

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 II
2022

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah Yang Maha Esa atas berkat kemurahan-Nya, sehingga dokumen Laporan Pemantauan Flora dan Fauna Semester II 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 II tahun 2022.

Laporan ini merupakan hasil pemantauan flora dan fauna Semester II 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 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, Januari 2023
General Manager
Unit Bisnis Pertambangan Nikel
Kolaka

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

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan.....	2
I.3 Waktu dan Lokasi Pemantauan	2
BAB II IDENTITAS PEMRAKARSA	4
II.1 Identitas Perusahaan.....	4
II.2 Identitas Pemrakarsa	4
BAB III METODE PEMANTAUAN LINGKUNGAN.....	6
III.1 Lokasi Pemantauan	6
III.2 Flora dan Fauna Darat	6
III.2.1 Pemantauan Flora Darat	11
III.2.2 Pemantauan Fauna Darat	13
III.3 Pemantauan Biota Sungai	16
III.3.1 Lokasi Pemantauan	16
III.3.2 Metode Pemantauan Bentos	19
III.3.3 Metode Pemantauan Plankton	19
III.4 Pemantauan Mangrove	20
III.4.1 Lokasi Pemantauan	20
III.4.2 Metode Pemantauan Vegetasi Mangrove	23
III.4.3 Analisis Vegetasi Mangrove	23
III.4.4 Metode Pemantauan Fauna Mangrove	24
III.5 Pemantauan Biota Laut.....	25

III.5.1 Lokasi Pemantauan	25
III.5.2 Metode Pemantauan Terumbu Karang	30
III.5.3 Metode Pemantauan Bentos/Invertebrata	31
III.5.4 Metode Pemantauan Ikan	31
III.5.5 Metode Pemantauan Plankton	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
IV.1 Flora dan Fauna Darat	35
IV.1.1 Flora Darat.....	35
IV.1.1.1 Area Virgin (Alami)	35
IV.1.1.2 Area Revegetasi Tahun 2015 (N7).....	37
IV.1.1.3 Area Revegetasi Tahun 2016 (N6).....	39
IV.1.1.4 Area Revegetasi Tahun 2017 (N5).....	40
IV.1.1.5 Area Revegetasi Tahun 2018 (N4).....	42
IV.1.1.6 Area Revegetasi Tahun 2019 (N3).....	43
IV.1.1.7 Area Revegetasi Tahun 2020 (N2).....	45
IV.1.1.8 Area Revegetasi Tahun 2021 (N1).....	46
IV.1.1.9 Area Terganggu (N0)	48
IV.1.1.10 Wilayah Tambang Pulau Maniang (WTPM)	49
IV.1.1.11 Analisis Tinggi Vegetasi	51
IV.1.1.12 Analisis Keanekaragaman Jenis dan Perbandingan Jumlah Spesies	56
IV.1.1.13 Persentase Tumbuhan Penutup Tanah (<i>Cover crop</i>).....	59
IV.1.2 Fauna Darat	64
IV.1.2.1 Fauna Burung di WTU, WTT, WTS PT Antam Tbk	66
IV.1.2.2 Fauna Burung di Wilayah Tambang Pulau Maniang (WTPM)	73
IV.2 Plankton Sungai.....	77
IV.2.1 Keanekaragaman dan Kelimpahan Plankton Sungai di Area Antam Kolaka.....	77
IV.3 Ekosistem Mangrove	80
IV.3.1 Vegetasi Mangrove.....	80

IV.3.1.1	Analisis INP Vegetasi Mangrove di Pesisir Pantai Harapan, Pantai Sitado dan Pesisir Galangan	80
IV.3.1.2	Analisis Tinggi Vegetasi Mangrove di Pesisir Pantai Harapan dan Pantai Sitado	83
IV.3.2	Fauna Mangrove	84
IV.3.2.1	Makrozoobentos Mangrove	84
IV.3.2.2	Fauna Burung Mangrove	89
IV.4	Biota Laut	93
IV.4.1	Terumbu Karang	93
IV.4.1.1	Kondisi Terumbu Karang Area Pemantauan Dekat, Jauh Aktivitas Antam, dan Kontrol	94
IV.4.1.2	Kondisi Terumbu Karang Area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	100
IV.4.1.3	Kondisi Terumbu Karang Area Rehabilitasi	103
IV.4.2	Invertebrata	105
IV.4.2.1	Invertebrata di Area Sekitar Aktivitas Antam	106
IV.4.2.2	Invertebrata area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)	109
IV.4.2.3	Invertebrata area Rehabilitasi	112
IV.4.3	Ikan	114
IV.4.3.1	Diversitas Ikan Karang pada Area Sekitar Aktivitas Antam... 114	
IV.4.3.2	Diversitas Ikan Karang pada Area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).....	118
IV.4.3.3	Diversitas Ikan Karang pada Area Rehabilitasi	121
IV.4.4	Plankton Laut.....	124
BAB V	EVALUASI	131
V.1	Flora darat	131
V.1.1	Evaluasi Indeks Nilai Penting (INP).....	131
V.1.1.1	Wilayah Virgin (Alami)	131
V.1.1.2	Area Revegetasi Tahun 2015 (N7).....	132
V.1.1.3	Area Revegetasi Tahun 2016 (N6).....	134
V.1.1.4	Area Revegetasi Tahun 2017 (N5).....	136
V.1.1.5	Area Revegetasi Tahun 2018 (N4).....	138

V.1.1.6	Area Revegetasi Tahun 2019 (N3).....	139
V.1.1.7	Area Revegetasi Tahun 2020 (N2).....	141
V.1.1.8	Area Revegetasi Tahun 2021 (N1).....	142
V.1.1.9	Area Pulau Maniang.....	143
V.1.2	Evaluasi Jumlah Jenis dan Indeks Keanekaragaman.....	144
V.1.3	Evaluasi Perbandingan Tinggi Flora.....	147
V.1.4	Evaluasi Persentase Tumbuhan Penutup Tanah (<i>Cover crop</i>).....	148
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	154
V.3.1	Evaluasi Kelimpahan Plankton.....	154
V.3.2	Evaluasi Indeks Keanekaragaman Plankton	155
V.4	Ekosistem Mangrove	156
V.4.1	Evaluasi Jenis Vegetasi Mangrove	156
V.4.2	Evaluasi Tinggi Vegetasi Mangrove.....	158
V.4.3	Evaluasi Jenis Bentos Mangrove	160
V.4.4	Evaluasi Jumlah Jenis dan Keanekaragaman Fauna Burung Mangrove	162
V.5	Biota Laut	164
V.5.1	Evaluasi Perbandingan Substrat Karang.....	164
V.5.2	Evaluasi Perbandingan Spesies Invertebrata	167
V.5.3	Evaluasi Perbandingan Keanekaragaman dan Kelimpahan Ikan Karang	171
V.5.4	Evaluasi Keanekaragaman dan kelimpahan plankton laut.....	176
BAB VI	REKOMENDASI	181
VI.1	Rekomendasi untuk Lingkungan Darat	181
VI.2	Rekomendasi untuk Lingkungan Perairan Sungai	184
VI.3	Rekomendasi untuk Lingkungan Mangrove	184

VI.4 Rekomendasi untuk Lingkungan Perairan Laut	185
BAB VII PENUTUP	187
DAFTAR PUSTAKA.....	188

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Titik Pemantauan Flora dan Fauna PT Antam Tbk Unit Bisnis Pertambangan Nikel (UBPN) Kolaka.....	3
Gambar 3.1	Titik Pemantauan Flora Fauna.....	10
Gambar 3.2	Sketsa metode sampling <i>Nested Quadrat</i> (Plot Bertingkat)	11
Gambar 3.3	Titik pemantauan biota sungai.....	18
Gambar 3.4	Titik pemantauan mangrove	22
Gambar 3.5	Desain petak contoh berupa jalur berpetak(Ghufrona, 2015).	23
Gambar 3.6	Titik pemantauan biota laut.	29
Gambar 4.1	Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Virgin (Alami).....	36
Gambar 4.2	Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Revegetasi tahun 2015 (N7).....	37
Gambar 4.3	Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Revegetasi tahun 2016 (N6).....	39
Gambar 4.4	Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Revegetasi tahun 2017 (N5).....	40
Gambar 4.5	Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Revegetasi tahun 2018 (N4).....	42
Gambar 4.6	Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Revegetasi tahun 2019 (N3).....	43
Gambar 4.7	Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Revegetasi tahun 2020 (N2).....	45
Gambar 4.8	Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Revegetasi tahun 2021 (N1).....	47
Gambar 4.9	Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Area Terganggu (N0).....	48
Gambar 4.10	Indeks Nilai Penting (INP) jenis tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Wilayah Tambang Pulau Maniang	50

Gambar 4.11	Rerata tinggi tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Wilayah Tambang PT Antam Tbk, Kolaka semester II tahun 2022.....	52
Gambar 4.12	Rerata tinggi pada delapan jenis tanaman di Area Revegetasi (N1-N7) di Wilayah Tambang PT Antam Tbk, Kolaka semester II tahun 2022.....	54
Gambar 4.13	Rerata tinggi tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Wilayah Tambang Pulau Maniang (WTPM) semester I tahun 2022....	55
Gambar 4.14	Perbandingan jumlah spesies pada sepuluh area pemantauan di Wilayah Tambang PT Antam Tbk, Kolaka semester II tahun 2022	58
Gambar 4.15	Persentase penutupan tanah oleh tumbuhan <i>cover crop</i> di Wilayah Tambang PT Antam Tbk, Kolaka semester II tahun 2022	59
Gambar 4.16	(a) Kawanan Monyet Digo yang dijumpai di TPA (b) Kawanan Sapi yang dijumpai di Wilayah Tambang Selatan .	64
Gambar 4. 17	Cecak terbang (<i>Draco</i> sp) yang dijumpai di Bukit TLE-TLF (area revegetasi 2015), Wilayah Tambang Tengah.....	65
Gambar 4. 18	Baza jerdon (<i>Aviceda jerdoni</i>), burung dilindungi yang termasuk Appendix II yang dijumpai di Bukit TLE-TLF (area revegetasi 2015, WTT).....	67
Gambar 4. 19	Burung-madu sriganti (<i>Cinnyris jugularis</i>) yang memiliki kelimpahan relatif tertinggi pada beberapa habitat di area pertambangan	68
Gambar 4. 20	Histogram perbandingan indeks keanekaragaman, dominansi, dan pemerataan fauna burung pada masing-masing habitat di PT. Antam Tbk.	70
Gambar 4. 21	Proporsi jumlah jenis berdasarkan <i>feeding guild</i> pada masing-masing habitat di PT. Antam Tbk.....	71
Gambar 4. 22	Kadalan sulawesi (<i>Rhamphococcyx calyrorhynchus</i>) dari Famili Cuculidae, salah satu burung insektivora yang sering dijumpai di wilayah pengamatan.....	72

Gambar 4. 23 Kehicap sulawesi (<i>Hypothymis puella</i>), salah satu burung endemik yang dijumpai di <i>Hauling Road</i> (area virgin), Pulau Maniang.....	74
Gambar 4. 24 Histogram perbandingan indeks keanekaragaman, dominansi, dan pemerataan fauna burung pada masing-masing habitat di WTPM.....	75
Gambar 4. 25 Proporsi jumlah jenis berdasarkan <i>feeding guild</i> di seluruh habitat WTPM.....	76
Gambar 4. 26 Burung-madu hitam (<i>Leptocoma aspasia</i>) betina, salah satu butung nektarivora yang melimpah di WTPM.....	77
Gambar 4.27 Keanekaragaman plankton sungai pada lokasi hulu dan hilir aliran sungai di sekitar kawasan pertambangan PT Antam Tbk, Kolaka Semester II 2022.	78
Gambar 4.28 Kelimpahan Plankton pada lokasi hulu dan hilir aliran sungai di sekitar kawasan pertambangan PT Antam Tbk, Kolaka Semester II 2022.....	79
Gambar 4.29 Histogram Indeks Nilai Penting (%) jenis mangrove pada Pantai Harapan (PH), Sitado (ST) dan Pesisir Galangan (PG) di lokasi tambang PT Antam Tbk, Kolaka tahun 2022, Semester 2.	81
Gambar 4.30 Rerata tinggi jenis vegetasi di kawasan Mangrove Pantai Harapan, Sitado, dan Pesisir Galangan pada pemantauan 2022 Semester II.....	83
Gambar 4.31 Histogram Perbandingan Nilai Indeks Keanekaragaman Makrozoobentos pada Lokasi Pemantauan di PT. Antam Tbk. Semester II 2022.....	87
Gambar 4.32 Gajahan penggala (<i>Numenius phaeopus</i>) yang dijumpai di area rehabilitasi mangrove Pantai Harapan.....	89
Gambar 4.33 Histogram perbandingan indeks keanekaragaman, dominansi, dan pemerataan fauna burung pada masing-masing habitat di kawasan mangrove	92

