dan terendah dari jenis Kersen hutan *Trema orientale* (L.) Blume (7,15%). Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (103,64%) dan terendah dari 3 jenis tumbuhan yaitu Cemara laut *Casuarina equisetifolia*, Pandan duri *Pandanus tectorius*, dan Waru *Hibiscus tiliaceus* L. dengan nilai INP (4,59%).

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus semai menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun 2020 INP tertinggi berasal dari jenis Manga-mangga *Buchanania arborescens* (92,38%) dan INP terendah dari jenis Rotan *Calamus* sp. (6,70%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Manga-mangga *Buchanania arborescens* Blume. (72,03%) dan INP terendah dari 2 jenis tumbuhan yaitu Rotan tikus *Flagellaria indica* dan Ketimunan *Timonius* cf. *Wallichianus* dengan nilai INP (8,39%) Pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Manga-mangga *Buchanania arborescens* (Blume) (91,82%) dan INP terendah dari jenis Kersen hutan *Trema orientale* (L.) Blume (15,64%).

V.1.2 Evaluasi Jumlah Jenis Flora

Perbandingan jumlah jenis flora yang diperoleh pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 pada seluruh tingkatan tumbuhan yaitu pohon, tiang pancang dan semai ditunjukkan pada Gambar 5.1 berikut.



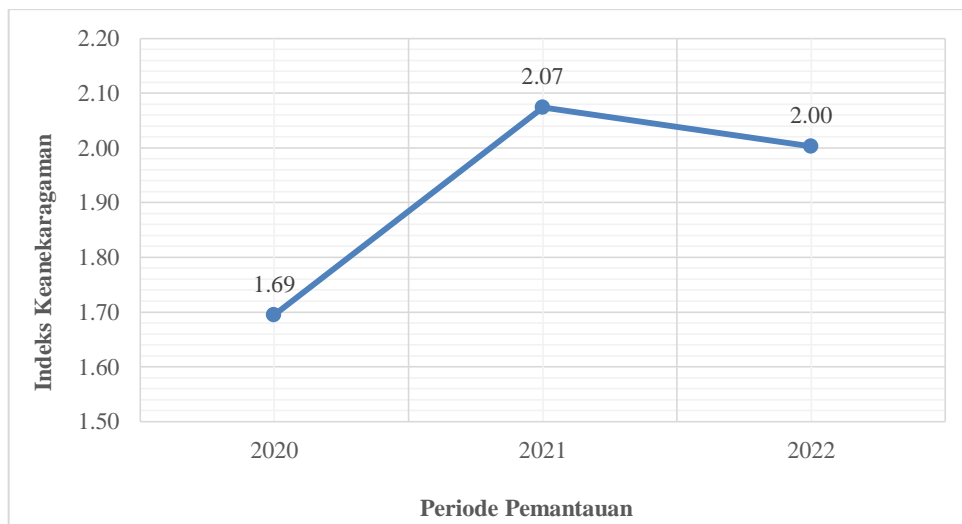
Gambar 5.1 Histogram perbandingan jumlah jenis flora darat pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di Wilayah Pertambangan PT Antam Tbk.

Hasil analisis jumlah jenis berdasarkan periode pemantauannya menunjukkan bahwa pada area Revegetasi tahun 2015 mempunyai komposisi jenis yang lebih banyak dibandingkan dengan area yang lain. Tingginya komposisi jenis di area revegetasi menandakan bahwa di area tersebut sedang terjadi suksesi sekunder untuk mengembalikan kondisi lingkungan yang asli. Sedangkan untuk komposisi jenis pada area revegetasi yang baru dilakukan penanaman pohon memiliki jumlah jenis yang masih kurang, karena tanaman yang ditemukan merupakan tanaman revegetasi yang masih melakukan adaptasi dengan lingkungan sekitar.

Peningkatan jumlah jenis tumbuhan pada seluruh lokasi pemantauan berdasarkan periode pemantauan menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan dari tahun 2020 sampai 2022. Hal ini dikarenakan sejak pemantauan tahun 2021 pertumbuhan beberapa jenis tanaman baru yang tidak tercatat pada tahun sebelumnya. Jenis-jenis tumbuhan baru yang tercatat dominan ditemukan pada tumbuhan kategori semai, yang berarti tumbuhan tersebut merupakan jenis baru yang tumbuh secara alami pada lokasi tersebut. Faktor penentu

ditemukannya spesies baru adalah perubahan penempatan plot pemantauan pada area pengamatan yang bertujuan untuk mendata tumbuhan lain yang berada pada area tersebut, namun tidak ter-cover dalam plot pemantauan pada tahun sebelumnya.

Perbandingan indeks keanekaragaman yang diperoleh pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 ditunjukkan pada Gambar 5.2 berikut.

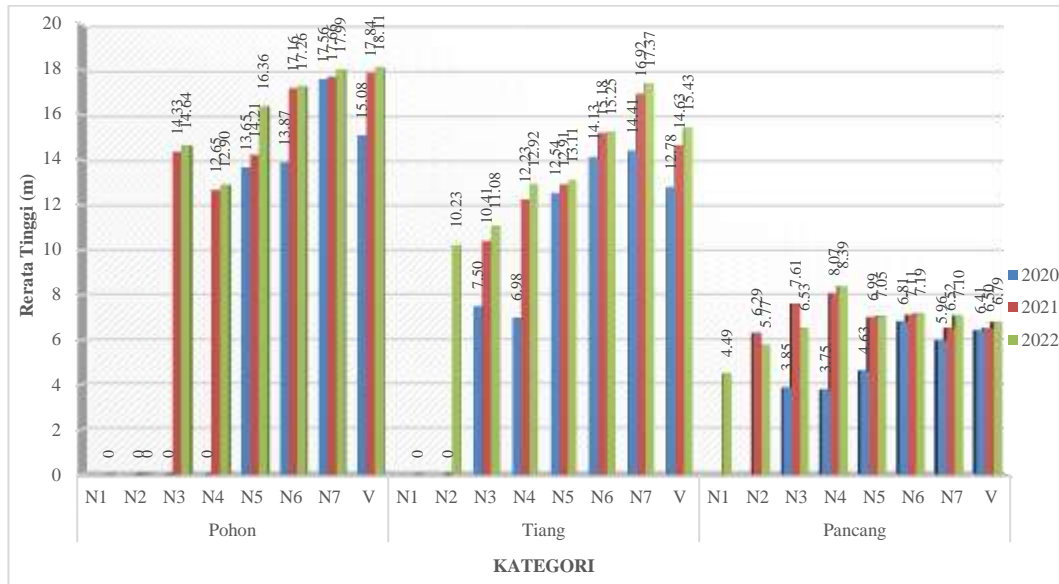


Gambar 5.2 Histogram perbandingan indeks keanekaragaman pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di Wilayah Pertambangan PT Antam Tbk

Hasil analisis indeks keanekaragaman berdasarkan periode pemantauan pada seluruh lokasi yaitu virgin dan area revegetasi N7-N0, menunjukkan bahwa pada periode pemantauan semester I tahun 2022 mengalami penurunan nilai indeks, namun nilai indeksnya tidak menurun secara signifikan dari periode pemantauan tahun sebelumnya. Hal ini dikarenakan penambahan lokasi pemantauan dan faktor beberapa tumbuhan yang mengalami kematian misalnya pada area revegetasi tahun 2015 menyebabkan perubahan komposisi jenis dan jumlah individu. Namun, berdasarkan nilai indeks keanekaragaman pada ketiga periode pemantauan mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya. Jika dilihat berdasarkan kategori indeks keanekaragaman, maka sejak tahun 2020, 2021 dan 2022 masih berada pada kategori yang sama yaitu keanekaragaman sedang ($1,0 < H' < 3,0$). Keanekaragaman sedang menunjukkan bahwa tingkat produktivitas tumbuhan pada seluruh lokasi pemantauan masih berada pada batas normal (cukup), kondisi ekosistem yang masih seimbang dan tekanan ekologi untuk produktivitas tumbuhan masih normal.

V.1.3 Evaluasi Perbandingan Tinggi Flora

Perbandingan tinggi tumbuhan yang diperoleh pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 berdasarkan kategorinya yaitu pohon, tiang dan pancang ditunjukkan pada Gambar 5.3 berikut.



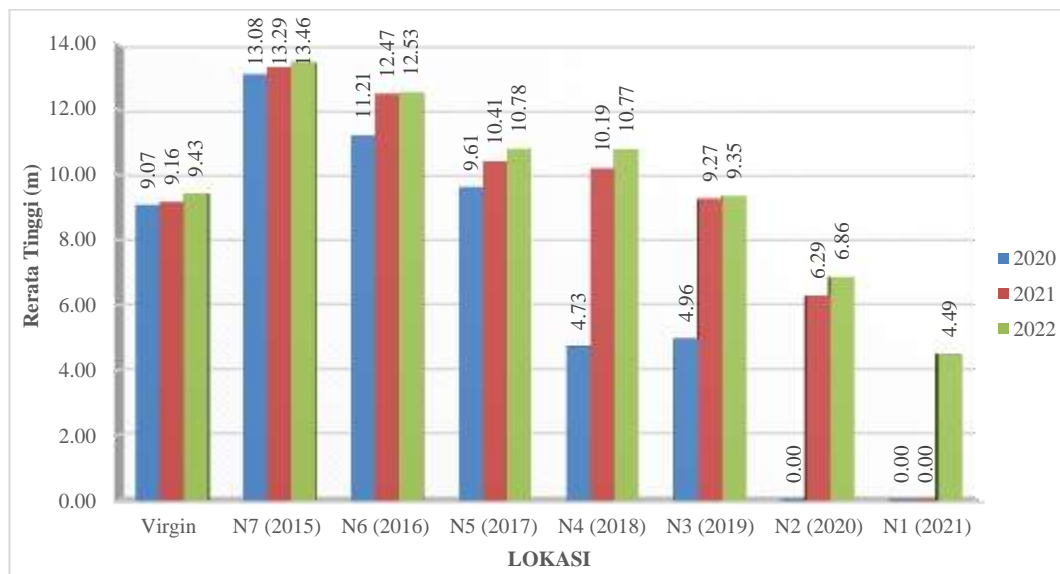
Gambar 5.3 Histogram perbandingan tinggi berdasarkan kategorinya pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di Wilayah Pertambangan PT Antam Tbk.

Hasil analisis tinggi tumbuhan pada area vigin dan area revegetasi N1-N7 berdasarkan kategori tumbuhan menunjukkan pertambahan tinggi yang cukup signifikan pada setiap lokasi pemantauan. Hal ini juga menandakan bahwa beberapa tanaman yang sebelumnya masih berada pada habitus pancang, kini sudah berada pada habitus tiang dan yang sebelumnya masih berada pada habitus tiang, kini sudah berada pada habitus pohon. Rata-rata tinggi tumbuhan meningkat sesuai dengan habitusnya, dimana pada habitus pohon memiliki petambahan tinggi tumbuhan yang begitu besar dan ditunjukkan pada area virgin serta area revegetasi. Hal ini menandakan bahwa pertumbuhan tanaman cukup baik pada area revegetasi, karena telah memiliki tinggi yang menyerupai tinggi tumbuhan pada area virgin.

Hasil analisis tinggi tumbuhan pada ketiga periode pemantauan berdasarkan Gambar 5.4 menunjukkan pertambahan tinggi yang cukup signifikan. Pertambahan tinggi terbesar berada pada area Revegetasi tahun 2015 yang telah lama dilakukan penanaman tumbuhan revegetasi. Selain itu, beberapa area revegetasi juga memiliki rata-rata tinggi tumbuhan yang lebih besar dibandingkan

dengan area virgin (alami) yaitu area Revegetasi tahun 2019, 2018, 2017 dan 2016. Hal ini didukung oleh tingkat pemeliharaan tanaman dan kesediaan unsur hara yang baik untuk pertumbuhan tanaman yang tercukupi pada area revegetasi. Kondisi tumbuhan yang telah beradaptasi dengan lingkungan yang ada, menunjukkan bahwa baik pada area revegetasi maupun area virgin mengalami pertumbuhan yang cukup baik.

Perbandingan tinggi tumbuhan yang diperoleh pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 ditunjukkan pada Gambar 5.4 berikut.

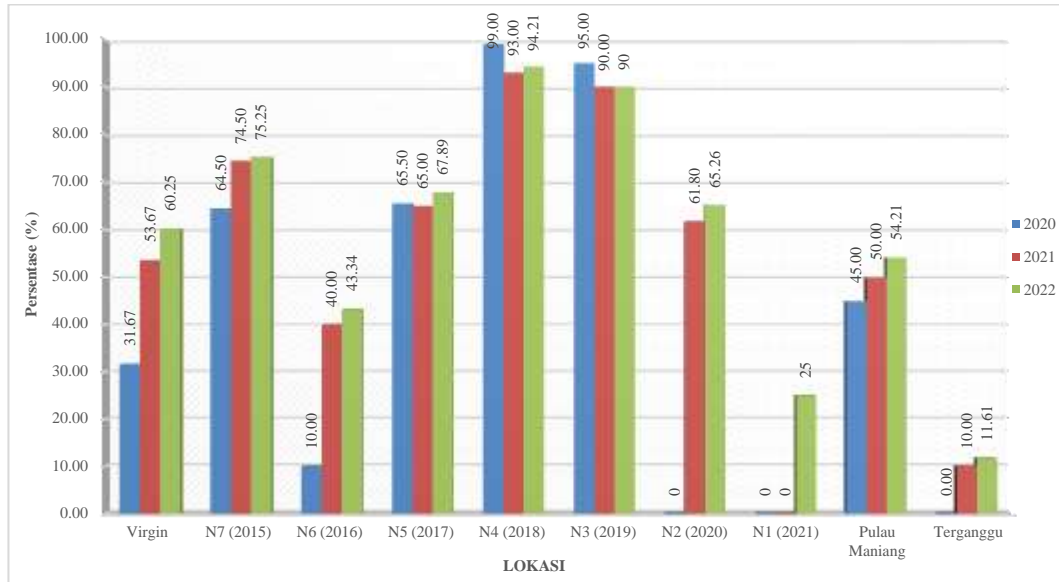


Gambar 5.4 Histogram perbandingan tinggi tumbuhan pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di Wilayah Pertambangan PT Antam Tbk.

V.1.4 Evaluasi Persentase Tumbuhan Penutup Tanah (*Cover crop*)

Perkembangan tumbuhan *cover crop* pada setiap area pemantauan cenderung berbeda. Beberapa area mengalami penambahan persentase tutupan, namun sebagian lagi mengalami penurunan total persentase tutupan tanah. Berbeda dengan perkembangan tanaman yang dapat dipantau melalui tingginya yang cenderung akan terus bertambah tinggi, penutupan tanah yang dipantau melalui persentase tutupan tanah biasanya bersifat lebih dinamis, karena dipengaruhi berbagai faktor. Pertumbuhan *Cover crop* sendiri biasanya akan menutupi seluruh permukaan tanah dan kemudian berkurang kembali tergantung pada musim dan kondisi tanaman lain disekitarnya.

Perbandingan persentase tumbuhan *cover crop* yang diperoleh pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 ditunjukkan pada Gambar 5.5 berikut.



Gambar 5.5 Histogram perbandingan persentase tumbuhan *cover crop* pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di Wilayah Pertambangan PT Antam Tbk

Berdasarkan histogram diatas didukung dengan kondisi lapangan pada area pemantaun dapat melihat pola yang umumnya terjadi saat ini pada perkembangan *cover crop* di area revegetasi seperti pada uraian dibawah.