Gambar 4.34	Proporsi jumlah jenis berdasarkan <i>feeding guild</i> di kawasan mangrove	93
Gambar 4.35	Kondisi tutupan substrat pada area pemantauan Dekat Aktivitas Antam, Jauh Aktivitas Antam dan Kontrol tahun 2022 semester II.	95
Gambar 4.36	Kondisi tutupan substrat pada masing-masing lokasi pemantauan yang Dekat Aktivitas Antam.	96
Gambar 4.37	<i>Sponge</i> (SP) ukuran besar jenis <i>Xestospongia testudinaria</i> yang dijumpai di lokasi pemantauan Pomala 1.	97
Gambar 4.38	Tutupan substrat Nutrient Indicator Algae (NIA) jenis <i>Padina</i> sp pada stasiun pemantauan Maniang 1.	97
Gambar 4.39	Kondisi tutupan substrat pada masing-masing lokasi pemantauan Jauh Aktivitas Antam tahun 2022 semester II. ..	98
Gambar 4.40	Kondisi tutupan substrat pada masing-masing lokasi pemantauan area Kontrol tahun 2022 semester II.	99
Gambar 4.41	Penutupan substrat pada area pemantauan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) tahun 2022 semester II.	100
Gambar 4. 42	Penutupan substrat pada lokasi pemantauan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) tahun 2022 semester II. 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).	101
Gambar 4.43	Kondisi bekas bom ikan pada lokasi pemantauan AL 9 tahun 2022 semester II.	102
Gambar 4.44	Kondisi karang pada stasiun pemantauan AL 4 setelah tertabrak kapal tongkang.	102
Gambar 4.45	Penutupan substrat wilayah rehabilitasi di Desa Hakatutobu pada lokasi pemantauan Dalam Keramba (Hakatutobu 1) dan Pantai Slag tahun 2022 semester II.	104
Gambar 4.46	Kondisi transplantasi karang di area rehabilitasi Desa Hakatutobu pada lokasi pemantauan Dalam Keramba (Hakatutobu 1).	104

Gambar 4. 47 Jumlah penjumpaan Individu dari Jenis-Jenis Invertebrata Indikator dan non Indikator reef check di area perairan laut sekitar aktivitas PT. Antam UBPN Kolaka.	107
Gambar 4. 48 Jenis bintang laut seribu <i>Acanthaster planci</i> diumpai pada zona reef flat area pemantauan Maniang 1.	108
Gambar 4.49 Histogram jumlah jenis invertebrata indikator di area sekitar aktivitas Antam.....	109
Gambar 4. 50 Jumlah penjumpaan Individu dari Jenis-Jenis Invertebrata Indikator dan non Indikator reef check di area perairan laut sekitar PLTU PT. Antam UBPN Kolaka.....	110
Gambar 4. 51 Lobster <i>Panulirus</i> sp. dijumpai di titik pemantauan PLTU AL 9.	111
Gambar 4.52 Histogram Jumlah Spesies Invertebrata Area PLTU	111
Gambar 4. 53 Jumlah penjumpaan Individu dari Jenis-Jenis Invertebrata Indikator dan non Indikator reef check di area Rehabilitasi.	112
Gambar 4.54 Histogram jumlah spesies invertebrata area Rehabilitasi... ..	113
Gambar 4.55 Jumlah spesies ikan target, indikator, dan mayor pada area sekitar Antam.....	115
Gambar 4.56 Koloni ikan mayor Famili Pomacentridae yang dijumpai pada zona reef flat area Maniang 2.	115
Gambar 4.57 Jumlah spesies ikan karang dalam tiap Famili pada area sekitar Antam	116
Gambar 4.58 Analisis keanekaragaman, dominansi dan kelimpahan ikan karang pada area sekitar aktivitas Antam.	117
Gambar 4.59 Jumlah spesies ikan target, indikator, dan mayor pada area PLTU	118
Gambar 4.60 Jumlah spesies ikan karang dalam tiap Famili pada area PLTU	119
Gambar 4.61 Ikan mayor <i>Chrysiptera</i> sp. dari Famili pomacentridae dan ikan indikator jenis <i>Chelmon rostratus</i> dari Famili chaetodontidae dijumpai pada area PLTU AL4 (1000 meter arah Utara).....	119

Gambar 4.62	Analisis keanekaragaman, dominansi dan kelimpahan ikan karang pada area PLTU	120
Gambar 4.63	Kondisi substrat pada PLTU AL 3	121
Gambar 4.64	Jumlah spesies ikan target, indikator, dan mayor pada area rehabilitasi.	122
Gambar 4.65	Jumlah spesies ikan karang dalam tiap Famili pada area Rehabilitasi.	122
Gambar 4.66	Rehabilitasi karang pada area (a) Hakatutobu 1 (keramba dalam) dan (b) Pantai Slag	123
Gambar 4.67	Analisis keanekaragaman, dominansi dan kelimpahan ikan karang pada area Rehabilitasi.	123
Gambar 4. 68	Keanekaragaman Plankton pada lokasi pemantauan yang dekat dengan aktivitas Antam, Jauh dengan aktivitas Antam dan lokasi yang jauh dari aktivitas Antam maupun area Kontrol.	125
Gambar 4. 69	Kelimpahan Plankton pada lokasi pemantauan yang dekat dengan aktivitas Antam, Jauh dengan aktivitas Antam dan lokasi yang jauh dari aktivitas Antam maupun area Kontrol.	126
Gambar 4. 70	Keanekaragaman Plankton pada lokasi pemantauan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU).	127
Gambar 4. 71	Kelimpahan Plankton pada lokasi pemantauan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU).	128
Gambar 4. 72	Keanekaragaman Plankton area rehabilitasi di Desa Hakatutobu dan pantai Slag.	129
Gambar 4. 73	Kelimpahan Plankton area rehabilitasi di Desa Hakatutobu (kerambah) dan Rehabilitasi Pantai Slag.	130
Gambar 5. 1	Grafik perbandingan jumlah jenis flora darat pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di Wilayah Pertambangan PT Antam Tbk.	145

Gambar 5. 2	Grafik perbandingan indeks keanekaragaman pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di Wilayah Pertambangan PT Antam Tbk.....	146
Gambar 5. 3	Grafik perbandingan tinggi berdasarkan kategorinya pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di Wilayah Pertambangan PT Antam Tbk.....	147
Gambar 5.4	Grafik perbandingan tinggi tumbuhan pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di Wilayah Pertambangan PT Antam Tbk	148
Gambar 5. 5	Grafik perbandingan persentase tumbuhan penutup tanah pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di Wilayah Pertambangan PT Antam Tbk.....	149
Gambar 5.6	Grafik perbandingan jumlah spesies fauna burung pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 di wilayah pertambangan PT Antam Tbk.....	151
Gambar 5.7	Grafik perbandingan indeks keanekaragaman fauna burung pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 semester 2 di wilayah pertambangan PT Antam Tbk	152
Gambar 5.8	Grafik evaluasi perbandingan jumlah spesies fauna burung pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 semester 2 di WTPM	153
Gambar 5.9	Grafik evaluasi perbandingan indeks keanekaragaman fauna burung pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 semester 2 di WTPM.....	154
Gambar 5.10	Grafik perbandingan kelimpahan Fitoplankton dan Zooplankton pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di area Hulu dan Hilir Sungai.....	154
Gambar 5.11	Grafik perbandingan keanekaragaman Fitoplankton dan Zooplankton pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di area Hulu dan Hilir Sungai.....	155
Gambar 5.12	Grafik perbandingan jumlah spesies pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di area Virgin Mangrove.	156

Gambar 5.13	Grafik perbandingan tinggi vegetasi mangrove yang memiliki nilai INP tertinggi pada periode pemantauan tahun 2020, 2021, Semester I 2022 dan Semester II 2022 di area Rehabilitasi Mangrove.	159
Gambar 5.14	Grafik perbandingan jumlah jenis bentos pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 (Semester I dan II) di area Virgin dan Rehabilitasi Mangrove	160
Gambar 5. 15	Grafik perbandingan indeks keanekaragaman bentos pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 (Semester I dan II) di area Virgin dan Rehabilitasi Mangrove	162
Gambar 5. 16	Grafik evaluasi perbandingan jumlah spesies fauna burung pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 semester 2 di kawasan mangrove	163
Gambar 5. 17	Grafik evaluasi perbandingan indeks keanekaragaman fauna burung pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 semester 2 di kawasan mangrove	164
Gambar 5. 18	Pertumbuhan anakan karang yang dijumpai pada lokasi pemantauan Tg. Leppe 1.	165
Gambar 5. 19	Pertumbuhan anakan karang yang dijumpai pada lokasi pemantauan Wt Kilat 1	165
Gambar 5. 20	Data evaluasi tutupan karang area pemantauan Aktivitas Antam dan Kontrol.....	166
Gambar 5. 21	Data evaluasi tutupan karang pemantauan PLTU	166
Gambar 5. 22	Data evaluasi tutupan karang area Rehabilitasi.....	167
Gambar 5. 23	Grafik perbandingan jumlah jenis invertebrata indikator di area sekitar aktivitas Antam pada tahun 2020, 2021, Semester I 2022, dan Semester II 2022.	168
Gambar 5.24	Grafik Perbandingan Jumlah Jenis Invertebrata di Area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) pada Tahun 2020, 2021, Semester I 2022 dan Semester II 2022.....	169

Gambar 5.25	Grafik Perbandingan Jumlah Jenis Indikator di Area Rehabilitasi pada Tahun 2020, 2021, Semester I 2022 dan Semester II 2022.	170
Gambar 5. 26	Grafik evaluasi keanekaragaman ikan disekitar aktivitas Antam pada tahun 2020, 2021, semester I tahun 2022, dan semester II tahun 2022.	172
Gambar 5. 27	Grafik evaluasi kelimpahan ikan disekitar aktivitas Antam pada tahun 2020, 2021, semester I tahun 2022, dan semester II tahun 2022.....	173
Gambar 5. 28	Tenaga Uap (PLTU) pada tahun 2020, 2021, semester I tahun 2022, dan semester II tahun 2022.	173
Gambar 5. 29	Grafik evaluasi kelimpahan ikan diarea Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) pada tahun 2020, 2021, semester I tahun 2022, dan semester II tahun 2022.	174
Gambar 5. 30	Grafik evaluasi keanekaragaman ikan diarea Rehabilitasi pada tahun 2020, 2021, semester I tahun 2022, dan semester II tahun 2022.....	175
Gambar 5. 31	Grafik evaluasi kelimpahan ikan diarea Rehabilitasi pada tahun 2020, 2021, semester I tahun 2022, dan semester II tahun 2022.....	176
Gambar 5. 32	Grafik Evaluasi Nilai Keanekeragaman Plankton Laut di Area Sekitar Aktivitas PT. Antam UBPN Kolaka Tahun 2020-2022 Semester II.	176
Gambar 5. 33	Grafik Evaluasi Kelimpahan Plankton Laut di area sekitar aktivitas PT. Antam UBPN Kolaka Tahun 2020-2022 Semester II.	177
Gambar 5. 34	Grafik Evaluasi Nilai Keanekeragaman Plankton Laut di Area PLTU PT. Antam UBPN Kolaka Tahun 2020-2022 Semester II.....	178
Gambar 5. 35	Grafik Evaluasi Kelimpahan Plankton Laut di area PLTU PT. Antam UBPN Kolaka Tahun 2020-2022 Semester II.....	178

Gambar 5. 36 Evaluasi Keanekaragaman Plankton Laut di area sekitar Rehabilitasi PT. Antam UBPN Kolaka Tahun 2020-2022 Semester II. 179

Gambar 5.37 Evaluasi Kelimpahan Plankton Laut di area sekitar Rehabilitasi PT. Antam UBPN Kolaka Tahun 2020-2022 Semester II. 179

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Koordinat Lokasi Pemantauan Flora Fauna Tahun 2022	7
Tabel 3.2	Koordinat Lokasi Pemantauan Biota Sungai Tahun 2022	16
Tabel 3.3	Koordinat Lokasi Pemantauan Mangrove Tahun 2022.....	21
Tabel 3.4	Koordinat Lokasi Pemantauan Biota Laut Tahun 2022.	26
Tabel 4. 1	Indeks Keanekaragaman (H') jenis tumbuhan berdasarkan Indeks Shannon-Wiener di Wilayah Tambang PT Antam Tbk, Kolaka Semester II tahun 2022	56
Tabel 4.2	Jumlah dan status konservasi fauna burung di WTU, WTT, dan WTS66	
Tabel 4.3	Jenis fauna burung dengan kelimpahan relatif tertinggi di setiap habitat	68
Tabel 4.4	Jumlah dan status konservasi fauna burung di WTPM	73
Tabel 4.5	Fauna burung dengan kelimpahan tertinggi pada masing-masing habitat di WTPM	74
Tabel 4.6	Daftar jenis mangrove yang terpantau tumbuh di area Pantai Harapan, Sitado dan Pesisir Galangan PT Antam Tbk, Kolaka tahun 2022 Semester II.....	82
Tabel 4. 7	Jumlah dan Species Makrozoobentos Mangrove yang Ditemukan di Enam Lokasi Pemantauan.....	86
Tabel 4.8	Jumlah dan status konservasi fauna burung kawasan mangrove.....	90
Tabel 4.9	Fauna burung dengan kelimpahan tertinggi pada kawasan mangrove .	91
Tabel 4. 10	Jenis-Jenis invertebrata yang dijumpai pada lokasi pemantauan	105
Tabel 5.1	Komposisi jenis mangrove pada keempat periode pemantauan	160
Tabel 5.2	Komposisi jenis benthos pada periode pemantauan tahun 2020, 2021,dan 2022 (Semester I dan II) di PT. Antam Tbk, Kolaka	163

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 Standarisasi Dan Pelayanan Jasa Industri Hasil Perkebunan Mineral Logam Dan Maritim

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

I.2 Tujuan

Tujuan pemantauan flora dan fauna adalah:

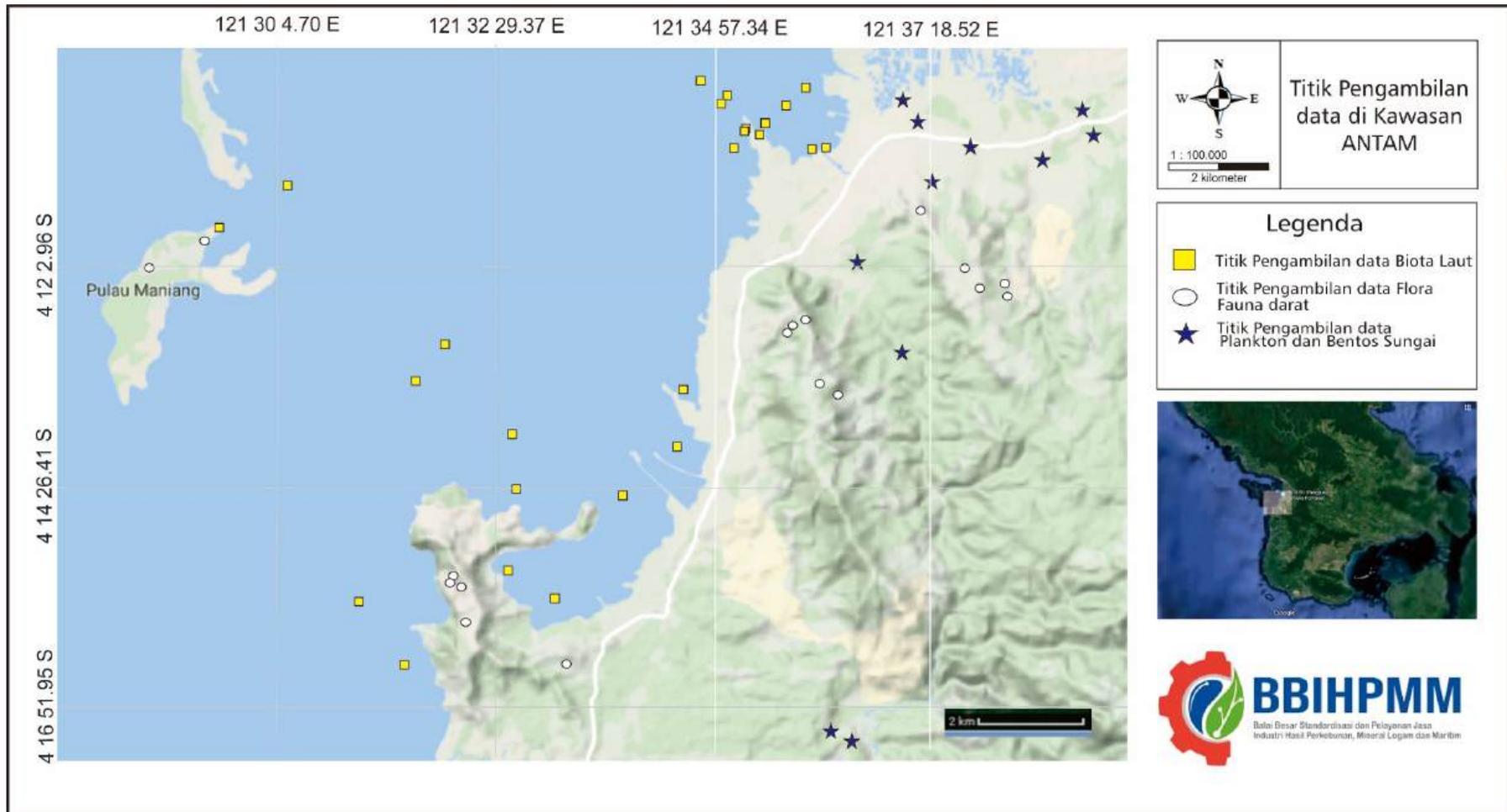
1. Memperoleh data yang digunakan sebagai laporan dalam pelaksanaan RKL dan RPL.
2. Memberikan kemudahan kepada berbagai instansi terkait dalam pengawasan pelaksanaan RKL dan RPL.
3. Tersedianya data-data bagi pemrakarsa untuk dimanfaatkan dalam melaksanakan sistem pengelolaan lingkungan yang berdasarkan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

I.3 Waktu dan Lokasi Pemantauan

Kegiatan pemantauan flora dan fauna semester II dilaksanakan pada periode bulan Desember 2022 hingga Januari 2023. Lokasi kegiatan ini secara berada pada area 4°12'20.55"–4°11'6.79" LS dan 121°35'26.94"–121°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 UBPN Kolaka 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
Fajar Arianti
- b. Surveyor Fauna : Lusiana
- c. Surveyor Biota Perairan Sungai : Ayub Wirabuana Putra, S.Si, M.Si.
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 Lokasi Pemantauan

Pemantauan flora dan fauna di area IUP PT Antam Tbk Unit Bisnis Pertambangan Nikel (UBPN) Kolaka, 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 pembandingan 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

Nama Lokasi	Koordinat UTM	Koordinat Geografis	Lokasi
Bukit III (revegetasi 2015)	UTM 51M 347322.775E 9535529.746N	4° 12' 3.30" S 121° 37' 27.80" E	WTU
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

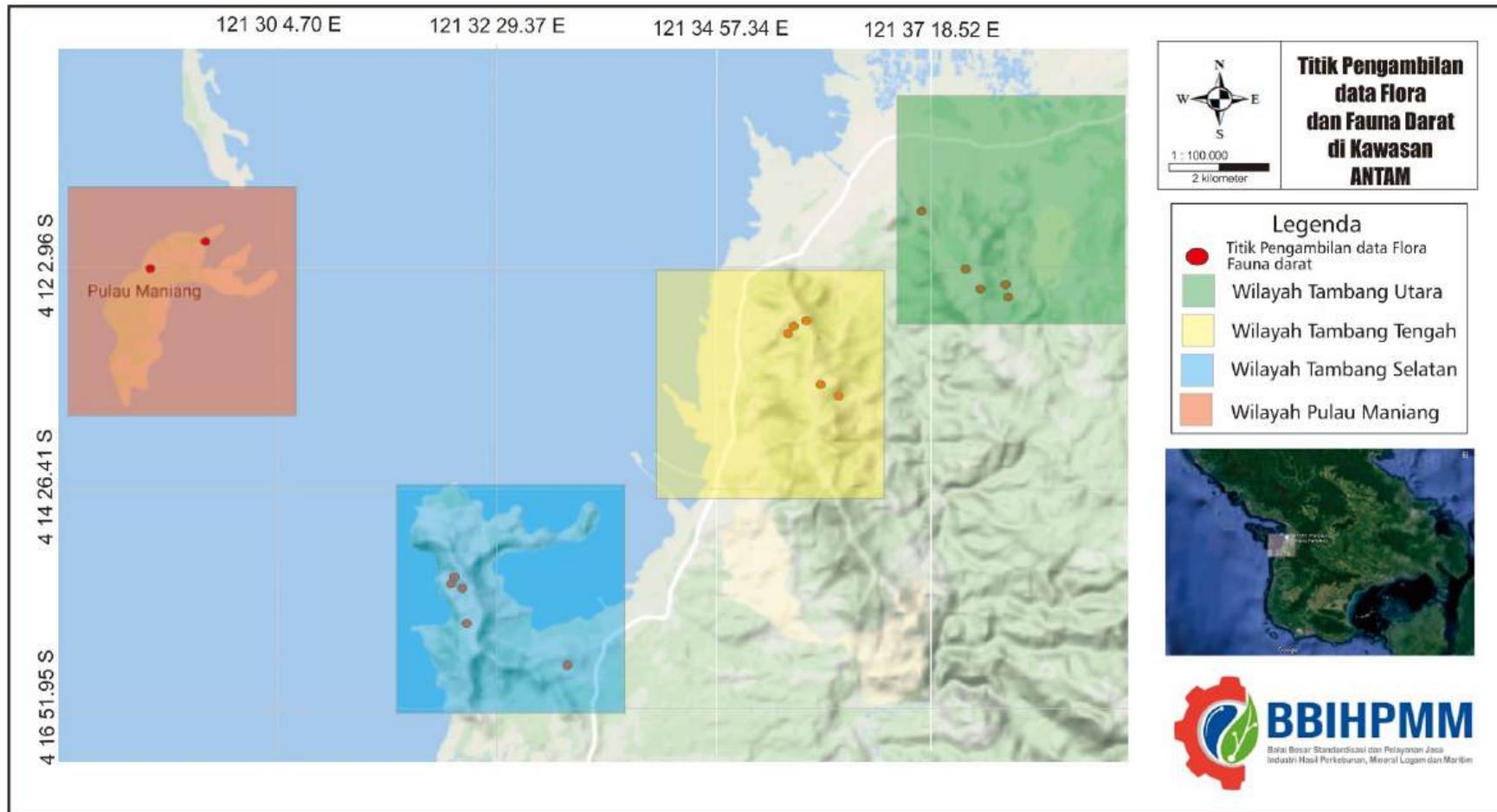
Keterangan:

WTU : Area Tambang Utara

WTT : Area Tambang Timur

WTS : Area Tambang Selatan

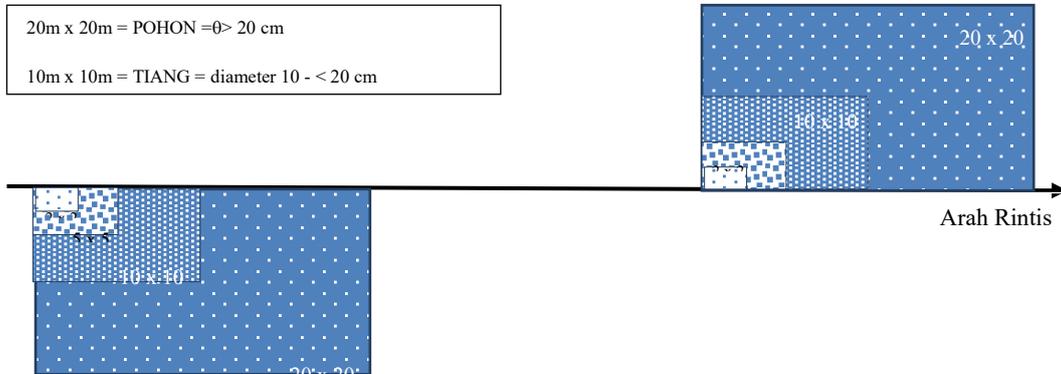
WTPM : Area Tambang Pulau Maniang



Gambar 3. 1 Titik Pemantauan Flora Fauna

III.1.2 Pemantauan Flora Darat

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** ($KM \frac{ind}{meter^2}$) = $\frac{Jumlah\ individu\ sp\ i}{Total\ luas\ plot}$(3.1).

b. **Kerapatan Relatif** (%) = $\frac{Kerapatan\ mutlak\ sp\ i}{Total\ kerapatan\ mutlak\ seluruh\ sp} \times 100\%$(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) = $\frac{Jumlah\ plot\ yang\ di\ tempati\ sp\ i}{Jumlah\ semua\ plot}$(3.3).

b. **Frekuensi Relatif** (FR) = $\frac{Frekuensi\ mutlak\ sp\ i}{Total\ jumlah\ frekuensi\ seluruh\ sp} \times 100\%$(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) = $\frac{Luas\ bidang\ dasar\ sp\ i}{Total\ luas\ plot}$(3.5).

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

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

III.1.3 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).

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.

Data yang diperoleh selanjutnya akan dianalisis dengan indeks keanekaragaman, kelimpahan relatif, dominansi, dan pemerataan, sebagai berikut:

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 tergambar 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.

$$H' = - \sum P_i \cdot \ln(P_i)$$

$$P_i = n_i/N$$

Dimana :

H': Nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener.