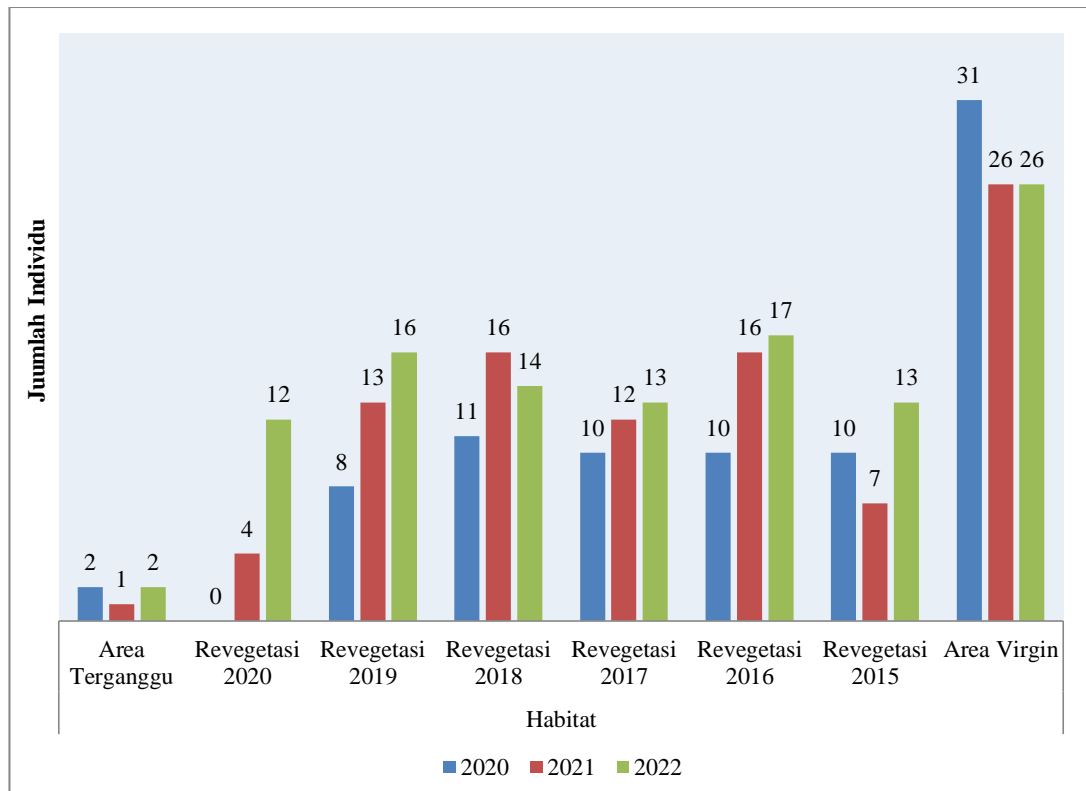
1. *Cover crop* revegetasi ditanam (jenis homogen).
2. *Cover crop* tumbuh dengan baik (penutupan >90%) meningkat dari tahun sebelumnya.
3. *Cover crop* mulai berkurang seiring bertambah tingginya dan meluasnya kanopi tanaman (menyebabkan kurangnya penetrasi sinar matahari untuk tanaman *cover crop*).
4. *Cover crop* semakin berkurang (<15%), (terjadi seleksi alami bagi jenis *cover crop* yang tidak sesuai dengan lokasi revegetasi).
5. *Cover crop* yang tersisa mulai berkembang dan *cover crop* alami hasil suksesi mulai tumbuh.
6. *Cover crop* dengan komposisi jenis baru berkembang pada lokasi revegetasi (jenis heterogen).

- Keberadaan dan persentase *cover crop* juga dipengaruhi oleh musim, dimana beberapa jenis *cover crop* akan mati pada saat kemarau, dan akan kembali tumbuh pada musim penghujan akibat tersedianya unsur hara.

Perkembangan *cover crop* akan diakhiri dengan komposisi *cover crop* yang akan mulai tumbuh menyerupai kondisi *cover crop* pada area virgin. Kondisi ini juga terlihat dari ditemukannya beberapa jenis tumbuhan Bambu tali *Gigantochloa* sp. yang masih ditemukan pada area Revegetasi 2017 dan 2015. Bambu tali *Gigantochloa* sp. diketahui sebagai salah satu jenis tumbuhan *cover crop* pada area virgin yang paling sering ditemui dan paling mendominasi di area virgin. Tidak menutup kemungkinan bahwa pada beberapa tahun kemudian tali *Gigantochloa* sp. ini juga akan mendominasi sebagai tanaman *cover crop* di area revegetasi.

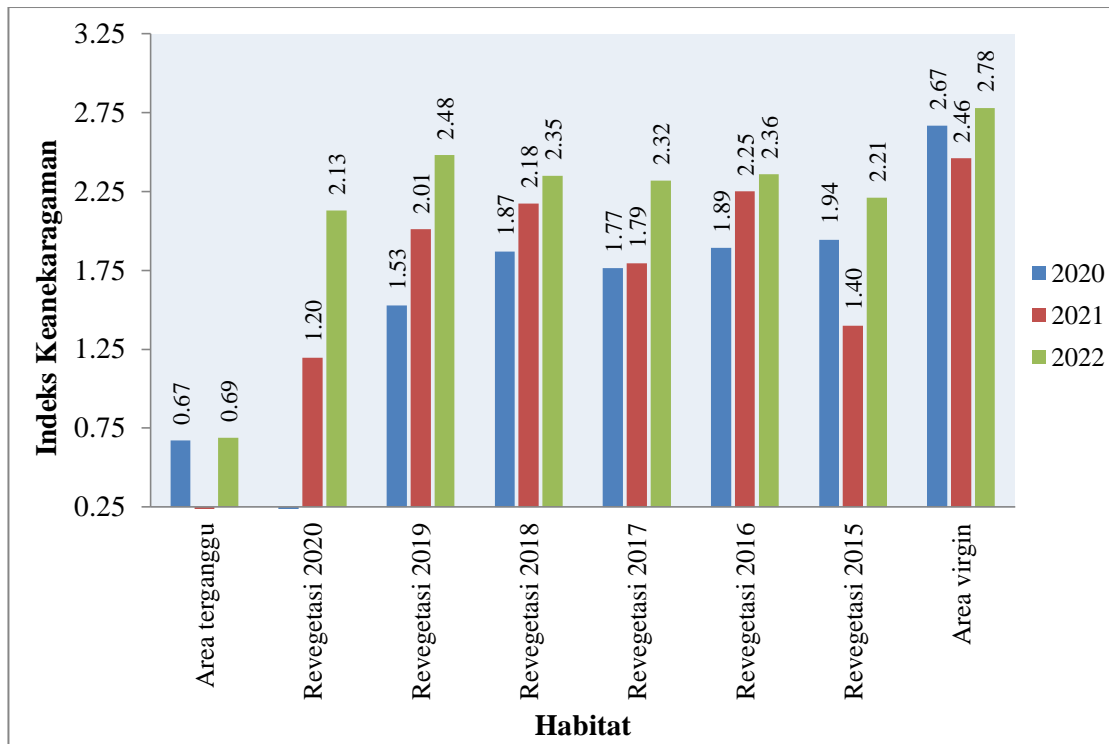
V.2 Fauna darat

V.2.1 Evaluasi Jumlah Spesies dan Keanekaragaman Fauna Burung di WTU, WTT, dan WTS



Gambar 5. 6 Histogram perbandingan jumlah spesies fauna burung pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 di wilayah pertambangan PT Antam Tbk

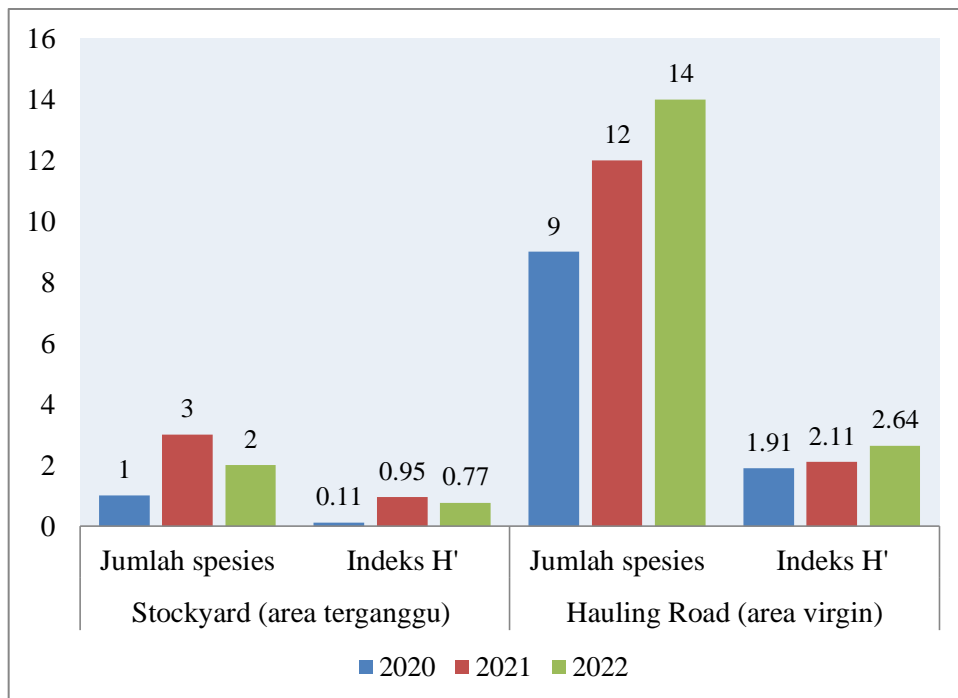
Perbandingan jumlah spesies (Gambar 5.6) fauna burung di wilayah pertambangan PT Antam Tbk pada pemantauan tahun 2022 memperlihatkan peningkatan dibandingkan periode sebelumnya di beberapa habitat pada area revegetasi (2020, 2019, 2017, 2016, dan 2015). Peningkatan tersebut menandakan bahwa kondisi habitat yang ada di area revegetasi tersebut semakin mendukung kehidupan fauna burung, baik akibat penambahan variasi jenis vegetasi ataupun kondisi habitatnya yang dapat dijadikan sebagai tempat bersarang. Sementara di area revegetasi 2018 terjadi penurunan jumlah spesies dibandingkan periode pemantauan tahun 2021. Hal itu dapat disebabkan karena faktor cuaca pada saat pengambilan data di Bukit QT dan Bukit Fortuner dilakukan pada saat matahari sudah sangat terik dan cuaca yang cukup panas. Meskipun demikian, indeks keanekaragaman di seluruh habitat menunjukkan peningkatan dibandingkan periode sebelumnya, baik pada periode 2020 maupun 2021. Hal itu menandakan bahwa di seluruh lokasi memiliki spesies yang beragam dengan dominansi yang rendah sehingga indeks keanekaragamannya tinggi.



Gambar 5. 7 Histogram perbandingan indeks keanekaragaman fauna burung pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 di wilayah pertambangan PT Antam Tbk

V.2.2 Evaluasi Jumlah Spesies dan Keanekaragaman Fauna Burung di WTPM

Perbandingan jumlah spesies dan indeks keanekaragaman fauna burung di WTPM pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 dapat dilihat pada Gambar 5.8. Dari histogram tersebut memperlihatkan peningkatan jumlah spesies dan jumlah individu pada area virgin (*Hauling Road*). Peningkatan tersebut menandakan bahwa kondisi habitat yang ada di area virgin tersebut semakin mendukung kehidupan fauna burung, baik akibat penambahan variasi jenis vegetasi ataupun kondisi habitatnya yang dapat dijadikan sebagai tempat bersarang ataupun mencari makan.

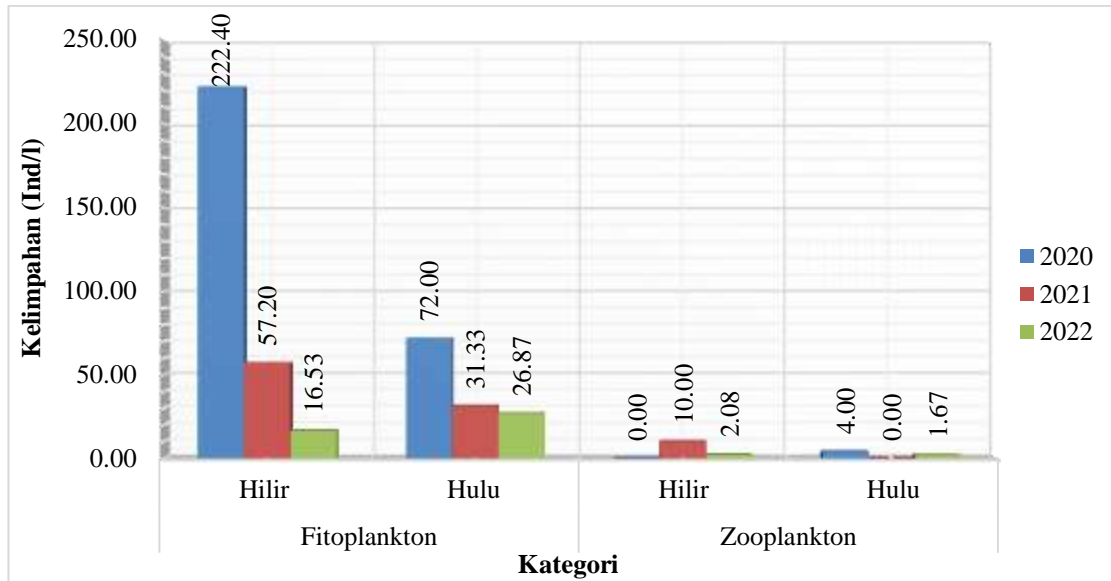


Gambar 5. 8 Histogram perbandingan jumlah spesies dan indeks keanekaragaman fauna burung pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 di WTPM.

V.3 Plankton Sungai

V.3.1 Evaluasi Kelimpahan Plankton

Perbandingan nilai kelimpahan plankton sungai yang diperoleh pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 ditunjukkan pada Gambar 5.9 berikut.

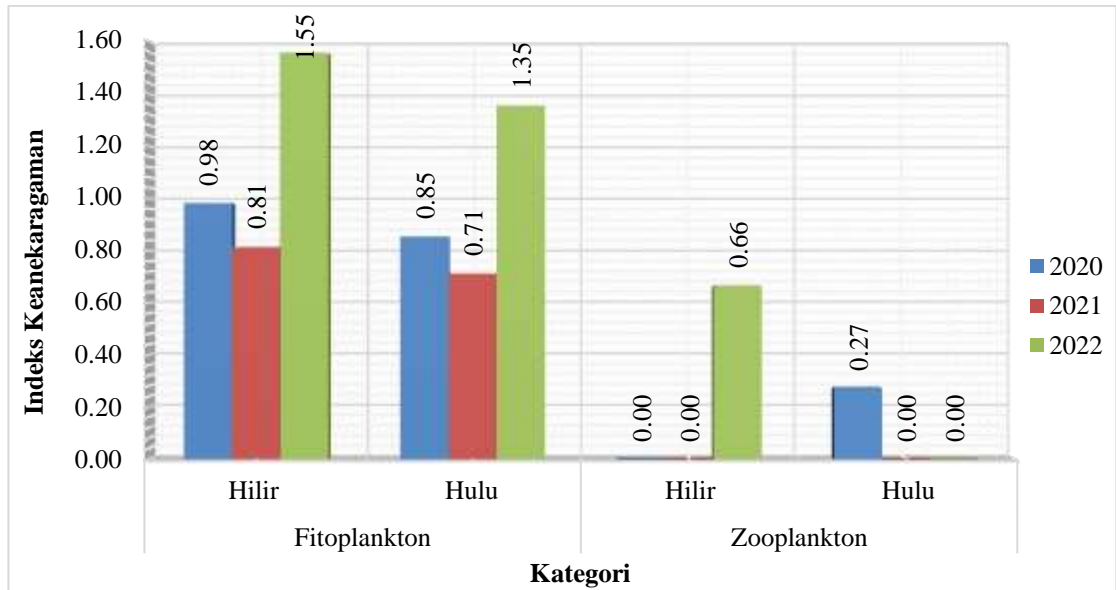


Gambar 5. 9 Histogram perbandingan kelimpahan Fitoplankton dan Zooplankton pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di area Hulu dan Hilir Sungai

Hasil analisis nilai kelimpahan plankton di area Hulu dan Hilir sungai menunjukkan bahwa rata-rata kelimpahan tertinggi plankton berdasarkan jenisnya berada pada jenis Fitoplankton dan terendah berada pada zooplankton. Rata-rata kelimpahan plankton untuk kedua jenis ini mengalami penurunan jumlah jenis. Perbandingan pada ketiga periode pemantauan menunjukkan kelimpahan tertinggi terdapat pada tahun 2020. Namun di tahun 2020 belum teridentifikasi adanya zooplankton di daerah hilir sungai dan pada periode pemantauan tahun 2021 dan 2022 telah terdapat zooplankton untuk daerah hulu dan hilir sungai. Kelimpahan fitoplankton tertinggi berada pada daerah hulu sungai (26,87 ind/l) dan terendah berada pada daerah hilir (16,53 ind/l) pada pemantauan semester I tahun 2022. Kelimpahan zooplankton tertinggi berada pada daerah hilir (2,08 ind/l) dan terendah berada pada daerah hulu (1,67 ind/l) pada pemantauan tahun 2022.

V.3.2 Evaluasi Indeks Keanekaragaman Plankton

Perbandingan nilai indeks keanekaragaman plankton sungai yang diperoleh pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 ditunjukkan pada Gambar 5.10 berikut:



Gambar 5. 10 Histogram perbandingan keanekaragaman Fitoplankton dan Zooplankton pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di area Hulu dan Hilir Sungai.

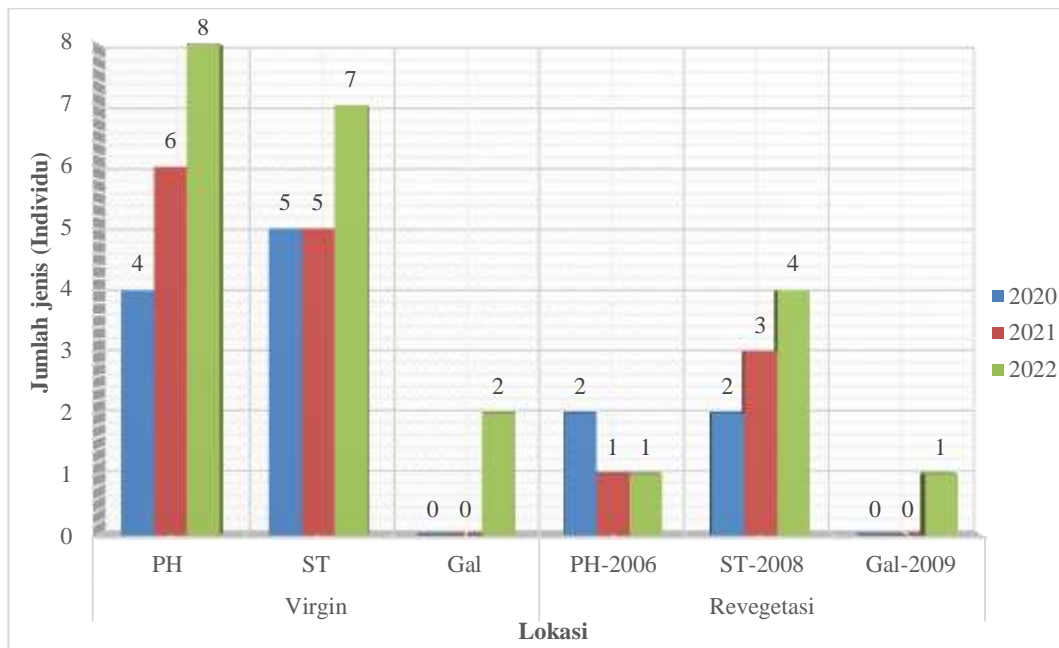
Hasil analisis nilai indeks keanekaragaman plankton di area Hulu dan Hilir sungai menunjukkan bahwa rata-rata keanekaragaman tertinggi plankton berdasarkan jenisnya berada pada jenis Fitoplankton dan terendah berada pada zooplankton. Rata-rata nilai indeks keanekaragaman plankton untuk kedua jenis ini mengalami peningkatan untuk kedua daerah aliran sungai. Perbandingan pada ketiga periode pemantauan menunjukkan keanekaragaman tertinggi terdapat pada tahun 2022 dibandingkan dengan tahun 2020 dan 2021. Berdasarkan kategorinya, jenis fitoplankton berada pada kategori keanekaragaman rendah ($H' < 1,0$) pada tahun 2020 dan 2021, namun pada tahun 2022 sudah berada pada kategori keanekaragaman sedang ($1,0 < H' < 3,0$). Sedangkan indeks keanekaragaman jenis zooplankton hanya memiliki nilai di daerah hilir sungai dan masih berada pada kategori keanekaragaman rendah ($H' < 1,0$) sejak tahun 2020 sampai tahun 2022.

V.4 Ekosistem Mangrove

V.4.1 Evaluasi Jenis Vegetasi Mangrove

Jumlah jenis mangrove yang teridentifikasi pada pemantauan semester 1 tahun 2022 meningkat dibandingkan pada tahun sebelumnya, yakni bertambah 2 jenis mangrove yaitu *Nypa fruticans* dan *Bruguiera* sp. Penambahan jumlah ini kemungkinan dipengaruhi oleh arus pasang surut air laut yang berpotensi menyebarkan sediaan mangrove. Perbandingan jumlah spesies mangrove yang

diperoleh pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 ditunjukkan pada Gambar 5.11 berikut:



Gambar 5. 11 Histogram perbandingan jumlah spesies pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di area Virgin dan Rehabilitasi Mangrove.

Berdasarkan Gambar 5.11 di atas, dapat dilihat bahwa terjadi penambahan jumlah spesies pada area virgin Pantai Harapan dan area rehabilitasi Sitado dari tahun ke tahun. Penambahan jumlah spesies pada area virgin dipengaruhi oleh perluasan area pengamatan dengan melakukan pemindahan plot pengamatan. Pemindahan plot pengamatan ini bertujuan untuk mengeksplorasi jenis-jenis tumbuhan yang belum tercatat pada pengamatan sebelumnya. Untuk area virgin Sitado terdapat 1 penambahan jumlah spesies yaitu *Lumnitzera* sp., untuk area virgin Pantai Harapan terdapat penambahan 1 jumlah spesies yaitu *Nypa fruticans* yang masih dalam kategori semai, Sedangkan untuk area virgin Pesisir Galangan belum terdapat data perbandingan dikarenakan area ini merupakan area pemantauan terbaru pada tahun 2022.

Area revegetasi Pantai Harapan menunjukkan bahwa tidak ada penambahan spesies dan hanya didominasi oleh mangrove *Rhizophora mucronata*. Spesies *Rhizophora mucronata* ini telah tumbuh dengan kanopi yang memadat, namun terdapat pula jenis mangrove yang ditemukan di luar plot pemantauan yaitu dari jenis *Bruguiera* sp. dan *Excoecaria agallocha*. Adapun perbandingan jenis vegetasi mangrove yang masuk dalam area pemantauan pada

periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

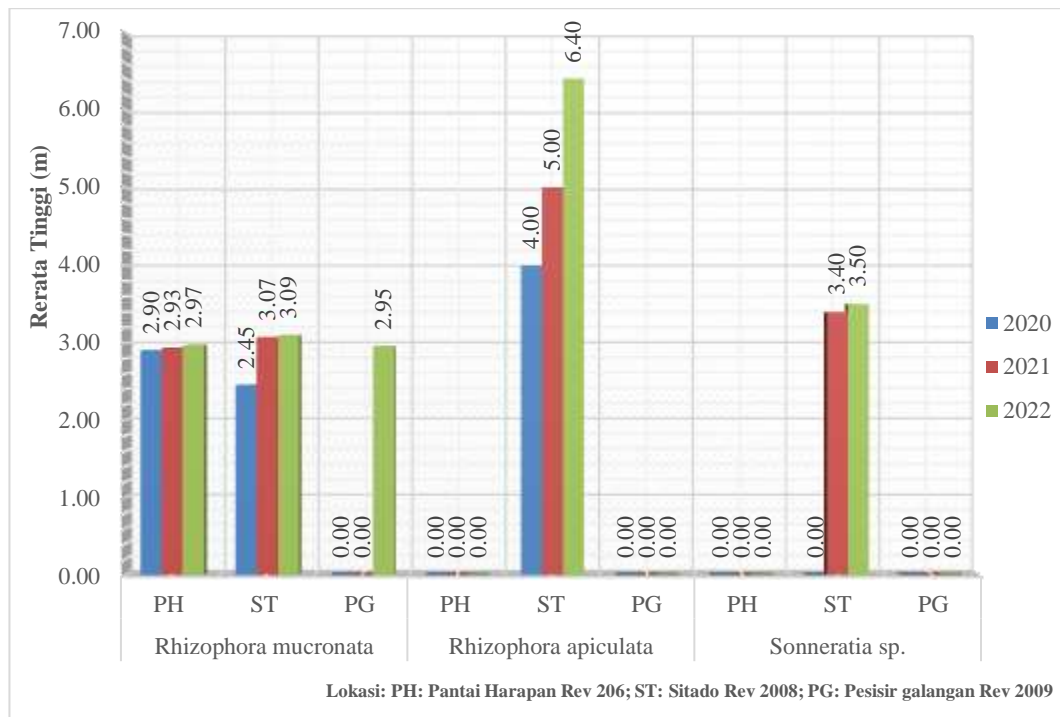
Tabel 5.1 Komposisi jenis mangrove pada ketiga periode pemantauan.

No	Jenis	2020	2021	2022
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	☑	☑	☑
2	<i>Rhizophora apiculata</i>	☑	☑	☑
3	<i>Ceriops</i> sp.		☑	☑
4	<i>Sonneratia</i> sp.	☑	☑	☑
5	<i>Avicennia alba</i>	☑	☑	☑
6	<i>Lumnitzera racemosa</i>	☑	☑	☑
7	<i>Lumnitzera littorea</i>		☑	☑
8	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	☑		☑
9	<i>Nypa fructicans</i>			☑
JUMLAH		6	7	9

Sumber: Data pemantauan Mangrove tahun 2020, 2021, dan 2022.

V.4.2 Evaluasi Tinggi Vegetasi Mangrove

Perbandingan tinggi vegetasi yang diperoleh pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di area rehabilitasi mangrove ditunjukkan pada Gambar 5.12 berikut



Gambar 5. 12 Histogram perbandingan tinggi vegetasi pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di area Rehabilitasi Mangrove.

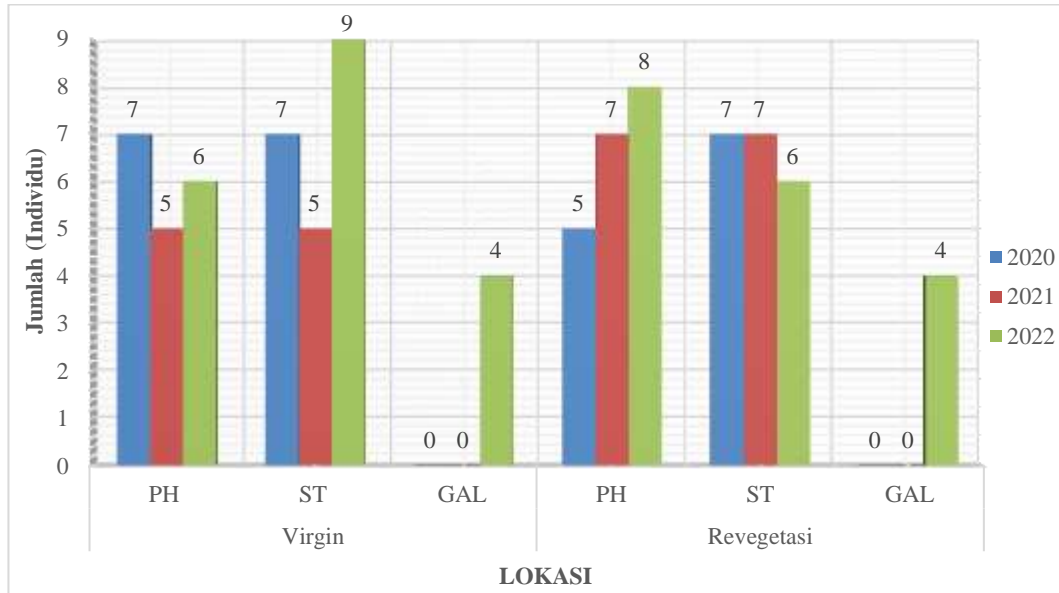
Hasil analisis tinggi vegetasi mangrove pada ketiga jenis mangrove yaitu *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, dan *Sonneratia* sp. merupakan mangrove yang keberadaannya berada pada ketiga area rehabilitasi. Perbandingan tinggi mangrove dari genus *Rhizophora* dan *Sonneratia* pada area revegetasi Pantai Harapan dan Sitado terlihat adanya penambahan tinggi vegetasi. Rerata penambahan tinggi pada kedua area ini tercatat pada kisaran 2,95 m - 3,09 m untuk jenis *Rhizophora mucronata*, kisaran 6,40 m untuk jenis *Rhizophora apiculata*, dan kisaran 3,50 m untuk jenis *Sonneratia* sp. Pada periode pemantauan tahun 2022.

Rerata pertumbuhan tinggi mangrove untuk masing-masing jenis lebih besar di area rehabilitasi Sitado tercatat lebih besar dibandingkan rerata pertumbuhan mangrove pada area revegetasi Pantai Harapan dan Pesisir Galangan untuk ketiga jenis mangrove yang dijumpai. Hal ini tentu dipengaruhi oleh beberapa faktor yang menunjang pertumbuhan dan perkembangan mangrove seperti kerapatan mangrove. Berdasarkan data visualisasi pertumbuhan tanaman di lokasi pemantauan menunjukkan bahwa kerapatan mangrove di area Pantai Harapan lebih tinggi sehingga terjadi persaingan nutrisi untuk pertumbuhan mangrove. Selain itu faktor lain seperti intensitas cahaya dan faktor eksternal lainnya menjadi pemicu berkembangnya vegetasi mangrove.

V.4.3 Evaluasi Jenis Bentos Mangrove

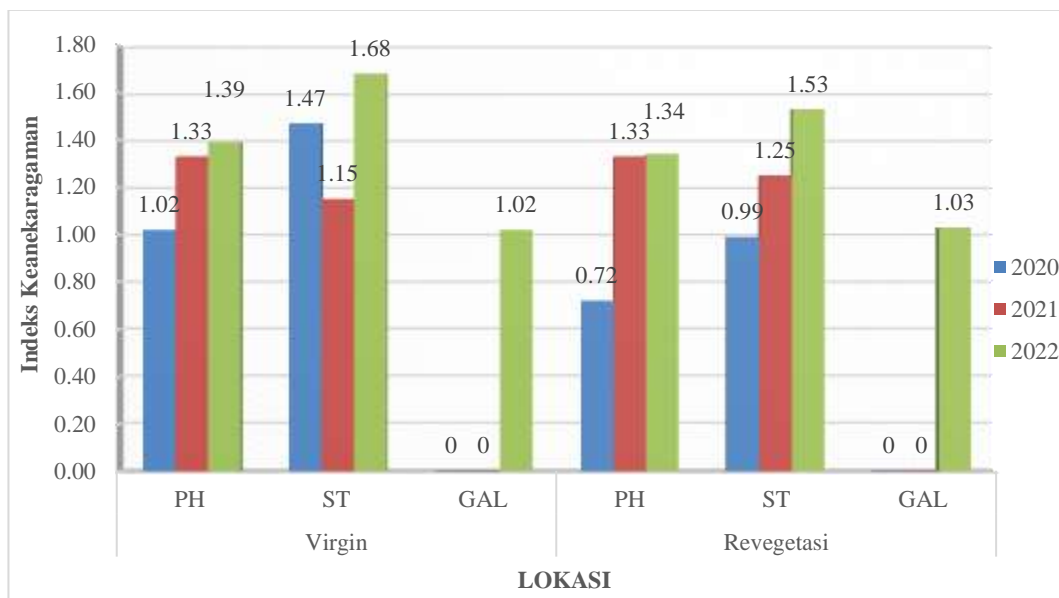
Perbandingan jumlah jenis bentos mangrove yang diperoleh pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 ditunjukkan pada Gambar 5.13. Hasil analisis jumlah jenis bentos pada ketiga periode pemantauan sejak tahun 2020 sampai 2022 menunjukkan penambahan jumlah jenis pada masing-masing lokasi pemantauan. Pemantauan di area Pantai Harapan dan Sitado merupakan lokasi pemantauan yang telah dilakukan sejak tahun 2020 hingga sekarang, sedangkan area Galangan merupakan pemantauan yang baru dilaksanakan di semester ini (2022). Jumlah jenis bentos yang ditemukan pada tiap lokasi pemantauan memiliki jumlah jenis yang relatif berbeda jika dibandingkan dari periode pemantauannya. Hal ini tergantung dari kondisi habitat dan kesediaan makanan bagi bentos itu sendiri. Komposisi jenis bentos tertinggi di area virgin pada pemantauan semester I tahun 2022 berada pada lokasi mangrove Sitado dengan

jumlah 9 spesies yang ditemukan. Sedangkan komposisi jenis benthos tertinggi di area rehabilitasi pada pemantauan semester I tahun 2022 berada pada lokasi mangrove Pantai Harapan dengan jumlah 8 spesies yang ditemukan.



Gambar 5. 13 Histogram perbandingan jumlah jenis benthos pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di area Virgin dan Rehabilitasi Mangrove.

Perbandingan nilai indeks keanekaragaman benthos mangrove yang diperoleh pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 ditunjukkan pada Gambar 5.14 berikut:



Gambar 5. 14 Histogram perbandingan indeks keanekaragaman benthos pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di area Virgin dan Rehabilitasi Mangrove.

Hasil analisis indeks keanekaragaman pada masing-masing area pemantauan sejak tahun 2020 sampai 2022 menunjukkan penambahan nilai indeks. Tinggi rendahnya nilai indeks yang diperoleh tergantung dari komposisi jenis benthos dan jumlah individu tiap jenisnya. Berdasarkan kategori indeks keanekaragaman, periode pemantauan tahun 2020 masih berada pada keanekaragaman rendah ($H' < 1,0$). Keanekaragaman rendah menunjukkan bahwa lokasi pemantauan memiliki tingkat produktivitas yang rendah akibat kondisi ekosistem yang tidak stabil. Sedangkan memasuki tahun 2021 hingga tahun 2022 ini, kategori benthos sudah berada pada keanekaragaman sedang ($1,0 < H' < 3,0$). Keanekaragaman sedang menunjukkan bahwa tingkat produktivitas benthos pada seluruh lokasi pemantauan masih berada pada batas normal, kondisi ekosistem yang masih seimbang dan tekanan ekologi untuk produktivitas benthos masih normal. Jika dilihat dari lokasi pemantauan baik pada area virgin maupun area rehabilitasi, keanekaragaman tertinggi berada pada lokasi Sitado dengan peningkatan nilai indeks yang tidak terlalu signifikan. Nilai indeks pada masing-masing area yaitu di area virgin memiliki nilai indeks 1,68 dan di area rehabilitasi memiliki nilai indeks 1,53 berdasarkan pemantauan benthos semester I tahun 2022.