P_i : Probabilitas spesies (kepadatan relatif).

ln (p_i): Logaritma bilangan natural dari p_i.

n_i : 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.

$$D = \frac{1}{\sum (P_i)^2}$$

Dimana :

D : Indeks dominansi Simpson

P_i : Probabilitas spesies (kepadatan relatif).

4. Indeks Kemerataan Pielou (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.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 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

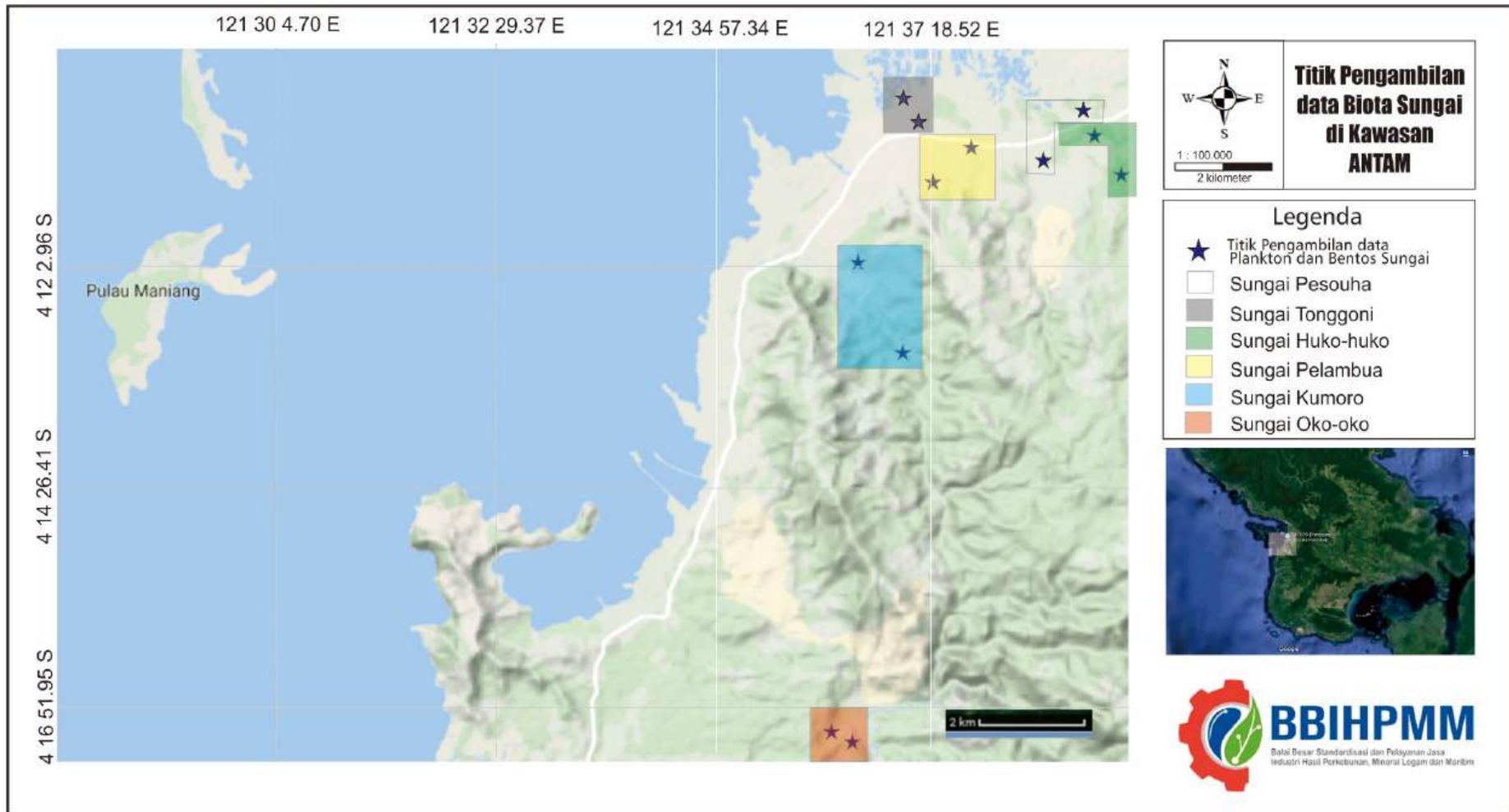
Sungai Pesouha (hilir), Tambang Utara.	UTM 51M 349377.004E 9538162.432N	4 °10'37.7" S 121 °38'34.56"E	WTU
Sungai Pesouha (hulu), Tambang Utara.	UTM 51M 349137.585E 9537636.277N	4 °10'54.82" S 121 °38'26.77"E	WTU
Sungai Kumoro (hilir), Tambang Tengah.	UTM 51M 344912.673E 9535836.531N	4 °12'19.22" S 121 °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), Tambang Selatan.	UTM 51M 351309.112E 9537381.132N	4 ° 18'23.79" S 121 ° 37' 4.58" E	WTS
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, 2007):

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

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.

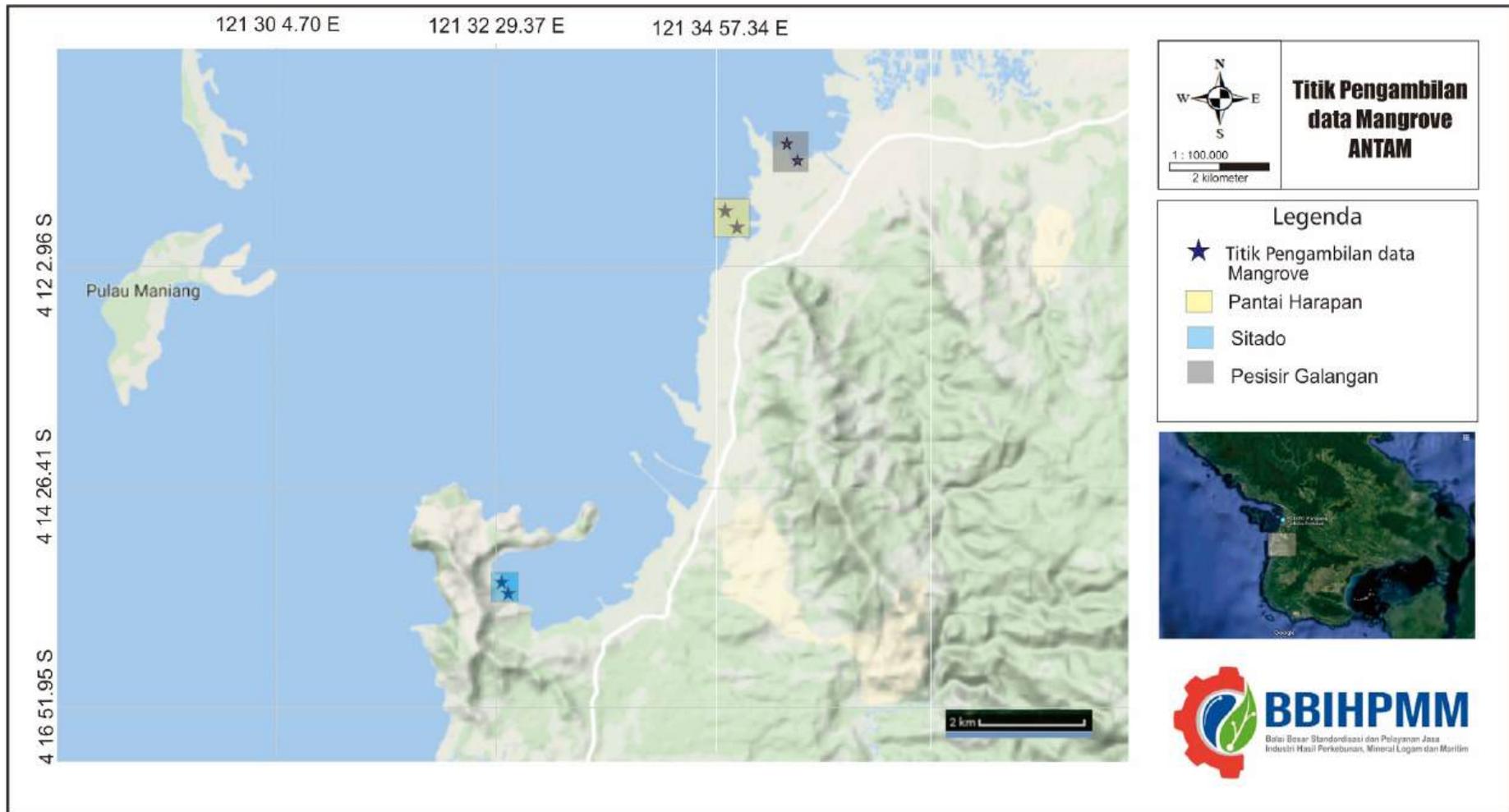
Nama Lokasi	Koordinat UTM	Koordinat Geografis	Lokasi
Area rehabilitasi mangrove, Pantai Harapan	UTM 51M 343854.674E 9536577.874N	4° 11' 28.98" S 121° 35' 35.40" E	WTU
Area virgin mangrove, Pantai Harapan	UTM 51M 344049.242E 9536340.354N	4° 11' 36.72" S 121° 35' 41.69" E	WTU
Area rehabilitasi mangrove, 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



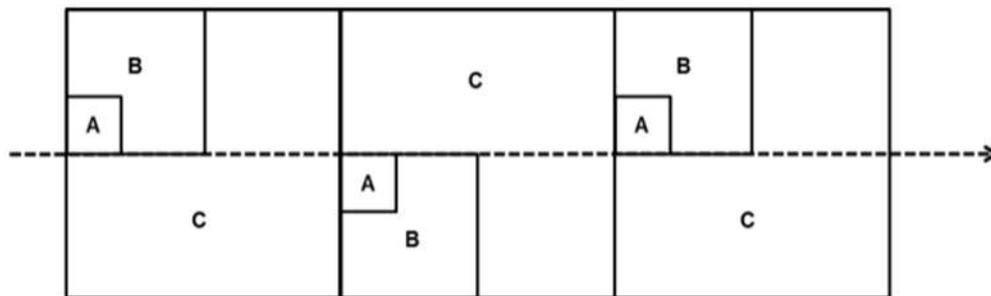
Gambar 3.4 Titik pemantauan mangrove

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 (Shannon-Wiener)

ni : Jumlah total individu species (i)

N : Jumlah total individu seluruh jenis

S : Jumlah spesies yang ditemukan

\sum : 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 Penunjangannya 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 Hakatutubu. 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

Nama Lokasi	Koordinat UTM	Koordinat Geografis	Lokasi
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
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			

Nama Lokasi	Koordinat UTM	Koordinat Geografis	Lokasi
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
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:

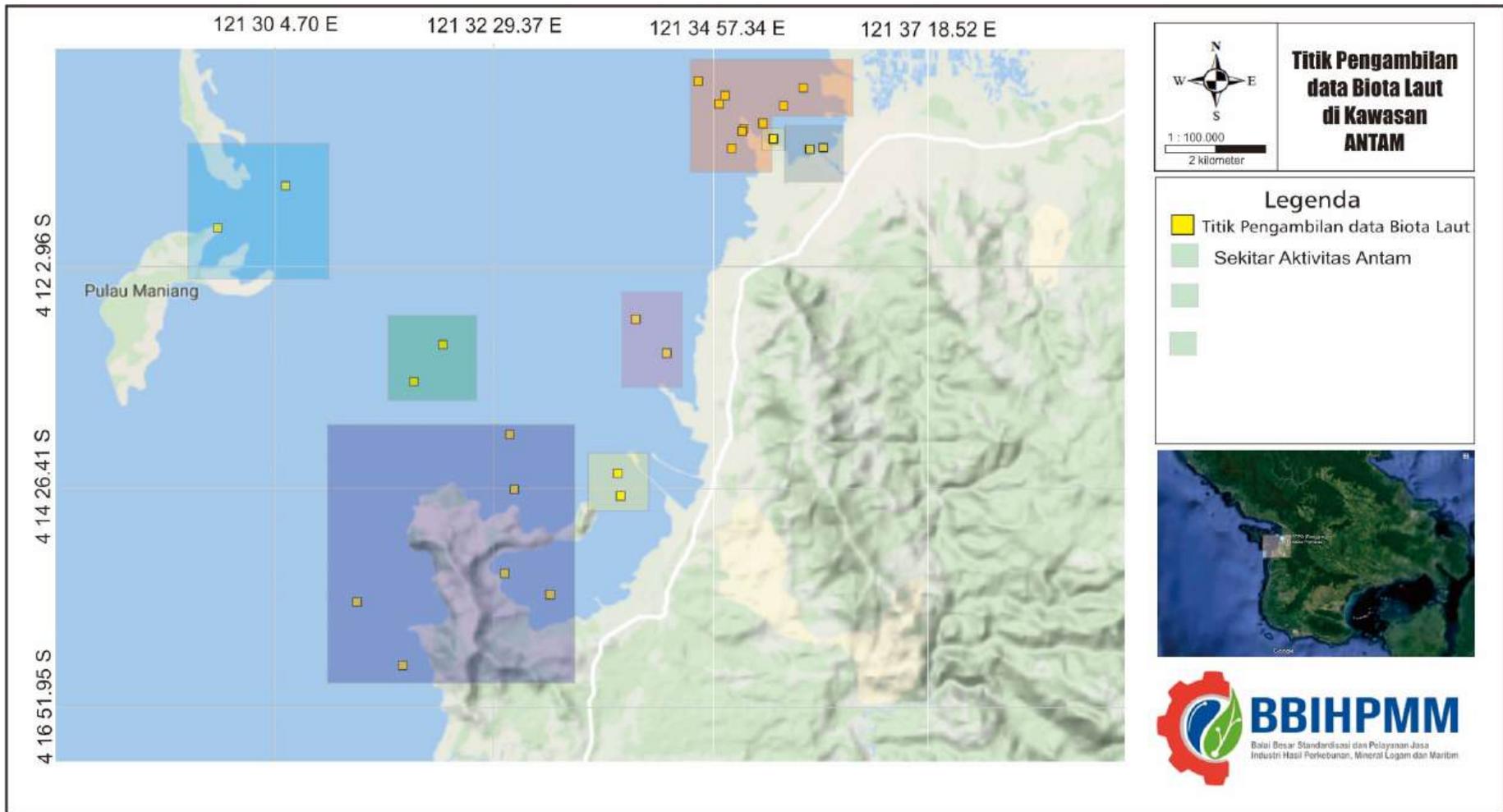
WTU : Area Tambang Utara

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 *zoanths*, 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 X2)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

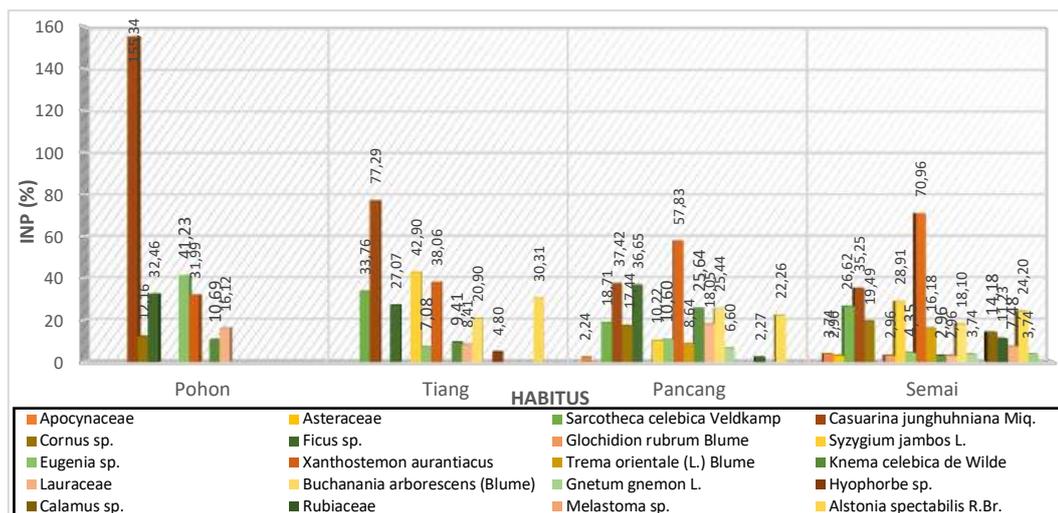
IV.1.1 Flora Darat

Pemantauan flora darat yang ada di Wilayah PT Antam Tbk, Kolaka 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 II 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 Area 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 (212,33 mdpl), Bukit TLC.1 Wilayah Tambang Tengah (159,24 mdpl), dan Bukit H Wilayah Tambang Selatan (61,2 mdpl). Adapun informasi parameter lingkungan berupa suhu udara berkisar 27,9°C–28,2°C, kelembapan udara antara 81,3%–85,5%, intensitas cahaya 1.020 lux–1.590 lux, kelembapan tanah 10%-60%, dan pH tanah 8.

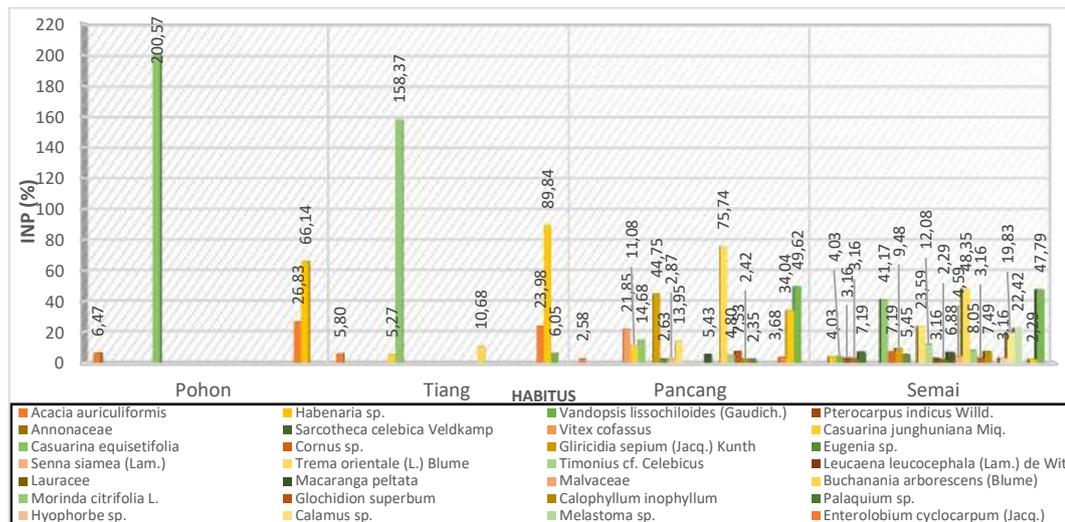
Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) menunjukkan bahwa terdapat 7 jenis tumbuhan yang berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) di area virgin (alami), INP tertinggi dari jenis Cemara gunung *Casuarina junghuhniana* Miq. (155,34%) dan terendah dari jenis Knema *Knema celebica* de Wilde (10,69%). 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. (77,29%) dan terendah dari jenis Palem *Hyophorbe* sp. (4,80%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) terdapat 15 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Kayu besi *Xanthostemon aurantiacus* (Brongn. & Gris) Schltr (57,83%) dan terendah dari jenis famili Apocynaceae (2,24%). Sedangkan nilai INP tumbuhan berhabitus semai terdapat 19 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Kayu besi *Xanthostemon aurantiacus* (Brongn. & Gris) Schltr (70,96%) dan INP terendah ada empat jenis tumbuhan yaitu Dempul lelet *Glochidion rubrum* Blume., famili

Asteraceae, famili Lauraceae, dan Knema *Knema celebica* de Wilde dengan nilai INP (2,96%).

Data pemantauan menunjukkan bahwa struktur dan komposisi jenis vegetasi yang berada di dalam plot pemantauan di area virgin (alami) terdapat 21 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, Jambujambu, Knema, dan famili Lauraceae, sedangkan 16 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 (156,79 mdp) 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–28,3°C, kelembapan udara 85,5%-88,9%, intensitas cahaya 1.600 lux–1.915 lux, kelembapan tanah 10%-15%, dan pH tanah 7,8-8,0.

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* (200,57%) dan terendah dari jenis Akasia daun kecil *Acacia auriculiformis* (6,47%). 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* (158,37%) dan terendah dari jenis Cemara gunung *Casuarina junghuhniana* Miq. (5,27%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) terdapat 17 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescens* Blume. (75,74%) dan terendah dari jenis Nyatoh *Palaquium* sp. (2,35%). Sedangkan nilai INP tumbuhan berhabitus semai terdapat 24 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescens* Blume. (48,35%) dan INP terendah ada dua jenis tumbuhan yaitu Sengon laut *Paraserianthes falcataria* (L.) dan famili Lauraceae dengan nilai INP (2,29%).

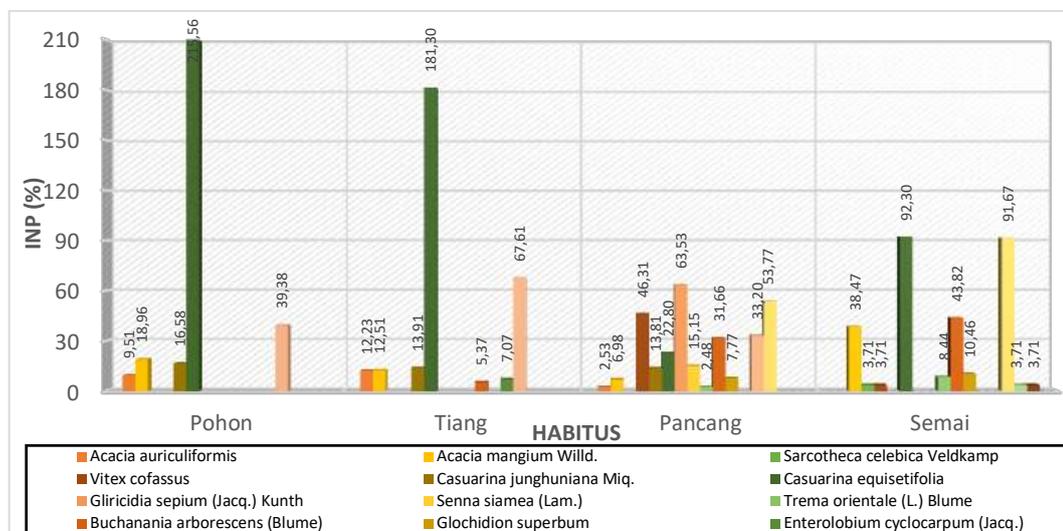
Data pemantauan menunjukkan bahwa struktur dan komposisi jenis vegetasi yang berada di dalam plot pemantauan di Area Revegetasi tahun 2015 (N7) terdapat 30 jenis tumbuhan. Dari seluruh jenis tumbuhan tersebut ditemukan dua jenis tumbuhan yang mempunyai habitus hidup lengkap mulai dari tingkat semai, pancang, tiang dan pohon yaitu dari jenis Cemara laut dan Sengon laut, sedangkan 28 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.

Sedangkan nilai INP tumbuhan berhabitus semai terdapat 16 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescens* (Blume). (75,28%) dan INP terendah ada lima jenis tumbuhan yaitu familu Asterceae, *Bitti itex cofassus*, Jambu-jambu *Eugenia* sp. famili Rubiaceae, dan Sengon laut *Paraserianthes falcataria* L. dengan nilai INP (3,20%).

Data pemantauan menunjukkan bahwa struktur dan komposisi jenis vegetasi yang berada di dalam plot pemantauan di Area Revegetasi tahun 2016 (N6) terdapat 23 jenis tumbuhan. Dari seluruh jenis tumbuhan tersebut ditemukan empat jenis tumbuhan yang mempunyai habitus hidup lengkap mulai dari tingkat semai, pancang, tiang dan pohon yaitu dari jenis Akasia daun lebar, Cemara laut, Gamal, dan Sengon laut, sedangkan 19 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

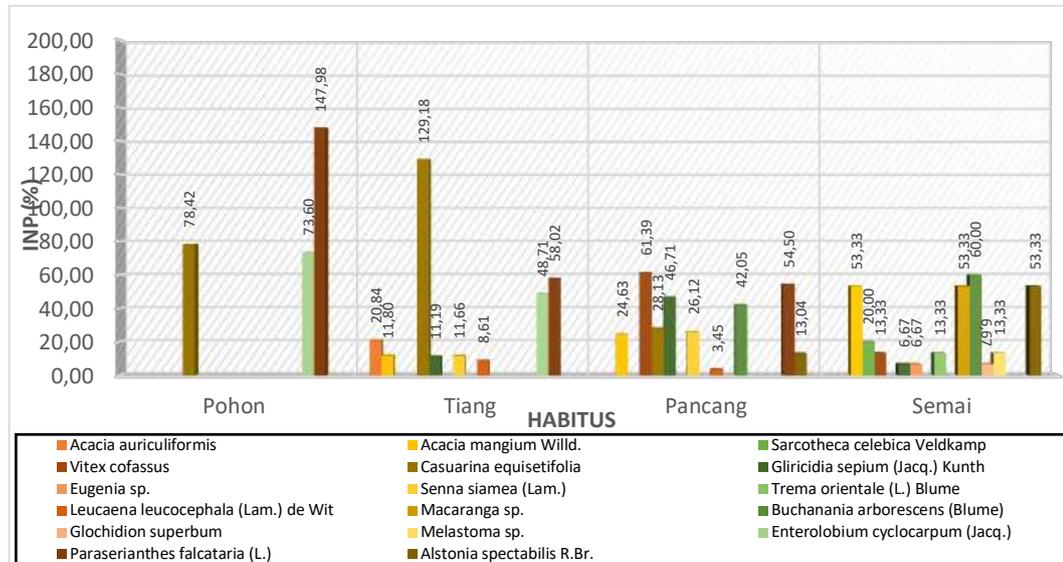
Bukit TY.2 Wilayah Tambang Tengah (120 mdpl) dengan luas 13,56 ha. Adapun informasi parameter lingkungan berupa suhu udara berkisar 31,0°C–31,4°C, kelembapan udara 63,5%-64,9%, intensitas cahaya 1.950 lux–2.630 lux, kelembapan tanah 10%, dan pH tanah 8.