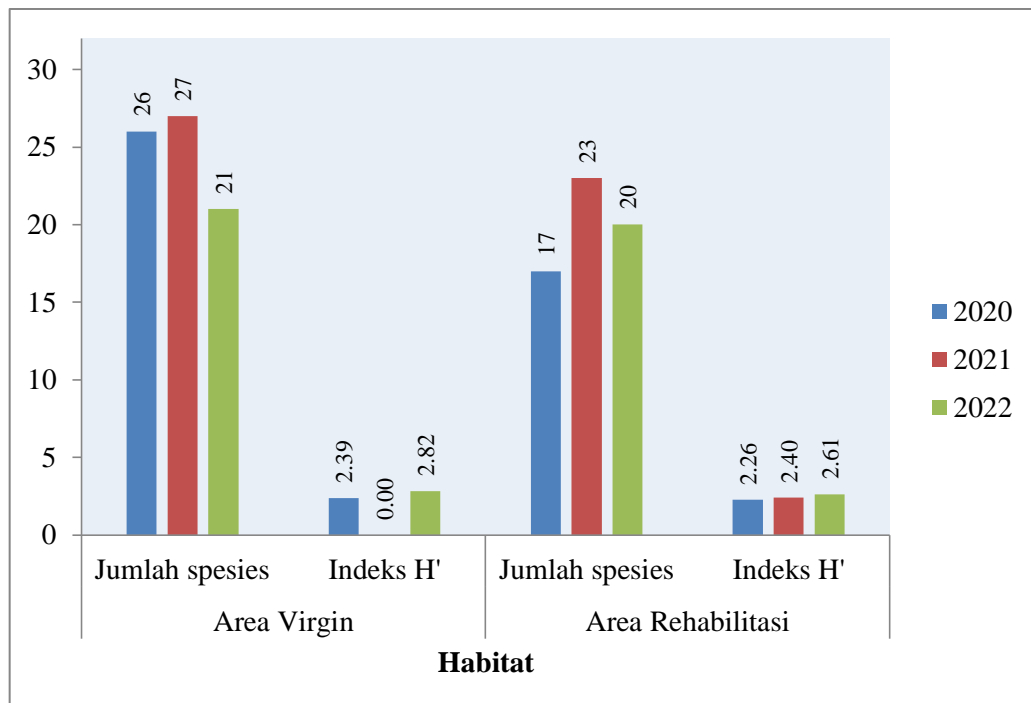
V.4.4 Evaluasi Jumlah Jenis dan Keanekaragaman Fauna Burung Mangrove

Perbandingan jumlah spesies dan indeks keanekaragaman fauna burung di kawasan mangrove pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 dapat dilihat pada Gambar 5.15. Penggolongan habitat tersebut dibagi menjadi dua, yaitu area virgin dan area rehabilitasi yang mencakup dua kawasan, baik Pantai Harapan dan Sitado. Sementara kawasan mangrove Pesisir Galangan belum dimasukkan ke dalam evaluasi pada pemantauan ini, karena baru dilakukan pemantauan sebanyak 1 (satu) kali, yaitu pada periode Tahun 2022 semester 1 kali ini sehingga belum dapat dievaluasi.

Berdasarkan histogram tersebut dapat dilihat bahwa terjadi penurunan jumlah spesies yang diperoleh pada setiap habitat, baik area virgin maupun rehabilitasi. Penurunan tersebut merupakan dapat disebabkan karena fauna burung merupakan satwa liar yang hidup berpindah dan sangat terpengaruh oleh kondisi lingkungan. Selain itu, kondisi cuaca pada saat pengambilan data juga sangat

berpengaruh. Misalnya, pada saat pengambilan data di area virgin Pantai Harapan sempat turun hujan yang cukup deras sehingga tidak dapat memperoleh data yang optimal.

Meskipun demikian, terjadi peningkatan indeks keanekaragaman di masing-masing habitat (area rehabilitasi dan area virgin) dibandingkan periode sebelumnya, baik pada periode 2020 maupun 2021. Hal itu menandakan bahwa di kedua habitat memiliki spesies yang beragam dengan dominansi yang rendah serta persebaran yang merata, sehingga indeks keanekaragamannya tinggi. Peningkatan tersebut juga menandakan bahwa kondisi habitat yang ada di kedua habitat tersebut cukup baik dalam mendukung kehidupan fauna burung.



Gambar 5. 15 Histogram perbandingan jumlah spesies dan indeks keanekaragaman fauna burung pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 di kawasan mangrove.

V.5 Biota Laut

V.5.1 Evaluasi Perbandingan Substrat Karang

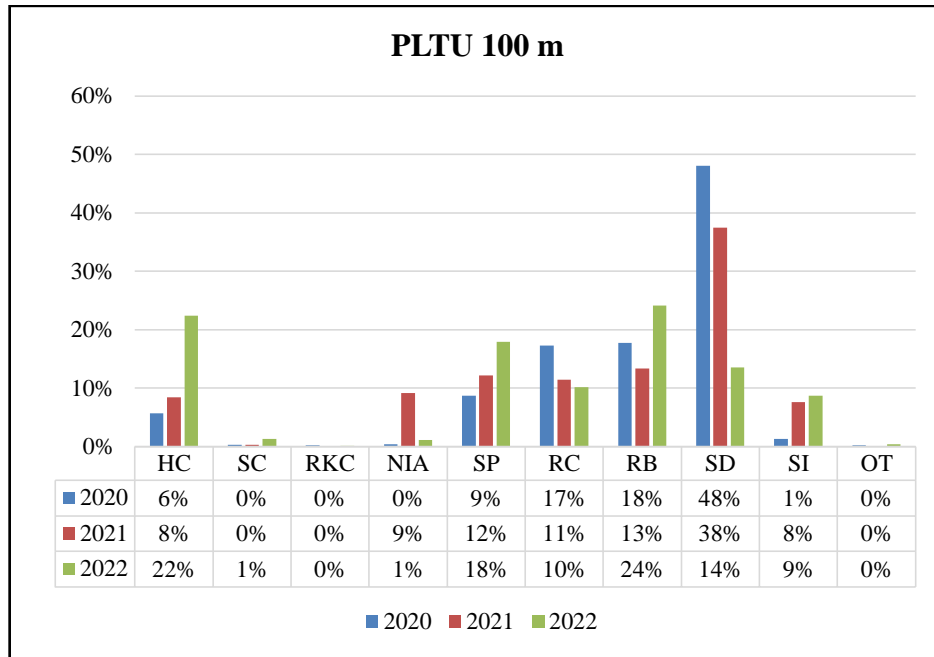
Evaluasi kondisi terumbu karang di seluruh area pemantauan dinilai berdasarkan perkembangan tutupan karang hidupnya. Berdasarkan pengamatan dilapangan, beberapa lokasi pemantauan telah mengalami *recovery* atau pemulihan secara alami. Kondisi tersebut ditandai dengan dijumpainya *juvenile* atau anakan karang di bawah bentangan transek dan sekitarnya.



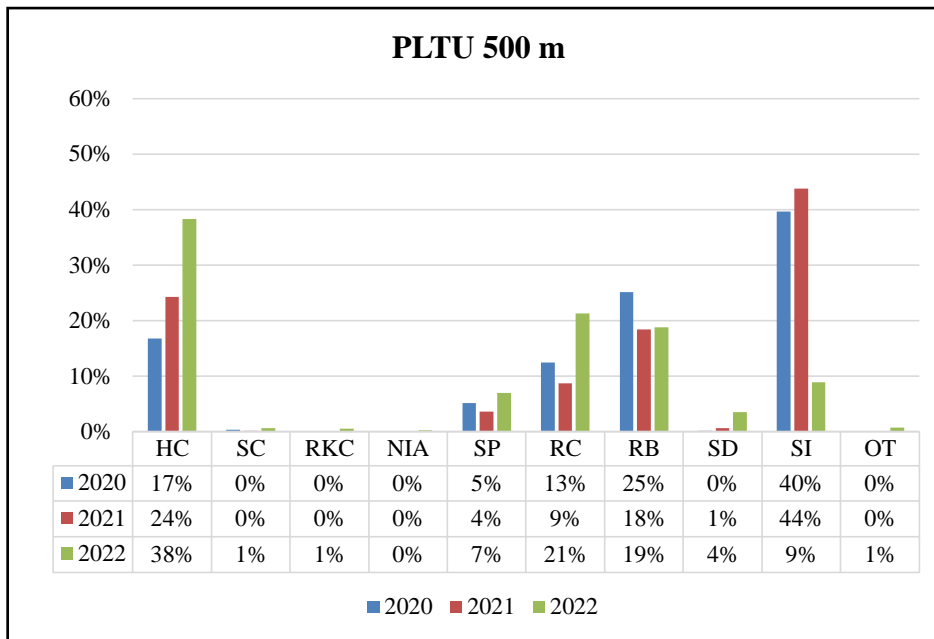
Gambar 5. 16 Pertumbuhan anakan karang yang dijumpai pada lokasi pemantauan Tg. Leppe 1.

Meski demikian, secara spesifik di beberapa lokasi pemantauan mengalami penurunan tutupan karang hidup akibat gangguan yang sekaligus ditandai dengan putusnya transek permanen atau bahkan hilang. Beberapa lokasi yang transek permanennya putus yakni, Watu Kilat 1, Maniang 2, Maniang leppe 2. Sedangkan lokasi yang transek permanennya hilang yakni AL 10 dan Tg Leppe 2. Namun penarikan transek masih sesuai dengan masing-masing titik lokasi pemantauan karna patok penanda awal transek masih dapat ditemukan. Oleh karena itu, untuk memudahkan memantauan berikutnya, telah dilakukan kembali pemasangan transek permanen sekaligus penambahan patok penanda awalan transek.

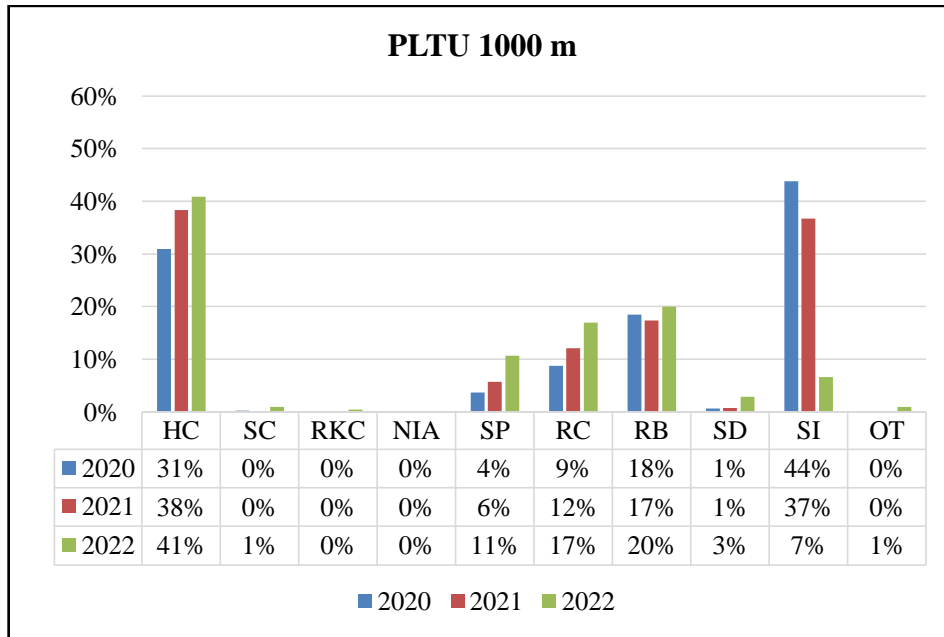
Selain itu, pada pemantauan semester 1 tahun 2022, terdapat beberapa lokasi di area pemantauan PLTU yang dipindahkan karena masuk dalam kawasan reklamasi, diantaranya AL 5, AL 6 dan AL 8. Hasil analisis data dan rekapitulasi data dari tahun 2020 hingga pemantauan semester 1 tahun 2022 menunjukkan bahwa kondisi terumbu karang di seluruh area pemantauan mengalami peningkatan berdasarkan penambahan persentase karang hidup di masing-masing area pemantauan. Kondisi perkembangan tutupan karang hidup dan substrat lainnya pada setiap pemantauan dapat dilihat pada histogram (Gambar 17, Gambar 18, Gambar 19, Gambar 20, Gambar 21, Gambar 22, Gambar 23, Gambar 24).



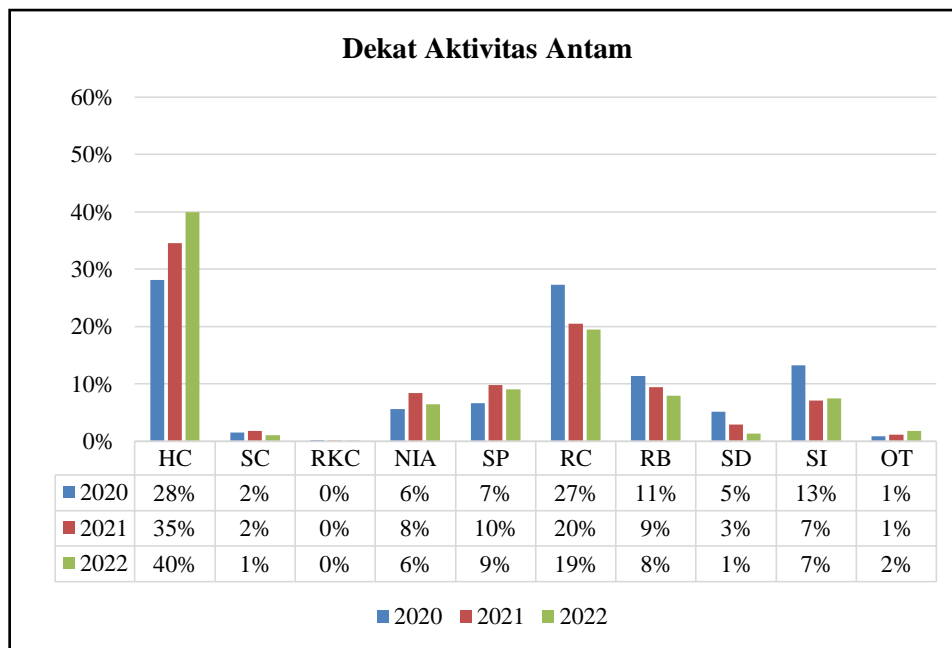
Gambar 5. 17 Data evaluasi tutupan substrat area pemantauan PLTU 100 meter.



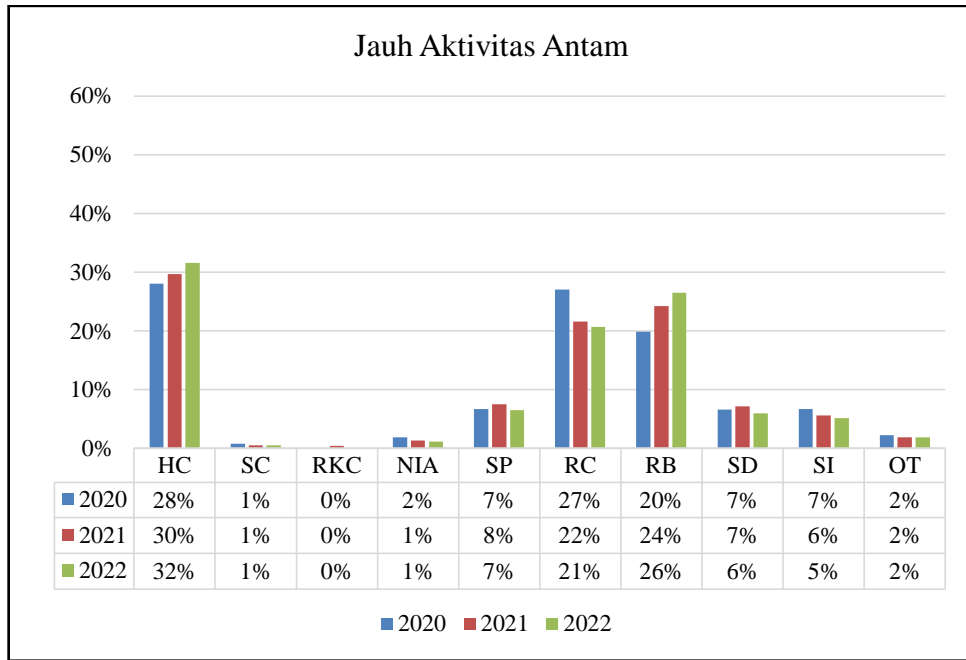
Gambar 5. 18 Data evaluasi tutupan substrat area pemantauan PLTU 500 meter.



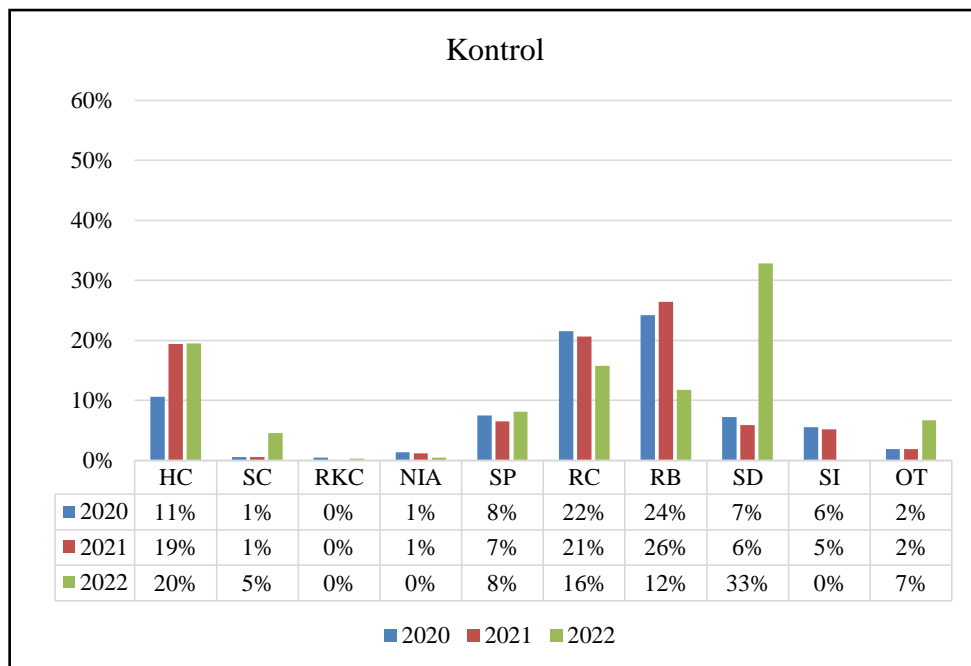
Gambar 5. 19 Data evaluasi tutupan substrat area pemantauan PLTU 1000 meter.