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) menunjukkan bahwa terdapat 5 jenis tumbuhan yang berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) di Area Revegetasi tahun 2017 (N5), INP tertinggi dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (215,56%) dan terendah dari jenis Akasia daun kecil *Acacia auriculiformis* (9,51%). 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* (181,30%) dan terendah dari jenis Manggamanangga *Buchanania arborescens* Blume. (5,37%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) terdapat 12 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Gamal *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth. (63,53%) dan terendah dari jenis Kersen hutan *Trema orientale* (L.) Blume (2,48%). Sedangkan nilai INP tumbuhan berhabitus semai terdapat 10 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (92,30%) dan INP terendah dari empat jenis tumbuhan yaitu Belimbing hutan *Sarcotecha celebica* Veldkamp, Bitti *Vitex cofassus*, Senggani *Melastoma* sp., dan Daun jembelu *Embelia* sp. dengan nilai INP (3,71%).

Data pemantauan menunjukkan bahwa struktur dan komposisi jenis vegetasi yang berada di dalam plot pemantauan di Area Revegetasi tahun 2017 (N5) terdapat 16 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 Akasia daun lebar dan Cemara 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 (60,64 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 30,4°C–31,5°C, kelembapan udara 67,7%–72,6%, intensitas cahaya 1.763 lux–1.953 lux, kelembapan tanah 10%–15%, dan pH tanah 8,0.

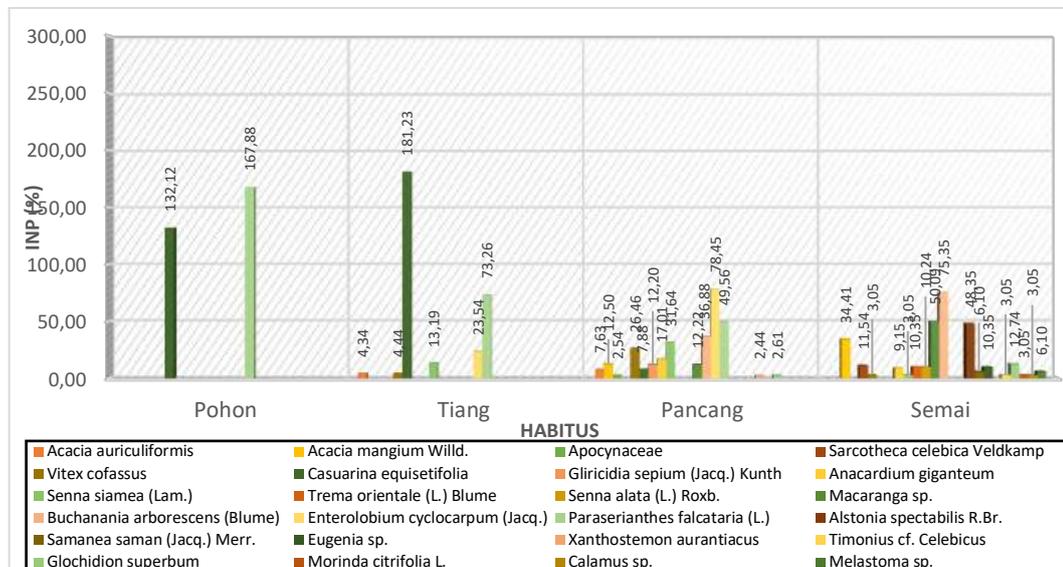
Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) menunjukkan bahwa terdapat 3 jenis tumbuhan yang berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) di Area Revegetasi tahun 2018 (N4), INP tertinggi dari jenis Sengon laut *Paraserianthes falcataria* L. (147,98%) dan terendah dari jenis Sengon buto *Enterolobium cyclocarpum* (73,60%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus tiang (diameter batang >10 cm-<20 cm) terdapat 8 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (129,18%) dan terendah dari jenis Lamtoro *Leucaena leucocephala* Lam. de Wit (8,61%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) terdapat 9 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Bitti *Vitex cofassus* (61,39%) dan terendah dari jenis Lamtoro *Leucaena leucocephala* Lam. de Wit (3,45%). Sedangkan nilai INP tumbuhan berhabitus

semai terdapat 11 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescens* (Blume) (60,00%) dan INP terendah dari 3 jenis tumbuhan yaitu Gamal *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth, Jambu-jambu *Eugenia* sp., dan Mubi *Glochidion superbum* dengan nilai INP (6,67%).

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 tidak ditemukan tumbuhan yang mempunyai habitus hidup lengkap, namun sudah dijumpai habitus tumbuhan pada tiga kategori mulai dari tingkat semai, pancang dan tiang yaitu dari jenis Akasia daun lebar, Cemara laut, Gamal, dan Sengon laut, sedangkan 13 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 (25,11 mdpl) dengan luas 7,47 ha, Wilayah Tambang Selatan. Adapun informasi parameter lingkungan berupa suhu udara berkisar 28,4°C–28,8°C, kelembapan udara 82,4%–86,0%, intensitas cahaya 1.847 lux–1.888, kelembapan tanah 10%–30%, dan pH tanah 8,0.

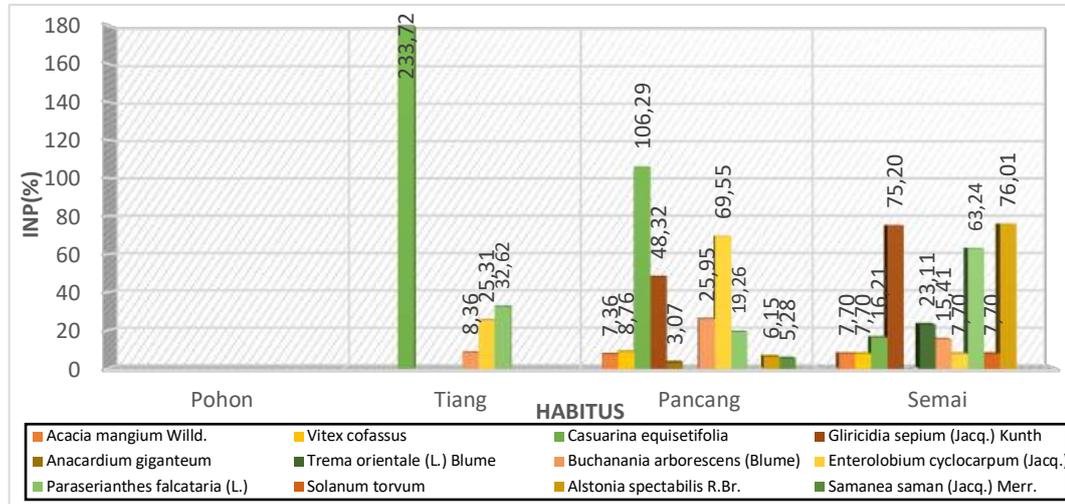
Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) menunjukkan bahwa terdapat 2 jenis tumbuhan yang berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) di Area Revegetasi tahun 2019 (N3), INP tertinggi dari jenis Sengon laut *Paraserianthes falcataria* L. (167,88%) dan terendah dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (132,12%). 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* (181,23%) dan terendah dari jenis Akasia daun kecil *Acacia auriculiformis* (4,34%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) terdapat 14 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Sengon buto *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) (78,45%) dan terendah dari jenis Kayu besi *Xanthostemon aurantiacus* (2,44%). Sedangkan nilai INP tumbuhan berhabitus semai terdapat 17 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescens* (Blume) (75,35%) dan INP terendah dari 5 jenis tumbuhan yaitu Bitti *Vitex cofassus*, Johar *Senna siamea* (Lam.), Ketimun *Timonius* cf. *Celebicus*, Mengkudu *Morinda citrifolia* L., dan Rotan *Calamus* sp. dengan nilai INP (3,05%).

Data pemantauan menunjukkan bahwa struktur dan komposisi jenis vegetasi yang berada di dalam plot pemantauan di Area Revegetasi tahun 2019 (N3) terdapat 24 jenis tumbuhan. Dari seluruh jenis tumbuhan tersebut tidak ditemukan tumbuhan yang mempunyai habitus hidup lengkap, namun sudah dijumpai habitus tumbuhan pada tiga kategori mulai dari tingkat semai, pancang dan tiang yaitu dari jenis Bitti, Cemara laut, Johar, dan Sengon laut, sedangkan 21 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 (12,7 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 27,0°C–27,5°C, kelembapan udara 79,9%-86%, intensitas cahaya 1.450 lux–1.960 lux, kelembapan tanah 10%, dan pH tanah 8,0.

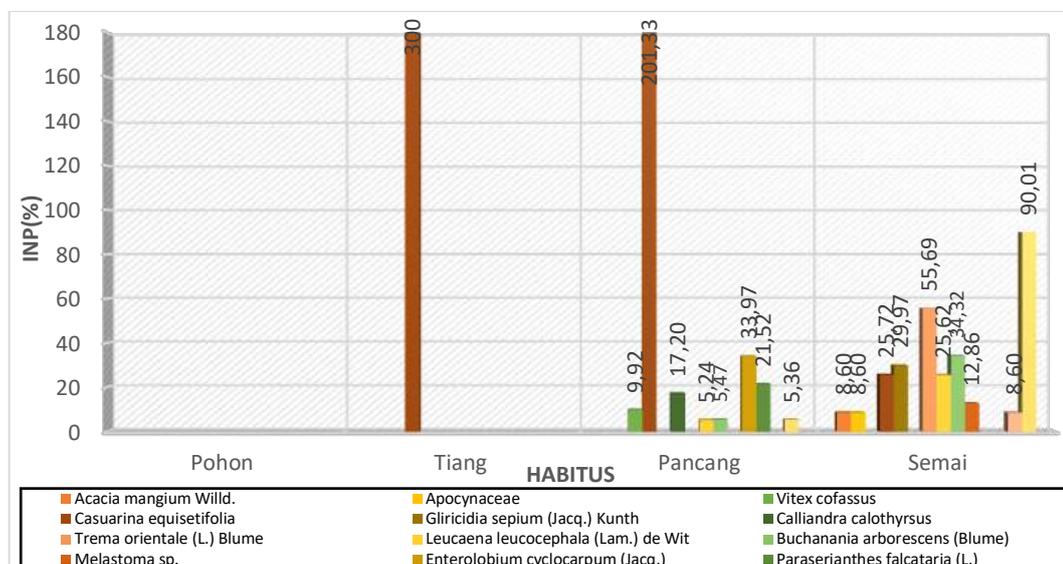
Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) menunjukkan bahwa tidak terdapat tumbuhan yang berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) di Area Revegetasi tahun 2020 (N2). Namun terdapat tumbuhan yang berhabitus tiang (diameter batang >10 cm-<20 cm) terdapat 4 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (233,72%) dan terendah dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescens* (Blume) (8,36%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) terdapat 11 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (106,29%) dan

terendah dari jenis Jambu monyet *Anacardium giganteum* (3,07%). Sedangkan nilai INP tumbuhan berhabitus semai terdapat 10 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (76,01%) dan INP terendah dari 4 jenis tumbuhan yaitu Akasia daaun lebar *Acacia mangium* Willd., Bitti *Vitex cofassus*, Sengon buto *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.), dan Terung pipit *Solanum torvum* dengan nilai INP (7,70%).

Data pemantauan menunjukkan bahwa struktur dan komposisi jenis vegetasi yang berada di dalam plot pemantauan di Area Revegetasi tahun 2020 (N2) terdapat 12 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, Mangga-mangga, 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)

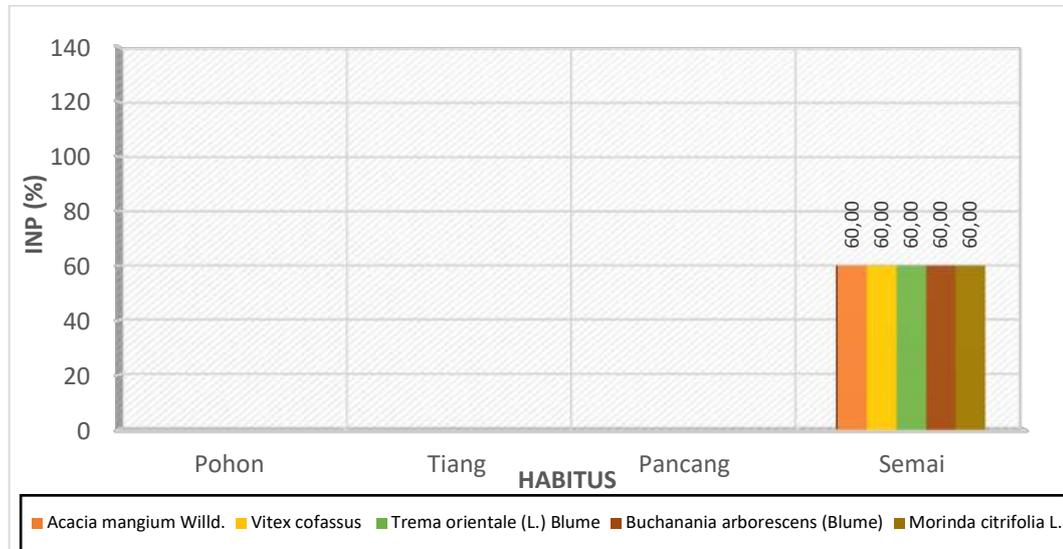
Pemantauan flora di Area Revegetasi tahun 2021 (N1) dilakukan pada dua lokasi yaitu Bukit Fortuner (72,4 mdpl) Wilayah Tambang Selatan dengan luas 11,23 ha dan Bukit Strada Wilayah Tambang Utara (154,69 mdpl) dengan luas 1,55 ha. Pemantauan vegetasi tumbuhan yang dilakukan di Area Revegetasi tahun 2021 (N1) merupakan pemantauan tahun pertama di semester ini. Adapun informasi parameter lingkungan berupa suhu udara berkisar 29,3°C–31,7°C, kelembapan udara 72,9%–78,1%, intensitas cahaya 1.523 lux–1.996 lux, kelembapan tanah 10%–20%, dan pH tanah 8,0.

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) menunjukkan bahwa tidak terdapat tumbuhan yang berhabitus pohon (diameter batang >20 cm), namun sudah terdapat tumbuhan yang berhabitus tiang (diameter batang >10 cm-<20 cm) sebanyak 1 jenis dari Cemara laut *Casuarina equisetifolia* dengan nilai INP (300,0%). Tumbuhan yang berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) sebanyak 8 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (201,33%) dan terendah dari jenis Lamtoro *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (5,24%). Sedangkan nilai INP tumbuhan berhabitus semai terdapat 10 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (90,01%) dan INP terendah dari 3 jenis tumbuhan yaitu Akasia daun lebar *Acacia mangium* Willd., famili Apocynaceae dan Terung pipit *Solanum torvum* dengan nilai INP (8,60%).

Data pemantauan menunjukkan bahwa struktur dan komposisi jenis vegetasi yang berada di dalam plot pemantauan di Area Revegetasi tahun 2021 (N1) 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 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)

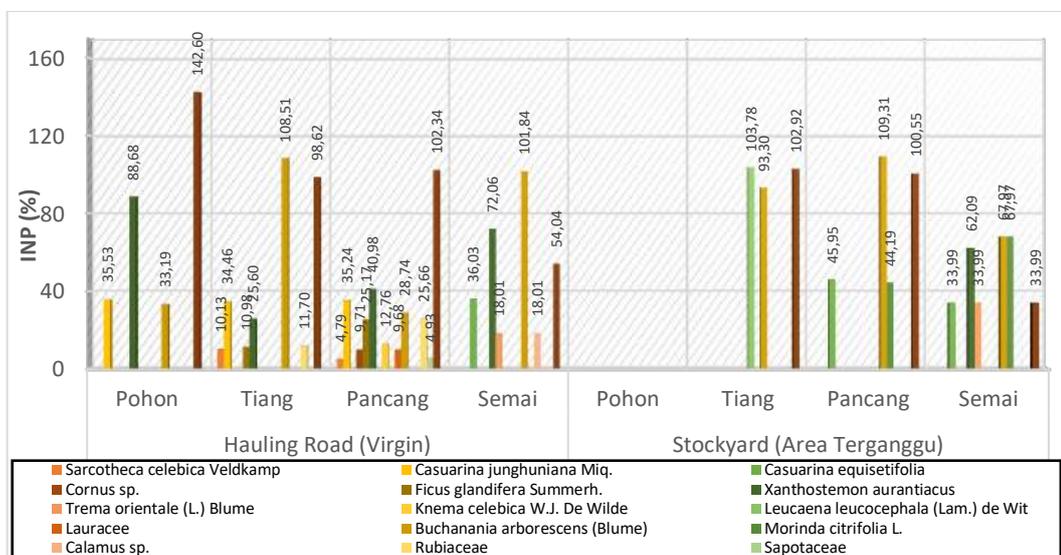
Pemantauan flora di Area Terganggu (N0) dilakukan pada dua lokasi yaitu Bukit V Wilayah Tambang Utara (182 mdpl) dan Bukit CF Wilayah Tambang Selatan (63,43 mdpl). Adapun informasi parameter lingkungan berupa suhu udara berkisar 29,7°C–31,6°C, kelembapan udara 70,3%-82,5%, intensitas cahaya 1.759 lux–1.953 lux, kelembapan tanah 40%, dan pH tanah 8,0.

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 Akasia daun lebar *Acacia mangium* Willd, Bitti *Vitex cofassus*, Manggamannga *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 tercukup.

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 jenis-jenis tumbuhan pioner tersebut di atas 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 penutup tanah untuk dilakukan revegetasi di Area Terganggu ini.

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 31,8°C–33,0°C, kelembapan udara 63%-76%, intensitas cahaya 1.428 lux–1.975 lux, kelembapan tanah 50-80%, dan pH tanah 8,0.

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. (142,60%) dan terendah dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescen* (Blume) (33,19%). Nilai INP tumbuhan yang berhabitus tiang (diameter batang >10 cm-<20 cm) terdapat 7 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescen* (Blume) (108,51%) dan terendah dari jenis Belimbing hutan *Sarcotheca celebica* Veldkamp. (10,13%). 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 (102,34%) dan terendah dari jenis Belimbing hutan *Sarcotheca celebica* Veldkamp. (4,79%). Sedangkan nilai INP tumbuhan berhabitus semai terdapat 11 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescen* (Blume) (101,84%) dan INP terendah dari 2 jenis tumbuhan yaitu Kersen hutan *Trema orientale* (L.) Blume dan Rotan *Calamus* sp. dengan nilai INP (18,01%).

Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) yang ada di Area Terganggu (*Stockyard*) menunjukkan bahwa tidak terdapat tumbuhan yang berhabitus pohon (diameter batang >20 cm), namun sudah terdapat tumbuhan yang berhabitus tiang (diameter batang >10 cm-<20 cm) yaitu dari 3 jenis, dengan INP tertinggi dari jenis Lamtoro *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (103,78%) dan terendah dari tumbuhan Mangga-mangga *Buchanania arborescen* (Blume) (93,30%). Tumbuhan yang berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) yaitu 4 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescen* (Blume) (109,31%) dan terendah dari tumbuhan Mengkudu *Morinda citrifolia* L. (44,19%).

Sedangkan nilai INP tumbuhan berhabitus semai terdapat 6 jenis tumbuhan, dengan INP tertinggi dari 2 jenis tumbuhan yaitu Mengkudu *Morinda citrifolia* L. dan Mangga-mangga *Buchanania arborescen* (Blume) (67,97%) dan INP terendah dari 3 jenis tumbuhan yaitu Cemara laut *Casuarina equisetifolia* L., Kersen hutan *Trema orientale* (L.) dan Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. dengan nilai INP (33,99%).

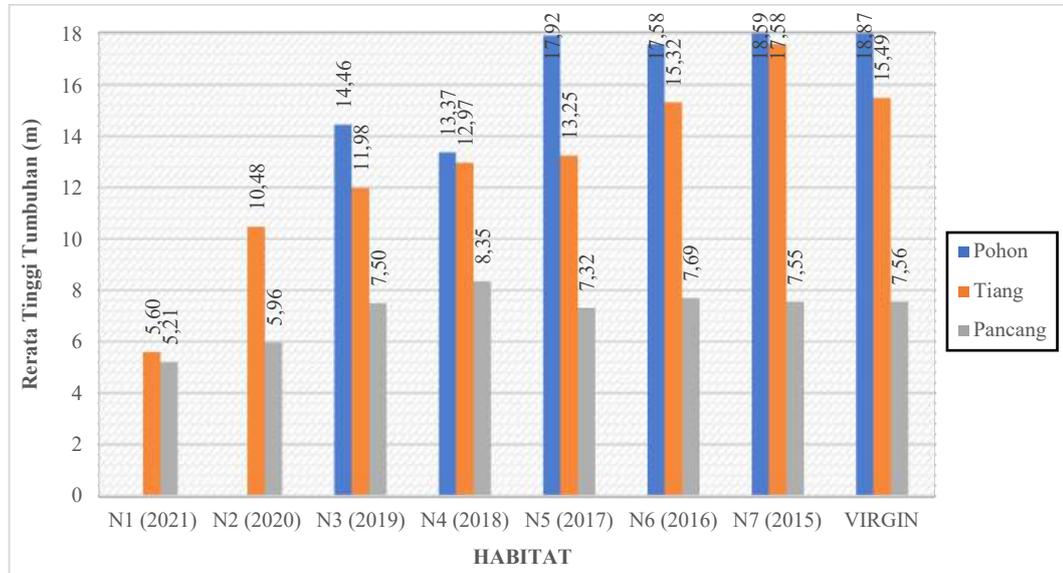
Data pemantauan menunjukkan bahwa struktur dan komposisi jenis vegetasi yang berada di dalam plot pemantauan di Area Virgin (*Hauling Road*) terdapat 14 jenis tumbuhan, sedangkan Area Terganggu (*Stockyard*) terdapat 7 jenis tumbuhan. Dari seluruh jenis tumbuhan tersebut ditemukan tiga jenis tumbuhan yang mempunyai habitus hidup lengkap di Area Virgin yaitu dari jenis 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 kategori pancang dan semai yang berpotensi sebagai tumbuhan besar maupun tumbuhan pionir untuk bisa mengembalikan kondisi ekosistem di area ini. Selain itu, di Area terganggu (*Stockyard*) pada pemantauan semester ini banyak dijumpai tanaman Cemara laut yang merupakan tanaman revegetasi masih berada pada habitus semai.

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 delapan area pemantauan di Wilayah Tambang PT Antam Tbk, Kolaka semester II tahun 2022 dapat dilihat pada Gambar 4.11.

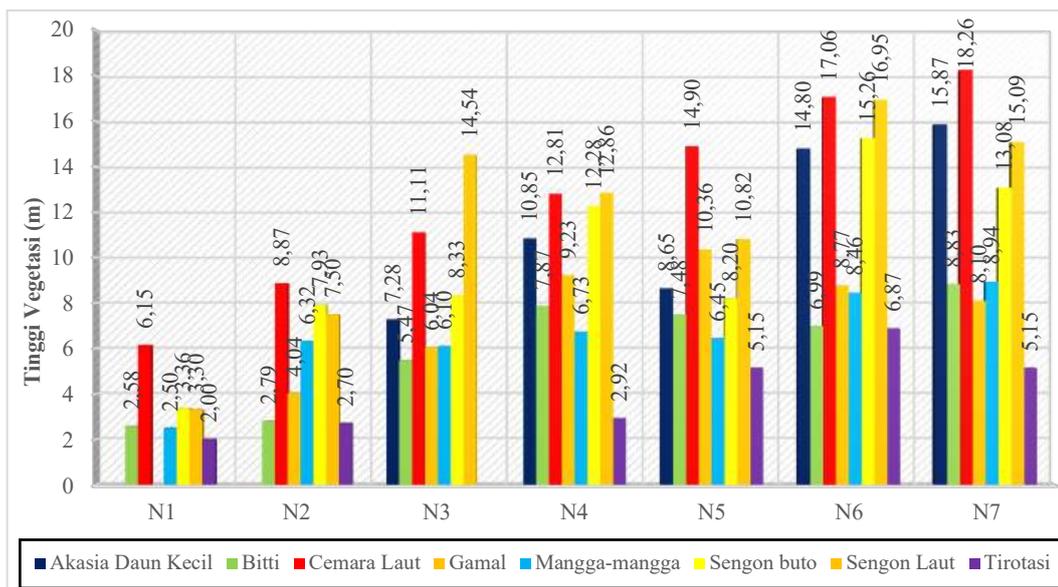


Gambar 4.11 Rerata tinggi tumbuhan berdasarkan tingkat habitus di Wilayah Tambang PT Antam Tbk, Kolaka semester II tahun 2022