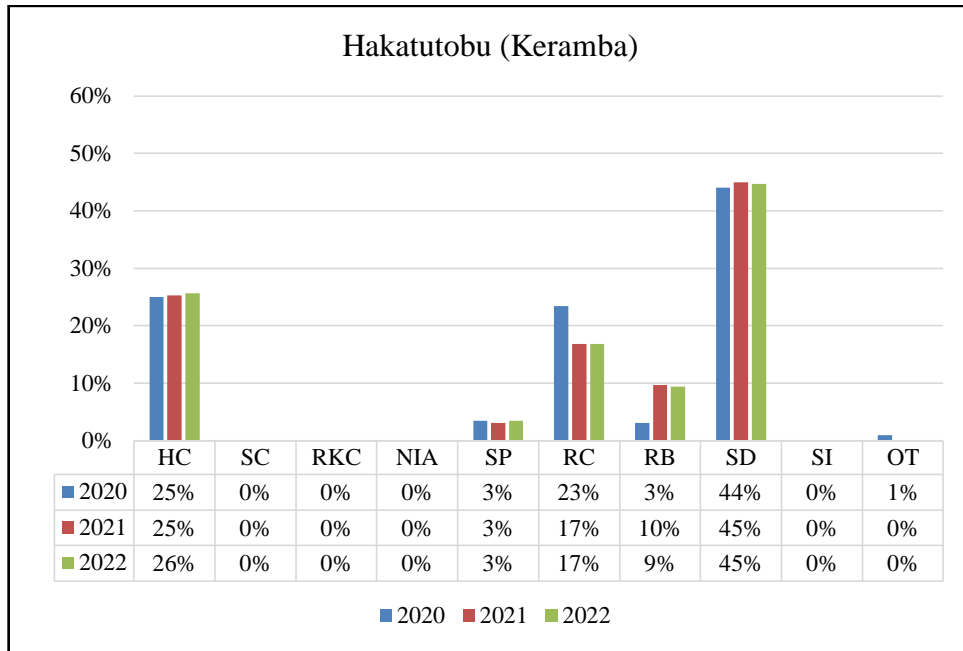
Gambar 5. 20 Data evaluasi tutupan substrat area pemantauan Dekat Aktivitas Antam.



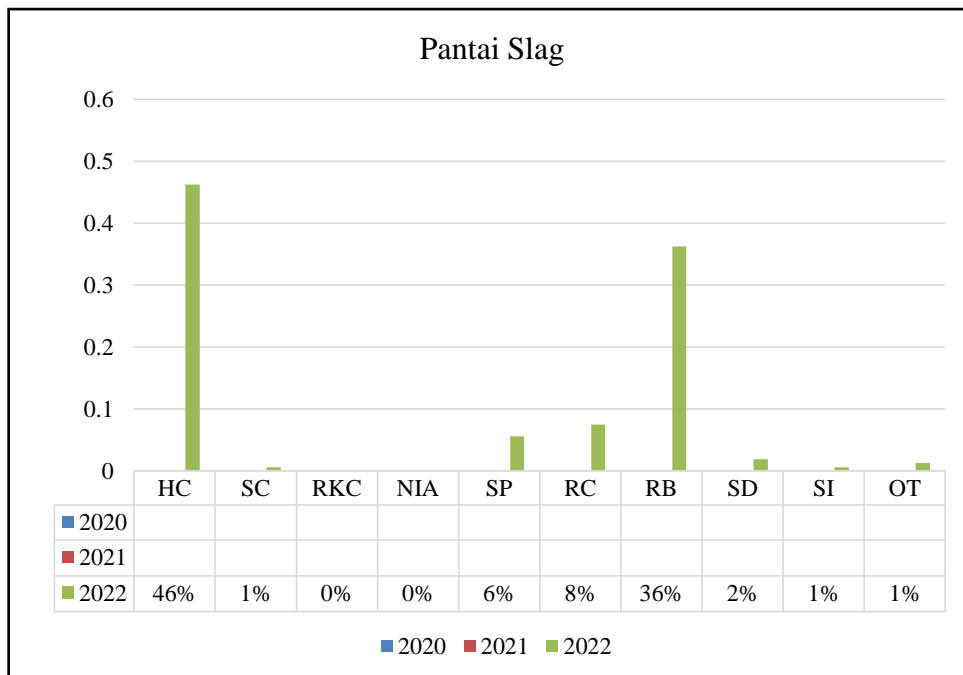
Gambar 5. 21 Data evaluasi tutupan substrat area pemantauan Jauh Aktivitas Antam.



Gambar 5. 22 Data evaluasi tutupan substrat area pemantauan Kontrol.



Gambar 5. 23 Data evaluasi tutupan substrat area Rehabilitasi Hakatutobu.

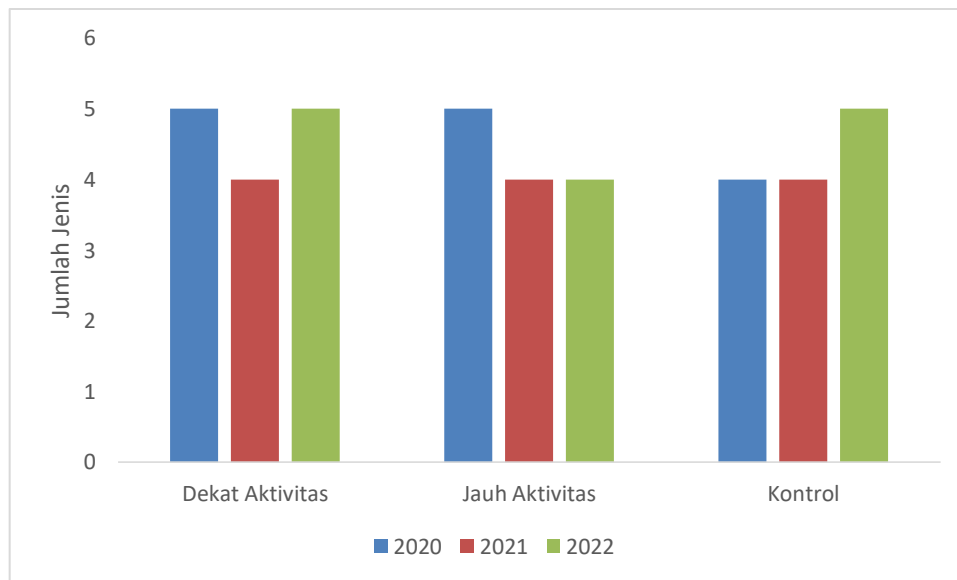


Gambar 5. 24 Data evaluasi tutupan substrat area Rehabilitasi Pantai Slag.

Data evaluasi area Rehabilitasi Pantai Slag merupakan lokasi pemantauan yang baru. Sehingga data yang ada hanya pada tahun 2022.

V.5.2 Evaluasi Perbandingan Spesies Invertebrata

Berdasarkan data hasil pemantauan pada tahun 2020, 2021, dan 2022 jumlah spesies invertebrata indikator *reef check* pada ketiga area pemantauan tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan seperti yang disajikan pada Gambar 5.25. Jika dibandingkan dengan pemantauan sebelumnya (tahun 2021), area dekat aktivitas dan Kontrol menunjukkan adanya peningkatan jumlah menjadi 5 jenis. Jumlah ini merupakan jumlah jenis maksimal terhadap jenis jenis invertebrata yang pernah dijumpai pada ketiga area pemantauan. Sementara itu, jumlah jenis invertebrata di area pemantauan jauh dari aktivitas pertambangan menunjukkan nilai yang sama dari tahun sebelumnya.

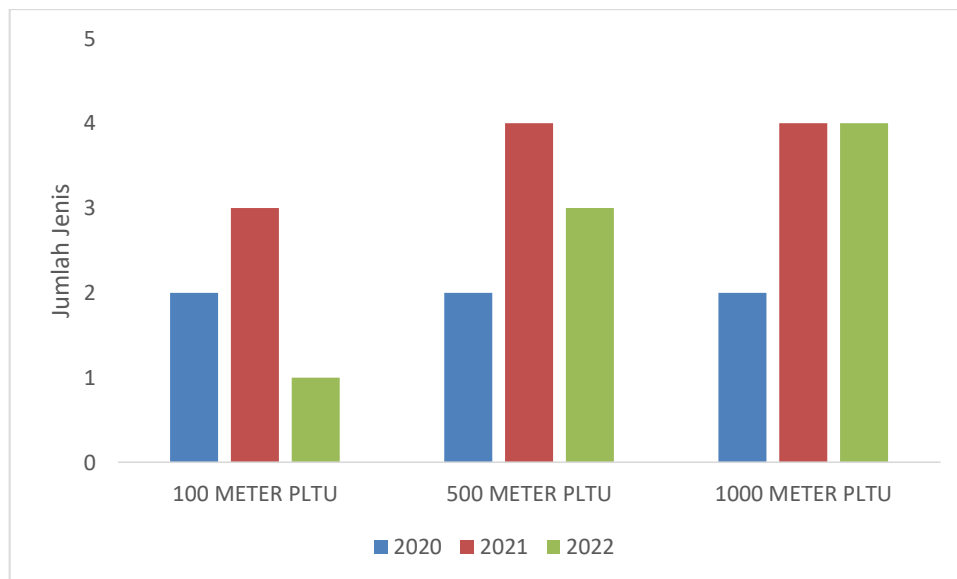


Gambar 5. 25 Histogram perbandingan jumlah jenis invertebrata indikator di area sekitar aktivitas Antam pada tahun 2020, 2021 dan 2022.

Berdasarkan Gambar 5.26 jumlah spesies invertebrata indikator *reef check* pada area pemantauan di perairan sekitar Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) menunjukkan nilai yang cukup bervariasi dari tahun 2020 hingga tahun 2022. Nilai penemuan jenis invertebrata indikator paling banyak dijumpai pada tahun 2021 pada ketiga titik pemantauan. Saat ini, di titik pemantauan yang berjarak 100 meter dari PLTU hanya di temukan satu jenis invertebrata indikator dari kelompok teripang *Holoturidae*. Sebelumnya, pada titik pemantauan ini pernah dijumpai dua hingga jenis invertebrata indikator.

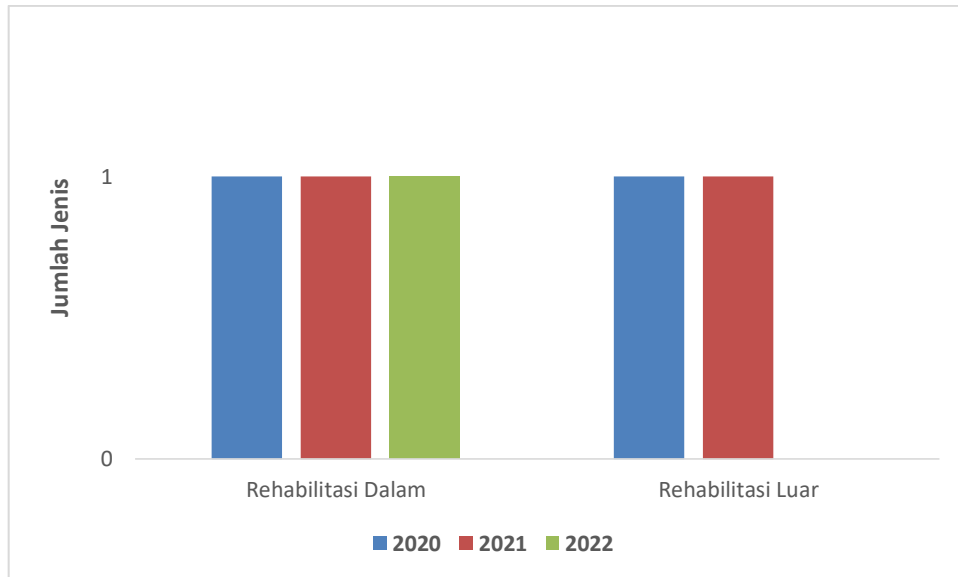
Jumlah penemuan jenis invertebrata indikator di area pemantauan yang berjarak 500 meter dan 1000 meter dari PLTU cenderung masih menunjukkan

jumlah yang cukup stabil. Adanya penurunan jumlah jenis invertebrata yang di jumpai pada titik pemantauan 500 meter dapat di sebabkan oleh titik pemantauan yang mengalami pergeseran dari titik pemantauan sebelumnya misalnya pada titik PLTU AL 6. Sementara itu, jumlah maksimal jenis invertebrata indikator dijumpai pada titik-titik pemantauan yang berjarak 1000 meter dari PLTU dan masih menunjukan kondisi yang sama dari pemantauan sebelumnya.



Gambar 5. 26 Histogram perbandingan jumlah jenis invertebrata indikator di area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) pada tahun 2020, 2021 dan 2022.

Seperti yang telah disajikan pada gambar 5.27, jumlah jenis invertebrata indikator *reef check* pada area rehabilitasi secara umum tidak menunjukkan adanya perbedaan yang cukup signifikan dari pemantauan tahun 2020 hingga 2022 . Dimana pada area rehabilitasi bagian dalam (kerambah) tidak menunjukkan adanya peningkatan atau penurunan jumlah jenis invertebrata indikator. Namun, perubahan jumlah jenis terlihat pada area rehabilitasi bagian luar dimana terjadi penurunan jumlah jenis jika dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Hal ini disebabkan karena lokasi pemantauan area rehabilitasi bagian luar telah mengalami pemindahan dari titik pemantauan Hakatutobu 2 ke titik pemantauan rehabilitasi pantai slag yang merupakan titik pemantauan baru di tahun 2022.

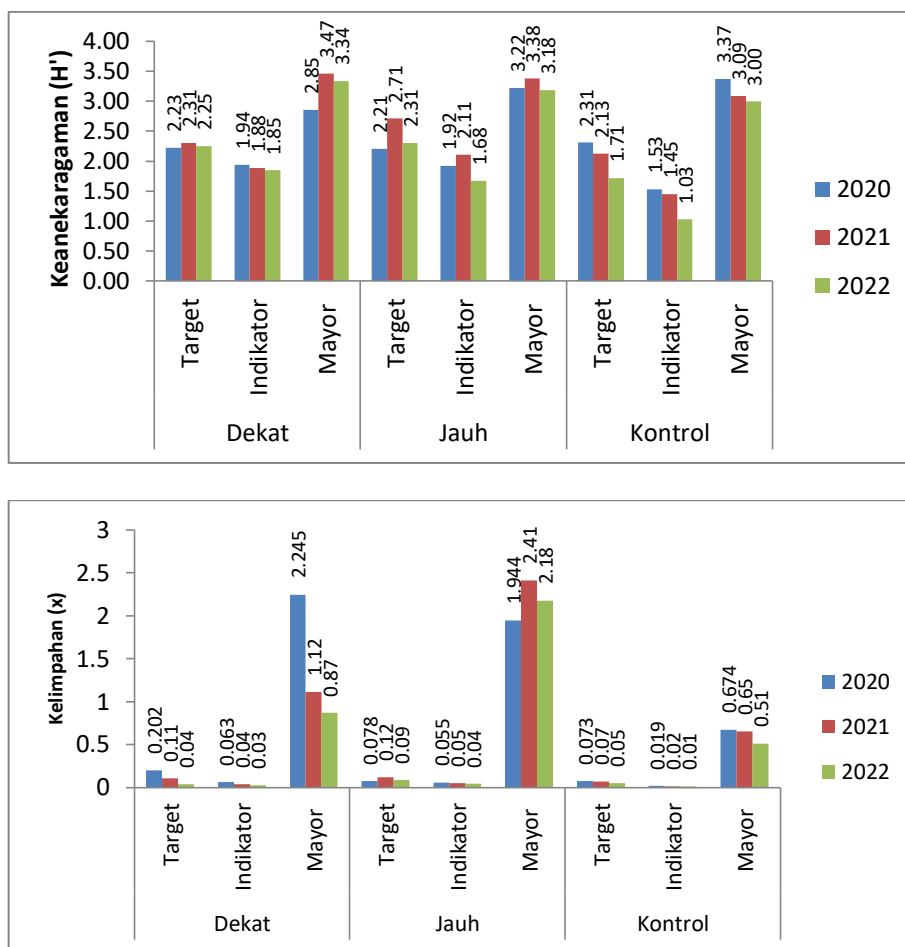


Gambar 5. 27 Histogram perbandingan jumlah jenis invertebrata indikator di area Rehabilitasi pada tahun 2020, 2021 dan 2022.

V.5.3 Evaluasi Perbandingan Keanekaragaman dan Kelimpahan Ikan Karang

Ikan Karang adalah ikan yang tinggal di dalam atau berdekatan dengan terumbu karang. Terumbu karang membentuk ekosistem kompleks dengan keragaman hayati. Ratusan spesies dapat ada di tempat kecil dari sebuah karang sehat, beberapa diantaranya bersembunyi atau bahkan berkamuflase. Ikan karang mengembangkan beberapa spesialisasi adaptasi untuk bertahan hidup di karang. Kehadiran atau ketidakhadiran jenis-jenis ikan adalah petunjuk yang akurat dalam kasus-kasus tertentu (misal pencemaran dan ketiadaan makanan), karena kemampuan ikan dapat berpindah-pindah, ikan dapat keluar dari wilayah tetap untuk memilih habitat-habitat dengan keadaan yang lebih menguntungkan. Lahan terumbu karang dengan kekeruhan yang kronis akan berpengaruh terhadap kehidupan ikan karang, dengan kondisi vegetasi dan keragaman jenis karang yang rendah dapat berpengaruh terhadap komposisi jenis ikan yang hadir. Perubahan-perubahan dalam keanekaragaman dan kelimpahan ikan karang dapat menjadi petunjuk ada gangguan pada habitat dan rantai makanan serta adanya faktor lain.

Berdasarkan survei pemantauan ikan yang dilakukan di PT Antam Tbk Unit Bisnis Pertambangan Nikel (UBPN) Kolaka pada tahun 2020, 2021, dan 2022 diperoleh hasil keanekaragaman dan kelimpahan ikan sebagai data untuk mengevaluasi kondisi ikan di wilayah perusahaan.

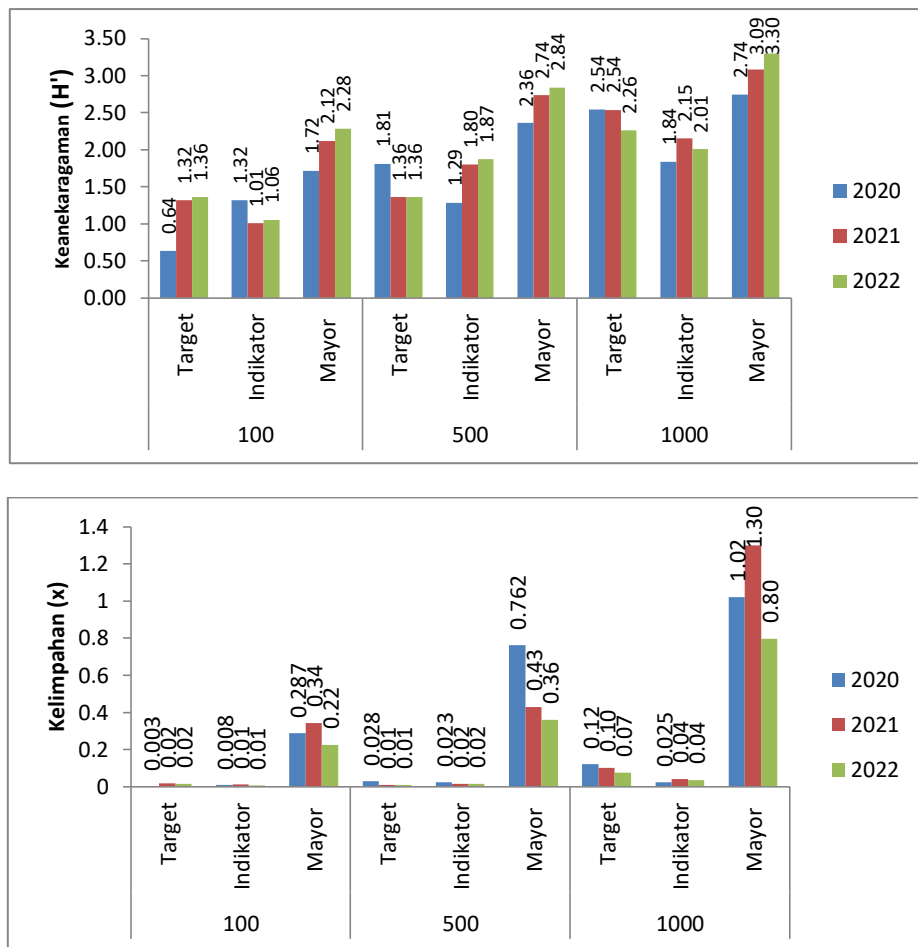


Gambar 5. 28 Keanekaragaman dan kelimpahan ikan disekitar aktivitas Antam pada tahun 2020, 2021, dan 2022.

Hasil perbandingan data keanekaragaman dan kelimpahan ikan disekitar aktivitas Antam pada tahun 2020, 2021, dan 2022 ditunjukkan pada gambar 5.28. Berdasarkan histogram tersebut keanekaragaman ikan disekitar aktivitas Antam mengalami perubahan pada tiap periode pemantauan, pada area dekat aktivitas Antam mengalami kenaikan nilai keanekaragaman pada tahun 2021 dan turun pada tahun 2022, area jauh aktivitas Antam juga mengalami peningkatan pada tahun 2021 dan turun pada tahun 2022. Sementara nilai keanekaragaman pada area kontrol mengalami penurunan nilai keanekaragaman pada tiap tahunnya.

Nilai kelimpahan ikan juga mengalami perubahan pada area dekat, jauh, dan kontrol dari aktivitas Antam. Area dekat aktivitas Antam dan area kontrol mengalami penurunan kelimpahan hingga tahun 2022. Sementara untuk area jauh aktivitas Antam mengalami kenaikan pada tahun 2021 dan turun pada tahun 2022, kecuali untuk kategori ikan indikator yang mengalami penurunan hingga tahun

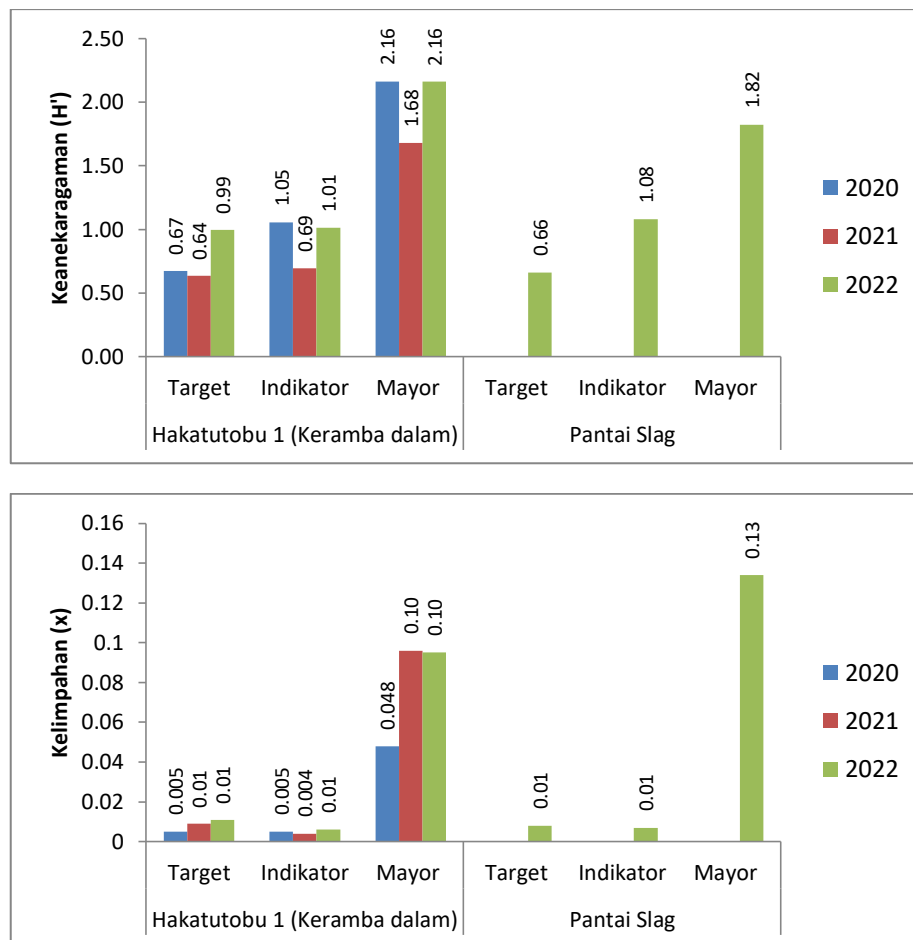
2022. Meskipun keanekaragaman beberapa lokasi mengalami kenaikan, kondisi tersebut berbanding terbalik dengan kelimpahan ikan yang menurun.



Gambar 5. 29 Keanekaragaman dan kelimpahan ikan diarea Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) pada tahun 2020, 2021, dan 2022.

Hasil perbandingan data keanekaragaman dan kelimpahan ikan diarea Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) pada tahun 2020, 2021, dan 2022 ditunjukkan pada gambar 5.29. Berdasarkan histogram tersebut keanekaragaman ikan diarea PLTU 100m mengalami kenaikan pada tahun 2022 meskipun untuk kategori ikan indikator yang Mayor mengalami penurunan nilai keanekaragaman pada tahun 2021. Pada area PLTU 500m menunjukkan kenaikan pada tahun 2022 meskipun untuk kategori ikan indikator yang mengalami penurunan nilai keanekaragaman pada tahun 2021. Sementara pada area PLTU 1000m mengalami kenaikan hingga tahun 2021 namun untuk kategori ikan target dan ikan indikator mengalami penurunan nilai keanekaragaman pada tahun 2022.

Nilai kelimpahan ikan juga mengalami perubahan pada area PLTU baik pada jarak 100m, 500m, dan 1000m. Kategori ikan target dan indikator tidak mengalami perubahan yang signifikan pada semua lokasi sekitar PLTU. Sementara kategori ikan mayor mengalami penurunan kelimpahan yang lebih banyak pada tahun 2022 jika dibandingkan kategori lainnya pada semua lokasi sekitar PLTU.



Gambar 5. 30 Keanekaragaman dan kelimpahan ikan diarea Rehabilitasi pada tahun 2020, 2021, dan 2022.

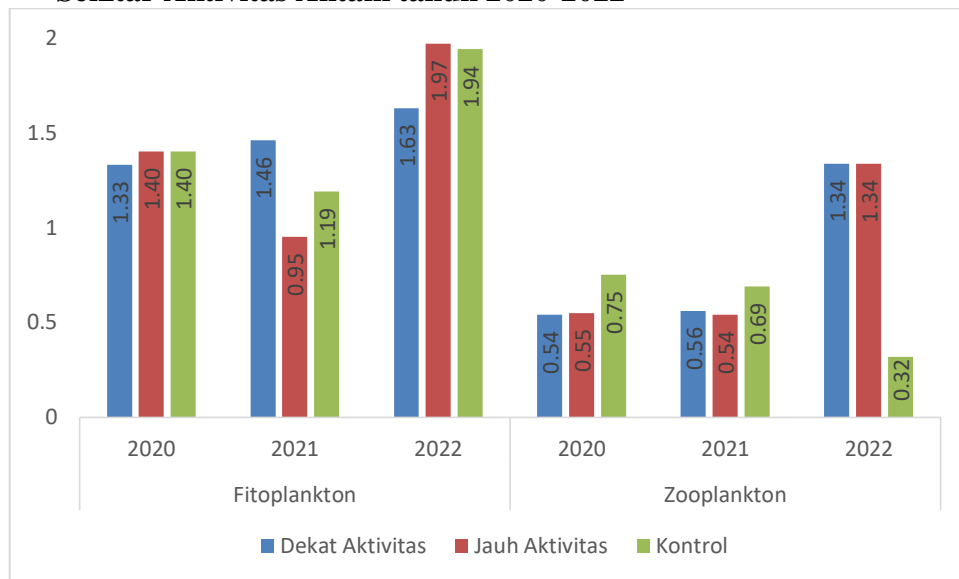
Hasil perbandingan data keanekaragaman dan kelimpahan ikan diarea Rehabilitasi pada tahun 2020, 2021, dan 2022 ditunjukkan pada gambar 5.30. Berdasarkan histogram tersebut keanekaragaman ikan untuk semua kategori mengalami kenaikan pada tahun 2022 di area Hakatutobu 1 (keramba dalam), meskipun mengalami penurunan nilai keanekaragaman pada tahun 2021.

Nilai kelimpahan ikan pada area Rehabilitasi juga mengalami perubahan pada area Hakatutobu 1 (keramba dalam), secara umum pada area tersebut

menunjukkan nilai kelimpahan yang lebih baik pada tahun 2022. Sementara untuk keanekaragaman dan kelimpahan ikan karang pada area Pantai Slag masih terdata satu periode pada tahun 2022 sehingga belum menunjukkan adanya perbandingan data.

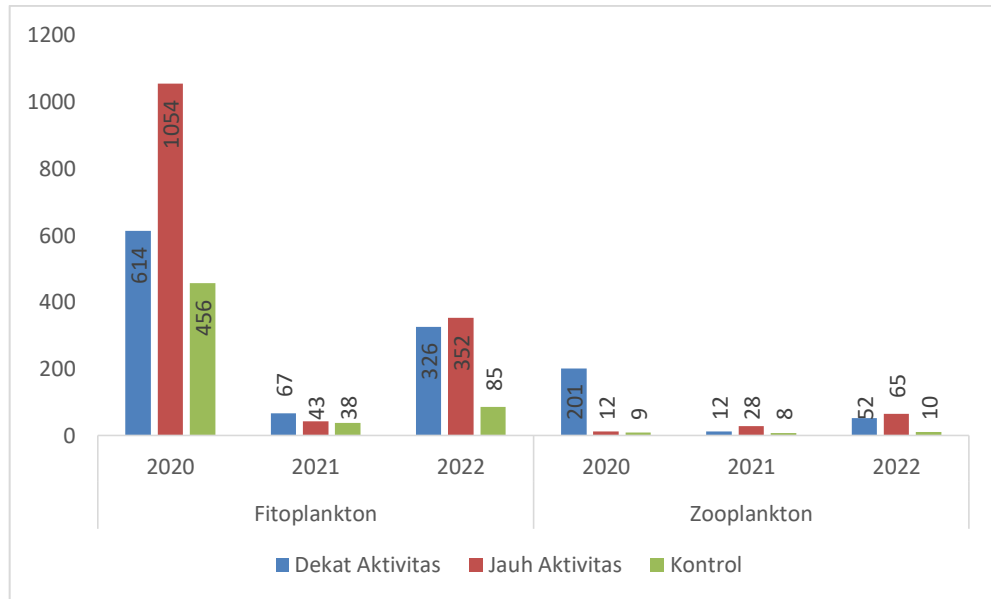
V.5.4 Evaluasi Plankton Laut

a. Evaluasi Keanekaragaman dan kelimpahan Plankton laut di Area Sekitar Aktivitas Antam tahun 2020-2022



Gambar 5. 31 Histogram evaluasi Keanekaragaman Plankton laut di Area Sekitar Aktivitas Antam tahun 2020 dan 2022.

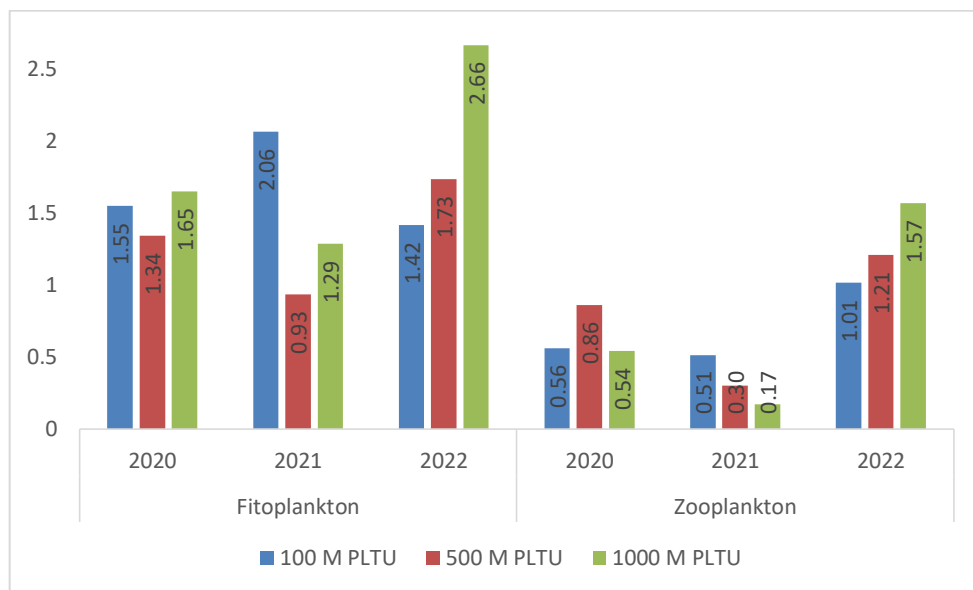
Nilai keanekaragaman plankton laut di area aktivitas Antam dan sekitarnya secara umum menunjukkan tren peningkatan. Namun, area kontrol mengalami penurunan terhadap nilai indeks keanekaragaman zooplankton dari tahun 2020 hingga tahun 2022.



Gambar 5. 32 Histogram evaluasi Kelimpahan Plankton laut di Area Sekitar Aktivitas Antam tahun 2020 dan 2022.

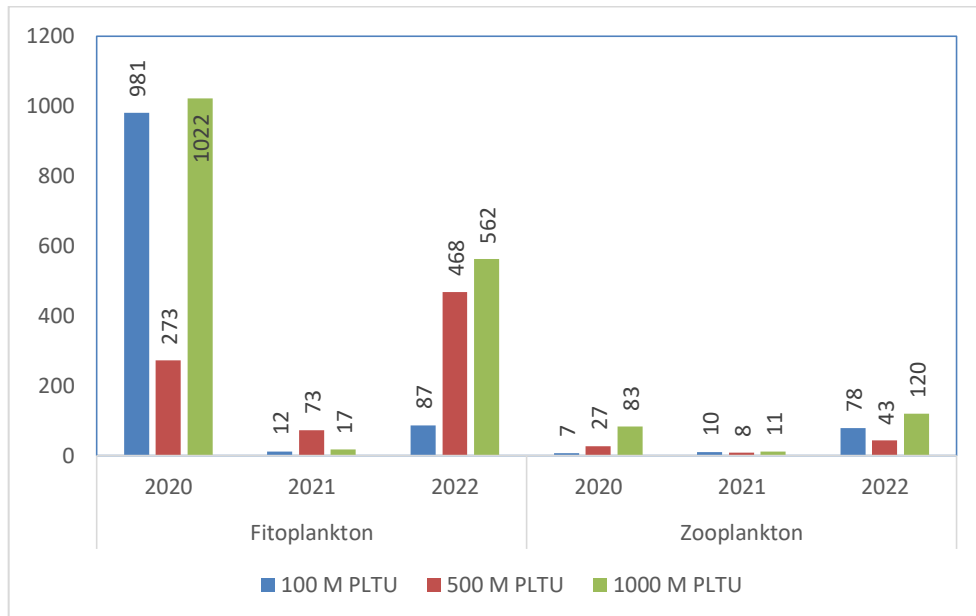
Nilai kelimpahan plankton dari tahun 2020 hingga 2022 mengalami penurunan nilai yang sangat signifikan. Namun sebaliknya, tren peningkatan dapat dilihat dari nilai kelimpahan zooplankton di beberapa lokasi seperti lokasi jauh dari aktivitas pertambangan dan lokasi kontrol.

b. Evaluasi Keanekaragaman Kelimpahan Plankton laut Pada sekitar Area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) tahun 2020-2022.



Gambar 5. 33 Histogram evaluasi Keanekaragaman Plankton laut Pada sekitar Area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) tahun 2020-2022.

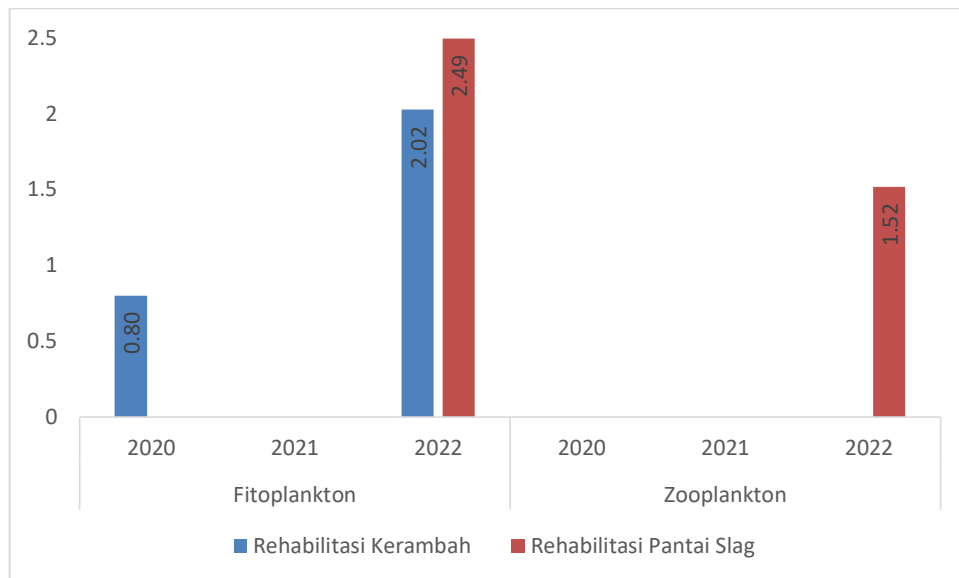
Nilai keanekaragaman plankton laut di area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) secara umum menunjukkan tren peningkatan. Namun, area 100 meter dari PLTU mengalami tren penurunan nilai keanekaragaman fitoplankton.



Gambar 5. 34 Histogram evaluasi kelimpahan Plankton laut Pada sekitar Area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) tahun 2020 dan 2022.

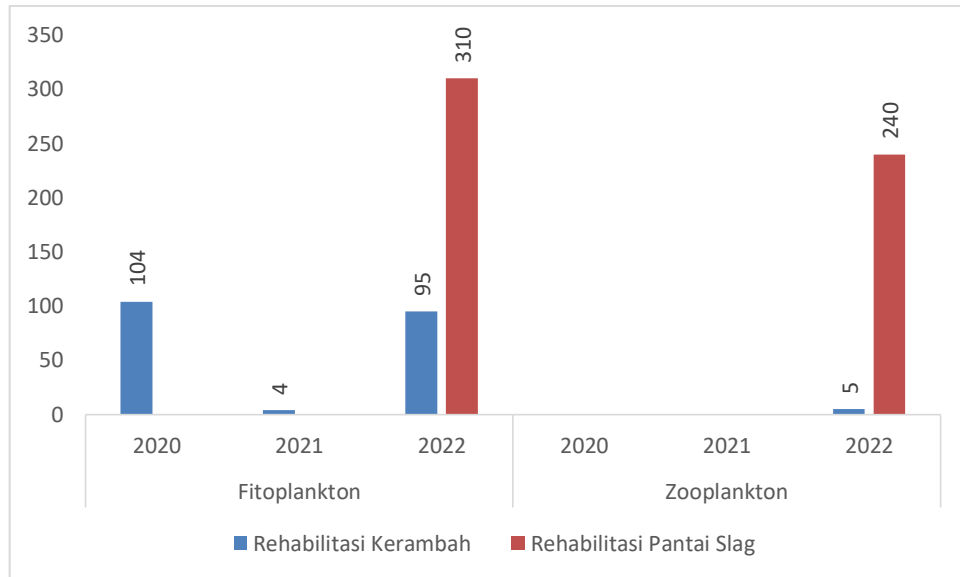
Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) tahun 2020-2022 menunjukkan nilai kelimpahan yang cukup fluktuatif baik untuk fitoplankton maupun zooplankton. Nilai penurunan yang paling signifikan terlihat pada nilai kelimpahan fitoplankton lokasi 100 meter dan 1000 meter sementara lokasi pemantauan 500 meter dari PLTU PT. Antam Poamalaa mengalami tren peningkatan yang cukup signifikan. Hal yang serupa juga terjadi pada nilai kelimpahan zooplankton dimana pada tren peningkatan pada ketiga lokasi pemantauan di area PLTU.

c. **Evaluasi Keanekaragaman dan Kelimpahan Plankton Pada Area Rehabilitasi tahun 2020-2022**



Gambar 5. 35 Histogram evaluasi Keanekaragaman Plankton Pada Area Rehabilitasi tahun 2020 dan 2022.

Hasil evaluasi keanekaragaman plankton pada area rehabilitasi hanya dapat menampilkan deretan data dari tahun 2020 hingga 2022 pada titik pemantauan reabilitasi keramba. Hal ini disebabkan karena aktivitas pengambilan data plankton dari titik pemantauan rehabilitasi pantai slag baru dilakukan pada tahun 2022. Nilai keanekaragaman fitoplankton pada area rehabilitasi keramba mengalami tren peningkatan. Sementara itu, dari nilai keanekaragaman zooplankton tidak menunjukkan adanya peningkatan.



Gambar 5. 36 Histogram evaluasi kelimpahan Plankton Pada Area Rehabilitasi tahun 2020-2022.

Diagram evaluasi kelimpahan Plankton Pada Area Rehabilitasi tahun 2020-2022 menunjukkan tren penurunan. Nilai kelimpahan fitoplankton pada titik rehabilitasi kerambah menunjukan penurun nilai yang tidak signifikan sementara nilai kelimpahan zooplankton di area kerambah tidak menunjukan adanya perubahan dari tahun 2020 hingga tahun 2022.

BAB VI

REKOMENDASI

VI.1 Rekomendasi untuk Lingkungan Darat

Hasil pemantauan flora fauna di wilayah pertambangan PT Antam, Tbk. Unit Bisnis Pertambangan Nikel (UBPN) Kolaka memperlihatkan bahwa perusahaan telah melakukan pengelolaan lingkungan dengan baik sesuai dengan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 26 tahun 2018 Tentang Pelaksanaan Kaidah Pertambangan yang Baik dan Pengawasan Pertambangan Mineral dan Batubara.

Area revegetasi/reklamasi pada wilayah pasca tambang yang dilakukan pada tahun 2021 hingga tahun 2018 terkhusus di WTS memiliki tingkat persentase tumbuhan *cover crop* yang lebih besar yaitu sekitar 90%. Pemantauan pada area revegetasi tahun 2017 memiliki tingkat tutupan dengan persentase sebesar 69% dimana pada WTU 40% dan WTT 29%. Pemantauan pada area revegetasi tahun 2016 memiliki tingkat tutupan dengan persentase sebesar 43% dimana pada WTU 32% dan WTT 11%. Pemantauan pada area revegetasi tahun 2017 memiliki tingkat tutupan dengan persentase sebesar 75% dimana pada WTU 48% dan WTT 27%, sedangkan di Pulau Maniang tidak ada proses reklamasi/revegetasi.

Data tersebut memperlihatkan bahwa semakin lama waktu reklamasi maka persentase tumbuhan penutupan tanah semakin berkurang. Perubahan ini normal pada proses suksesi ekosistem yang telah mengalami gangguan. Nilai tersebut dapat kita bandingkan dengan persentase penutupan pada ekosistem virgin disekitar lokasi yaitu di WTU 40%, di WTT 32% dan di WTS 34%, atau rata-rata kurang lebih 35%. Perubahan persentasi penutupan ini juga dipengaruhi habitus vegetasi berupa pohon, tiang, pancang dan semai pada daerah revegetasi/reklamasi baik oleh tumbuhan yang sengaja ditanam sebagai tanaman revegetasi maupun tumbuhan yang tumbuh secara alami.

Berdasarkan pemantauan fauna darat yang terdapat di wilayah pertambangan, fauna yang tercatat terdiri dari kelas Aves, Mamalia, dan Reptilia. Dari kelas Aves terdapat terdapat tiga jenis yang dilindungi berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor

P.106/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018, yaitu burung Elang-ular sulawesi (*Spilornis rufipectus*), Elang-alap dada-merah (*Accipiter rhodogaster*), dan Serindit sulawesi (*Loriculus stigmatus*). Ketiga jenis burung tersebut juga termasuk ke dalam kategori Appendix II dalam peraturan perdagangan internasional (CITES). Selain itu, terdapat sepuluh jenis (29,4%) yang merupakan burung endemik Sulawesi yaitu Serindit sulawesi (*Loriculus stigmatus*), Kehicap sulawesi (*Hypothymis puella*), Pelanduk sulawesi (*Pellorneum celebense*), Cabai panggul-kelabu (*Dicaeum celebicum*), Cabai panggul-kuning (*Dicaeum aureolimbatum*), Elang-ular sulawesi (*Spilornis rufipectus*), Bubut sulawesi (*Centopus celebensis*), Elang sulawesi (*Nisaetus lanceolatus*), Kangkareng Sulawesi (*Rhabdotorrhinus exarhatus*), dan Kepudang-sunggu sulawesi (*Edolisoma morio*). Berdasarkan daftar merah *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN-red list)* (IUCN, 2022), semua jenis yang tercatat tergolong ke dalam Least Concern (tingkat risiko rendah) kecuali Kangkareng sulawesi (*Rhabdotorrhinus exarhatus*) yang tergolong ke dalam kategori Vulnerable (memiliki risiko kepunahan yang sangat tinggi).

Selain itu, dari kelas Mamalia, terdapat satu jenis yang masuk ke dalam daftar merah IUCN (*International Union for Conservation of Nature*), yaitu Monyet Digo (*Macaca ochareata*) yang tergolong jenis mamalia yang rentan terhadap kepunahan (*Vulnerable*, VU) dan tergolong ke dalam status Appendix II dalam pengawasan perdagangan internasional (CITES). Jenis ini merupakan jenis endemik di Sulawesi Tenggara.

Hasil analisis jenis pakan (*feeding guild*) menunjukkan bahwa kelompok burung insektivora (pemakan serangga) merupakan kelompok yang mendominasi dengan proporsi sebesar 50%, yang kemudian diikuti oleh kelompok burung frugifora (pemakan buah) dengan proporsi sebesar 22%. Tingginya persentase burung insektivora yang ada di wilayah pengamatan disebabkan oleh tingginya populasi serangga sebagai sumber pakan utamanya. Adapun kelompok frugivora yang cukup melimpah dapat mengindikasikan ketersediaan pohon berbuah pada area pertambangan PT Antam Tbk. Kehadiran burung frugivora dinilai sangat

penting, karena merupakan salah satu agen yang efektif dalam proses regenerasi vegetasi dan persebaran tumbuhan pada suatu habitat.

Berdasarkan hasil pemantauan flora dan fauna semester I pada tahun 2022 di wilayah pertambangan PT Antam Tbk. UBPN Kolaka maka direkomendasikan:

1. Menetapkan dan Melestarikan daerah-daerah virgin yang bisa dijadikan sebagai kontrol dan sumber plasma nutfah untuk bibit keperluan reklamasi.
2. Memperbanyak jenis-jenis tanaman yang menghasilkan bunga, biji, dan buah pada lokasi reklamasi, agar dapat menunjang kehidupan fauna darat.
3. Melindungi habitat yang di dalamnya ditemukan jenis-jenis endemik ataupun dilindungi, sehingga terlindung dari kepunahan. Terutama Monyet Digo (*Macaca ochreata*) yang habitatnya mulai terkikis dan berpengaruh terhadap pola pencarian pakan hingga mulai mendekati area pemukiman dan Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Begitupun dengan jenis Kangkareng sulawesi (*Rhabdotorrhinus exarhatus*) yang termasuk burung endemik dilindungi dengan status konservasi VU (*Vulnerable*, rentan punah) yang dijumpai di Wilayah Tambang Tengah (Bukit TLE-TLF).
4. Penetapan lokasi *Birdwatching* perlu memperhatikan jumlah atau keberadaan spesies yang menonjol, seperti spesies endemik, berbulu indah, ataupun bersuara unik. Namun demikian, lokasi dengan spesies yang terancam punah seperti Kangkareng sulawesi (*Rhabdotorrhinus exarhatus*) di Bukit TLE-TLF, perlu dikonservasi sehingga tidak dijadikan sebagai lokasi *birdwatching*. Dengan demikian, saran lokasi *birdwatching* dari hasil pemantauan yaitu di area rehabilitasi Pantai Harapan dan Bukit H (area virgin, Wilayah Tambang Selatan).
5. Pembuatan terasering untuk meningkatkan peresapan air ke dalam tanah dan mengurangi jumlah aliran permukaan sehingga memperkecil resiko pengikisan oleh air.

VI.2 Rekomendasi untuk Lingkungan Perairan Sungai

Hasil analisis data pemantauan flora-fauna pada lingkungan perairan sungai tahun 2022 di sekitar PT Antam Tbk. UBPN Kolaka, dimana hasil yang diperoleh menunjukkan keanekaragaman plankton memiliki indeks yang relatif sedang, nilai kelimpahan fitoplankton menunjukkan kondisi perairan dengan

tingkat kesuburan rendah (oligotrofik) dan nilai kelimpahan zooplankton menunjukkan kondisi perairan dengan tingkat kesuburan sedang (mesotrofik) hingga tingkat kesuburan rendah (oligotrofik). Rekomendasi pada pemantauan periode ini agar melakukan upaya-upaya revegetasi di daerah sekitar sempadan sungai untuk meningkatkan kualitas ekosistem wilayah sungai. Selain itu, perlu memperhatikan polutan atau limbah yang masuk ke aliran sungai agar tingkat pencemaran dapat dikendalikan dengan baik.

VI.3 Rekomendasi untuk Lingkungan Mangrove

Hasil analisis data pada pemantauan fauna burung pada lingkungan mangrove semester I pada tahun 2022 di sekitar PT Antam Tbk. UBPN Kolaka, terdapat empat jenis (11,8%) burung yang dilindungi berdasarkan Permen Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.106/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018, yaitu Gajahan penggala (*Numenius phaeopus*), Kuntul besar (*Ardea alba*), Serindit Sulawesi (*Loriculus stigmatus*), dan Elang-ular sulawesi (*Spilornis rufipectus*).

Selain itu terdapat enam jenis (17,7%) burung endemik Sulawesi, yaitu Serindit Sulawesi (*Loriculus stigmatus*), Pelanduk Sulawesi (*Pellorneum celebense*), Kehicap Sulawesi (*Hypothymis puella*), Cabai panggul-kelabu (*Dicaeum celebicum*), Cabai panggul-kuning (*Dicaeum aureolimbatum*), dan Elang-ular Sulawesi (*Spilornis rufipectus*). Berdasarkan peraturan perdagangan internasional CITES, terdapat dua spesies burung yang termasuk kategori Appendix II, yaitu Elang-laut dada-putih (*Haliaeetus leucogaster*) dan Serindit sulawesi (*Loriculus stigmatus*). Selain itu, terdapat satu jenis burung yang tergolong ke dalam status “hampir terancam” (*Near Threatened/NT*) dalam IUCN-red list, yaitu Itik benjut (*Anas gibberifrons*) yang dijumpai dalam kelompok besar pada area rehabilitasi mangrove Pantai Harapan.

Berdasarkan hasil pemantauan flora dan fauna semester I pada tahun 2022 di lingkungan mangrove PT Antam Tbk. UBPN Kolaka maka direkomendasikan untuk melakukan penambahan luasan area rehabilitasi mangrove dalam rangka meningkatkan keanekaragaman flora fauna di lingkungan mangrove. Selain itu juga perlu menanam berbagai jenis tanaman mangrove agar dapat mendekati keanekaragaman flora dan fauna di area virgin.

VI.4 Rekomendasi untuk Lingkungan Perairan Laut

Ekosistem perairan laut yang penting di wilayah perusahaan PT Antam Tbk. UBPN Kolaka adalah ekosistem terumbu karang yang memiliki peranan penting dalam menunjang keberlangsungan ketersediaan sumber daya laut, seperti tersedianya berbagai jenis ikan dan fauna invertebrata yang dapat dimanfaatkan oleh manusia secara langsung. Namun disisi lain ekosistem terumbu karang dapat rusak oleh aktivitas manusia itu sendiri. Beberapa aktivitas manusia yang dapat merusak ekosistem terumbu karang seperti penggunaan bom, penggunaan bahan-bahan kimia yang beracun, atau aktivitas pembukaan lahan di darat yang akan menimbulkan erosi dan sedimentasi pada ekosistem perairan yang dapat memberikan dampak negatif pada ekosistem terumbu karang. Adanya sedimen yang masuk ke dasar perairan akan mengganggu kehidupan biota laut yang ada didalamnya dan jika tidak mampu ditolerir akhirnya dapat menyebabkan spesies tersebut mengalami kematian. Sehubungan dengan hal tersebut maka beberapa hal di rekomendasikan adalah:

1. Meningkatkan koordinasi dengan instansi terkait dalam rangka perlindungan dan pemulihan ekosistem laut di perairan Pomalaa.
2. Mengupayakan melakukan pengelolaan lingkungan wilayah laut untuk pemulihan atau perbaikan kondisi ekosistem laut.

BAB VII

PENUTUP

Pelestarian keanekaragaman hayati yang mencakup flora dan fauna di kawasan pertambangan yang dilakukan oleh PT Antam, Tbk. Unit Bisnis Pertambangan Nikel (UBPN) Kolaka merupakan suatu komitmen dari perusahaan sesuai arahan dari dokumen lingkungan yang dimilikinya. Pemantauan flora fauna dilakukan untuk melakukan evaluasi keberhasilan kinerja pengelolaan lingkungan yang telah dilakukan, mendapatkan tanda peringatan sedini mungkin mengenai perubahan lingkungan yang tidak dikehendaki sehingga dapat mengambil keputusan cepat dan tepat dalam upaya perbaikannya, serta mengetahui kondisi terkini flora dan fauna di darat maupun biota di perairan sungai dan laut yang berada di area perusahaan. Pemantauan yang berkelanjutan akan menyediakan data yang berkelanjutan, dan diharapkan dapat bermanfaat bagi pemrakarsa dan semua instansi terkait pada kegiatan penambangan ini.

Pemantauan flora fauna semester I pada tahun 2022 ini meliputi wilayah tambang Utara, wilayah tambang Tengah, wilayah tambang Selatan, wilayah tambang Pulau Maniang, sungai-sungai di wilayah pertambangan, ekosistem mangrove dan ekosistem perairan laut/terumbu karang, wilayah tambang Tapunopaka. Pelaksanaan pemantauan flora fauna yang telah dilakukan ini menunjukkan bahwa perusahaan sebagai salah BUMN di Republik Indonesia telah memperlihatkan salah satu bagian ketaatan dalam melakukan kaidah pertambangan yang baik sesuai dengan Peraturan Menteri Energi dan Sumber daya Mineral Republik Indonesia Nomor 26 tahun 2018 Tentang Pelaksanaan Kaidah Pertambangan yang Baik dan Pengawasan Pertambangan Mineral dan Batubara.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrim, M., S.A. Harahap, dan K. Wibowo. 2012. Struktur komunitas ikan karang di perairan Kendari. Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI.17 (3):154-163
- Allen G R, Steene R, Humann P, Deloach N. 2003. Reef Fish Identification Tropical Pacific. Australia New World Publications.
- Allen, G.R. 2005. Coral Reef Fishes of Southwestern Halmahera, Indonesia. Report of Halmahera Survey, 2005.
- Ambeng. 2020. *Karakteristik Sedimen Dan Biodiversitas Ekosistem Mangrove Pangkajene, Kabupaten Pangkajene Dan Kepulauan*. Program Studi Teknologi Kebumihan Dan Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Makassar. Disertasi.
- Arief, A. 2003. *Hutan Mangrove Fungsi dan Manfaatnya*. Kanisius. Yogyakarta.
- Arlott N. 2018. *Birds of the Philippines, Sumatra, Java, Bali, Borneo, Sulawesi, the Lesser Sundas, and Moluccas*. William Collins Publisher. United Kingdom
- Asih, P. 2014. *Produktivitas Primer Fitoplankton di Perairan Teluk Dalam Desa Malng Rapat Bintan*. Skripsi. UMRAH FIKP: Tanjung Pinang.
- Barkia, H., Barkia A., Yacoubi, R., Guamri, Y. E., Tahiri, M., Kharrim, K. E. 2014. Distribution of fresh-water mollusks of the Gharb area (Morocco). *Environments*. 1: 4-13.
- Bell, J.D. and R. Galzin. 1984. Influence of live coral cover on coral-reef fish communities. *Marine Ecology Progress Series*, 5:265-274. <https://pdfs.semanticscholar.org/3327/7427c90b72e08d614814e529390bf5dfd481>.
- Bengen, D.G. 2013. Bioekologi terumbu karang status dan tantangan pengelolaan. Dalam: Nikijulw, et al. (eds.). *Coral governance*. IPB Press. Bogor. Hlm.: 62-74
- Bibby C, Burgess N, Hill D, Mustoe S. 2000. *Bird Census Techniques 2nd Edition*. Academic Press. United Kingdom.
- Bibi F dan Ali Z. 2013. *Measurement of Diversity Indices of Avian Communities at Taunsa Barrage Wildlife Sanctuary, Pakistan*. *Japs, Journal Of Animal And Plant Sciences* 23:469–474.
- Boyce RL. 2015. *Life Under Your Feet: Measuring Soil Invertebrata Diversity*. Teaching Issues and Experiments in Ecology. 3: 1–28.
- Brower, J.E., and Zar, J.H., 1989. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. W.M.C. Brown Company Publishers, Iowa.
- Brower, J.E., and Zar, J.H., 1997. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. W.M.C. Brown Company Publishers, Iowa.
- Cameron R. A. dan Schroeter S. C. 1980. Sea urchin recruitment: Effect of substrate selection on juvenile distribution. *Marine Ecology Progress Series*. 2: 243-247.
- Center LW dan LG Hill. 1981. *Handbook of Variabels for Environmental Impact Assesement*. Ann Arbor Science Publ. Inc/The Butterworth Group

- Choat, J. H. & D. R. Bellwood. 1991 . *Reef Fish, Their History and Evolution : Sale P. F. (Ed), The Ecology of Fish on Coral Reef*. Academic Press. San Diego, California. Hlm 39 – 66.
- Dahuri R. 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut : Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Davis, C.,C., 1955. *The Marine and Fresh Water Plankton*. Michigan State University, Chicago.
- Dewi RS, Mulyani Y, Santosa Y. 2007. *Keanekaragaman Spesies Burung di Beberapa Tipe Habitat Taman Nasional Gunung Ciremai*. Yayasan Penerbit IPB. Bogor.
- Effendie, H. 2003. *Telaah Kualitas Air. Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. IPB. Bogor.
- English, S., C. William, & V. Baker. 1994. *Survey Manual of Tropical Marine Resources. Asean - Australian Marine Project*. Australia. 112 hlm.
- Fachrul, M. F., 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Faturohman, I., & Nurruhwati, I. (2016). *Korelasi Kelimpahan Plankton Dengan Suhu Perairan Laut Di Sekitar PLTU Cirebon*. Jurnal Perikanan Kelautan, 7(1).
- Gomez, E. D. dan Yap, H. 1988. *Monitoring Reef Condition. Coral Reef Management Hand Book*. Unesco Regional Office for Science and Technology for South East Asia. Jakarta.
- Green,A.L. 1996. *Spatial, temporal and ontogenetic patterns of habitat use by coral reef Fishes (family Labridae)*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 133, 1–11. doi:10.3354/meps 133001
- Hadi T. A. 2018. Peranan Ekologis Spons Pada Ekosistem Terumbu Karang. Oseana, 43(1): 53-62.
- Hidayat., T., Kusmana., C, Dan Tiryana T. 2010. *Species Composition And Structure Of Secondary Mangrove Forest In Rawa Timur, Central Java, Indonesia*. Study Program Of Tropical Silviculture, Graduate School Of Bogor Agricultural University. Volume 10. Issue 4.
- Hummer O, Harper DAT, Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for aducation and data analysis. Palaeontologia Electronica 4(1): 9 pp.
- Hutcheson, K., 1970. *A Test For Comparing Diversities Based On The Shannon Formula*. J. theor. Biol, XXIX, p.151.
- Ilham, Litaay M, Priosambodo D, Moka W. 2017. *Penutupan Karang di Pulau Baranglombo dan Pulau Bone Batang Berdasarkan Metode Reef Check. Spermonde*. 3(1): 35-41.
- Karnan. 2000. *Asosiasi Spasio-Temporal Komunitas Karang dengan Bentuk Pertumbuhan Karang di Perairan Barat Daya Pulau Sumbawa, Nusa Tenggara Barat*. Tesis.Program Pascasarjana. IPB. Bogor. 77 hlm.

- Kassim, Z., Ahmad, Z. & Ismail, N., 2018. *Diversity Of Bivalves In Mangrove Forest Tok Bali Kelantan Malaysia*. Science Heritage Journal/ Galeri Warisan Sains, II(2), pp.4-9.
- Krebs CJ. 1985. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Harper & Row. United Kingdom.
- Kuiter, C. J. 1992. *Tropical Reef Fish of Western Pacific. Indonesia and Adjacent Waters*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 314 hlm.2
- Kuiter, R.H. & Tonozuka, T. 2001. *Pictorial Guide to: Indonesian Reef Fishes*. Australia: Zoonetics Publ. Seaford VIC 3198.
- Kumar & Khan. 2013. *The Distribution and Diversity of Benthic Macroinvertebrate Fauna in Pondicherry, Mangrove, India*. Aquatic Biosystems 9:15.
- Kusumaningsari, D., S, Hendrarto, B, Dan Ruswahyuni. 2015. Kelimpahan Hewan Makrobentos Pada Dua Umur Tanam Rhizophora Sp. Di Kelurahan Mangunharjo, Semarang. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Diponegoro Journal Of Maquares Management Of Aquatic Resources [Http://Ejournal-S1.Undip.Ac.Id/Index.Php/Maquares](http://Ejournal-S1.Undip.Ac.Id/Index.Php/Maquares). Volume 4. Nomor 2. Halaman 58-64.
- McConnel, R. H. 1987. *Ecological Studies in Tropical Fish Communities*. Cambridge University Press. Cambridge, London. 1987. hlm.171-211.
- Macintosh DJ & Ashton EC. 2002. *A Review of Mangrove Biodiversity Conservation and Management*. Centre for Tropical Ecosystems Research (cenTER Aarhus).
- Mackinnon J, Phillipps K, van Balen B. 2010. *Burung-Burung Di Sumatera, Jawa, Bali Dan Kalimantan: (Termasuk Sabah, Sarawak Dan Brunei Darussalam)*. Burung Indonesia. Bogor.
- Mackinnon J, Phillipps K, van Balen B. 2010. *Burung-Burung Di Sumatera, Jawa, Bali Dan Kalimantan: (Termasuk Sabah, Sarawak Dan Brunei Darussalam)*. Burung Indonesia. Bogor.
- Magurran AE. 2014. *Measuring Biological Diversity*. John Wiley & Sons. Oxford.
- Manuputty AEW, dan Djuwariah. 2009. *Panduan Metode : Point Intercept Transect (PIT) Untuk Masyarakat. Studi Baseline dan Monitoring Kesehatan Karang di Lokasi Daerah Perlindungan Laut (DPL). COREMAP II – LIPI. Jakarta*.
- Marshall, A. and P.J. Mumby. 2015. The role of surgeonfish (Acanthuridae) in maintaining algal turf biomass on coral reef. *J. of Experimental Marine Biologi and Ecology*, 473:152-160. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jembe.2015.09.002>.
- Mernisa, M. & Oktamarsetyani, W., 2017. *Keanekaragaman Jenis Vegetasi Mangrove di Desa Sebong Lagoi, Kabupaten Bintan*. Prosiding seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Biologi, pp.39-50.
- Montgomery WLT, Gerrodette dan Marshall LD. 1980. Coral ang Fish Community Structure of Sombrero Island, Batangas, Philippines. *Proc. Fourth Int. Coral Reef Symp. Vol 2*.

- Muhammad GA, Mardastuti A, Sunarminto T. 2018. *Keanekaragaman jenis dan kelompok pakan avifauna di Gunung Pinang, Kramatwatu, Kabupaten Serang, Banten*. Media Konservasi. 2 (23): 178-186.
- Munandar, A., Ali., M, S., dan Karina S. 2016. *Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Estuari Kuala Rigaih Kecamatan Setia bakti Kabupaten Aceh Jaya*. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah. Volume 1, Nomor 3:331-336.
- Nontji. 2008. *Plankton Laut*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Obura, D.O., & Grimsdith, G. (2009). *Resilience Assessment of coral reefs – Assessment protocol for coral reefs, focusing on coral bleaching and thermal stress (p. 70)*. Gland, Switzerland: IUCN working group on Climate Change and Coral Reefs.
- Odum, E. P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi Umum*. Diterjemahkan oleh T. Samingan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. hlm 574.
- Odum, E. P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi Umum*. Diterjemahkan oleh T. Samingan. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. hlm 574.
- Odum, E.P. 1998. *Dasar-Dasar Ekologi Edisi Ketiga*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Pitopang R, I. Lapandjang and I. Burhanuddin. 2011. *Profil Herbarium Celebense dan Deskripsi 100 Jenis Pohon Khas Sulawesi*. Editor: Z Basri. Edisi Kedua; UNTAD Press. Palu.
- Pratchett, M. S., Graham, N.A.J. & Cole, A.J. (2013). Specialist corallivores dominate butterflyfish assemblages in coral dominated reef habitats. *Journal of Fish Biology*, 82(4), 1177-1191. doi: 10.1111/jfb.12056.
- Primack. 1998. *Biologi Konservasi*. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Puspasari R, Hartati RT, Anggawangsa RF. 2017. *Analisis Dampak Reklamasi Terhadap Lingkungan dan Perikanan di Teluk Jakarta*. Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia. 9(2) : 85-94.
- Reese ES. 1981. Predation on Coral by Fishes of the Family Chaetodontidae: Implications for Conservation and Management of Coral Reef Ecosystems. *Bulletin of Marine Science*.
- Roberts, C.M., & Ormond, R.F.G. (1987). *Habitat complexity and coral reef fish diversity and abundance on Red Sea fringing reefs*. *Marine Ecology*, 41, 1 – 8.
- Sachlan, M. 1972. *Planktonology*. Direktorat Jenderal Perikanan Departemen Pertanian Jakarta.
- Sengupta, R. 2010. *Mangrove Soldiers of our Coasts*. Mangrove For The Future India, 20, Anand Lok, August Kranti Marg. India.
- Soeparmo, H.A., 1992. *Metode dan Teknik Analisis Komponen Biotik Ekosistem*

Darat. Pusat Penelitian Kesehatan Lingkungan Universitas Airlangga, Surabaya.

Suharsono. 2008. Jenis-Jenis Karang di Indonesia. LIPI Pres. Jakarta.

Suryanto, A. M., Umi, H. S., 2009. *Pendugaan status trofik dengan pendekatan kelimpahan fitoplankton dan zooplankton di waduk sengguruh, karangkates, Lahor, Wlingi Raya dan Wonorejo, Jawa Timur*. Jurnal Perikanan dan Kelautan. Vol 1(1): 7-13.

Suthers, I., Rissik, D., & Richardson, A. (Eds.). (2019). *Plankton: A guide to their ecology and monitoring for water quality*. CSIRO publishing.

LAMPIRAN