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, namun sudah terdapat vegetasi tumbuhan yang mencapai kategori tiang dengan rerata tinggi tanaman 5,60 m, sedangkan kategori pancang dengan rerata tinggi tanaman 5,21 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 10,48 m dan kategori pancang dengan rerata tinggi tanaman 5,96 m. Vegetasi tanaman di Area Revegetasi tahun 2019 (N3) menunjukkan bahwa tanaman pada habitus pohon mencapai rerata tinggi tanaman sebesar 14,46 m, kategori tiang dengan rerata tinggi tanaman 11,98 m dan kategori pancang dengan rerata tinggi tanaman 7,50 m. Vegetasi tanaman di Area Revegetasi tahun 2018 (N4) menunjukkan bahwa tanaman pada habitus pohon mencapai rerata tinggi tanaman sebesar 13,37 m, kategori tiang dengan rerata tinggi tanaman 12,97 m dan kategori pancang dengan rerata tinggi tanaman 8,35 m. Vegetasi tanaman di Area

Revegetasi tahun 2017 (N5) menunjukkan bahwa tanaman pada habitus pohon mencapai rerata tinggi tanaman sebesar 17,92 m, kategori tiang dengan rerata tinggi tanaman 13,25 m dan kategori pancang dengan rerata tinggi tanaman 7,32 m. Vegetasi tanaman di Area Revegetasi tahun 2016 (N6) menunjukkan bahwa tanaman pada habitus pohon mencapai rerata tinggi tanaman sebesar 17,58 m, kategori tiang dengan rerata tinggi tanaman 15,32 m dan kategori pancang dengan rerata tinggi tanaman 7,69 m. Vegetasi tanaman di Area Revegetasi tahun 2015 (N7) menunjukkan bahwa tanaman pada habitus pohon mencapai rerata tinggi tanaman sebesar 18,59 m, kategori tiang dengan rerata tinggi tanaman 17,58 m dan kategori pancang dengan rerata tinggi tanaman 7,55 m. Sedangkan vegetasi tumbuhan di Area Virgin (Alami) menunjukkan bahwa tanaman pada habitus pohon mencapai rerata tinggi tanaman sebesar 18,87 m, kategori tiang dengan rerata tinggi tanaman 15,49 m, kategori pancang dengan rerata tinggi tanaman 7,56 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, Kayu besi 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, Kolaka semester II tahun 2022 dapat dilihat pada **Gambar 4.12** berikut.



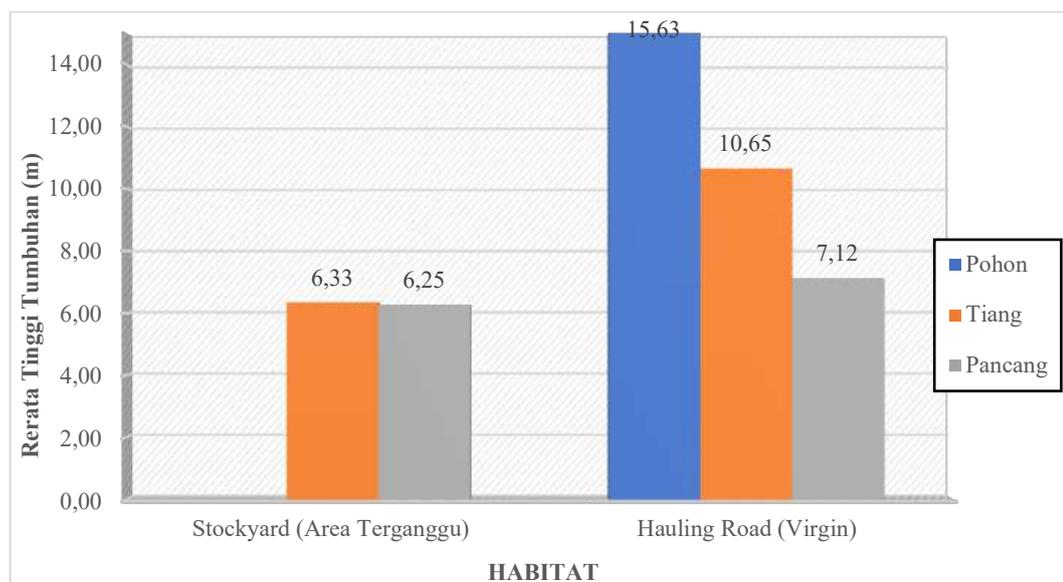
Gambar 4.12 Rerata tinggi pada delapan jenis tanaman di Area Revegetasi (N1-N7) di Wilayah Tambang PT Antam Tbk, Kolaka semester II tahun 2022

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, mangga-mangga, sengon laut dan sengon buto merupakan tanaman yang ditemukan pada semua area pemantauan (tujuh area revegetasi), namun tanaman jenis gamal dan tirotasi ditemukan pada enam area pemantauan, dan tanaman jenis akasia daun kecil sudah tidak dijumpai pada pemantauan semester ini di area N2 (Revegetasi 2020).

Hasil analisis rerata tinggi jenis tanaman Akasia daun kecil dengan rata-rata tinggi mencapai 7,28 m-15,87 m dan rerata tertinggi berada pada area revegetasi tahun 2015 (N7). Jenis tanaman Bitti dengan rata-rata tinggi mencapai 2,58 m-8,83

m dan rerata tertinggi berada pada area revegetasi tahun 2015 (N7). Jenis tanaman Cemara laut dengan rata-rata tinggi mencapai 6,15 m-18,26 m dan rerata tertinggi berada pada area revegetasi tahun 2015 (N7). Jenis tanaman Gamal dengan rata-rata tinggi mencapai 4,04 m-10,36 m dan rerata tertinggi berada pada area revegetasi tahun 2017 (N5). Jenis tanaman Mangga-mangga dengan rata-rata tinggi mencapai 2,50 m-8,94 m dan rerata tertinggi berada pada area revegetasi tahun 2015 (N7). Jenis tanaman Sengon buto dengan rata-rata tinggi mencapai 3,36 m-15,26 m dan rerata tertinggi berada pada area revegetasi tahun 2016 (N6). Jenis tanaman Sengon laut dengan rata-rata tinggi mencapai 3,30 m-16,95 m dan rerata tertinggi berada pada area revegetasi tahun 2016 (N6). Jenis tanaman Tirotasi dengan rata-rata tinggi mencapai 2,00 m-6,87 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 II 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 II 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. Namun telah terdapat vegetasi yang mencapai kategori tiang dengan rerata tinggi tanaman 6,33 m dan kategori pancang dengan rerata tinggi tanaman 6,25 m. Sedangkan untuk area virgin (*Hauling Road*) Pulau Maniang rata-rata tinggi tanaman pada habitus pohon adalah 15,63 m, untuk habitus tiang adalah 10,65 m dan rerata tinggi tanaman pada habitus pancang adalah 7,12 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) megatakan 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, Kolaka 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, Kolaka Semester II tahun 2022

No	Lokasi	Σ Jenis	Σ Individu	Indeks Keanekaragaman	Kategori
1	Virgin	21	419	2,55	Sedang
2	Revegetasi 2015 (N7)	30	476	2,25	Sedang
3	Revegetasi 2016 (N6)	23	455	2,46	Sedang

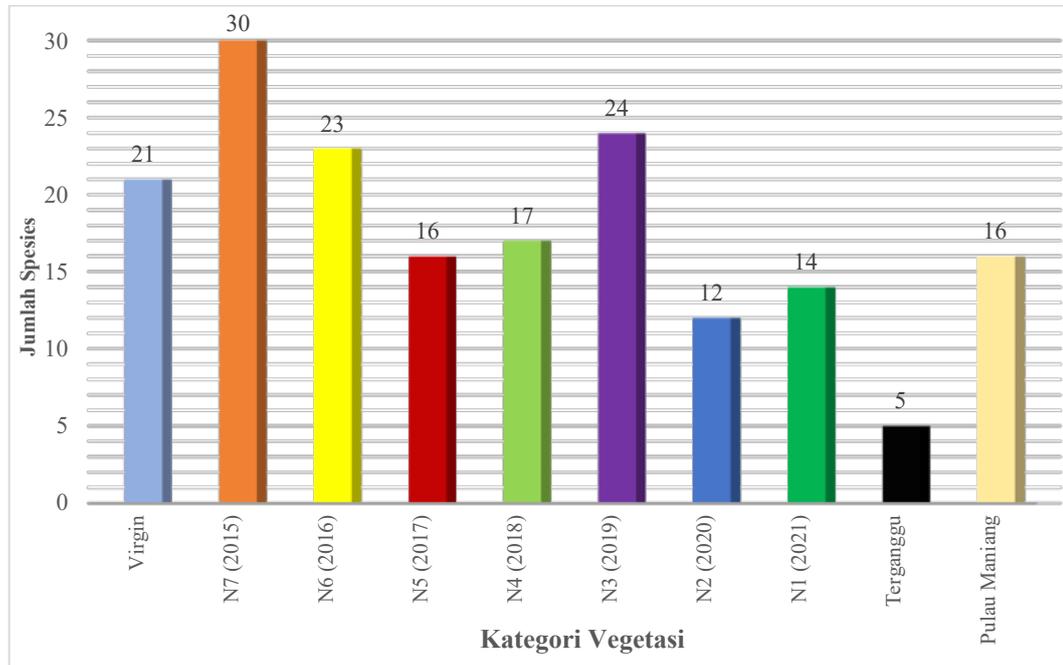
4	Revegetasi 2017 (N5)	16	339	2,07	Sedang
5	Revegetasi 2018 (N4)	17	416	2,26	Sedang
6	Revegetasi 2019 (N3)	24	443	2,21	Sedang
7	Revegetasi 2020 (N2)	12	275	1,69	Rendah
8	Revegetasi 2021 (N1)	14	111	1,66	Rendah
9	Pulau Maniang	16	208	1,80	Rendah

Sumber: Hasil perhitungan Flora, Desember 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, Kolaka semester II tahun 2022 dapat dilihat pada **Gambar 4.14** berikut.



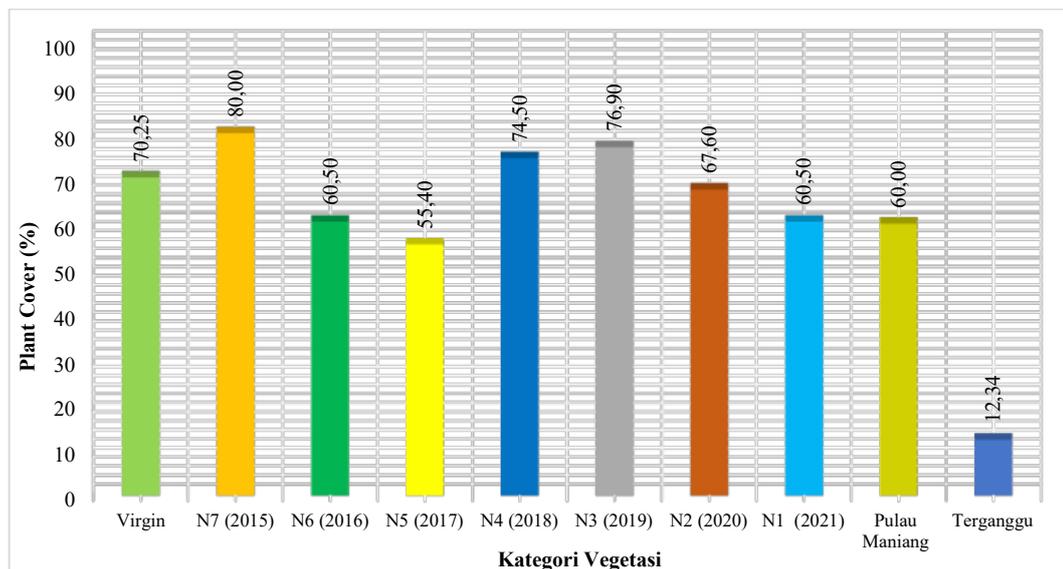
Gambar 4.14 Perbandingan jumlah spesies pada sepuluh area pemantauan di Wilayah Tambang PT Antam Tbk, Kolaka semester II tahun 2022

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 30 spesies dibandingkan dengan jumlah spesies yang terpantau di area virgin (21 spesies). Area revegetasi tahun 2016 (N6) dan area revegetasi tahun 2019 (N3), jumlah spesies yang terpantau dan teridentifikasi hampir 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-

rumpunan 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, Kolaka semester II tahun 2022 dapat dilihat pada Gambar 4.15 berikut.



Gambar 4.15 Persentase penutupan tanah oleh tumbuhan *cover crop* di Wilayah Tambang PT Antam Tbk, Kolaka semester II tahun 2022

Persentase penutupan tanah merupakan kecepatan tanaman menutupi permukaan dan menjadi indikator tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai tanaman penutup tanah (Asbur dkk., 2018). Berdasarkan hasil analisis tersebut terlihat bahwa persentase penutupan tumbuhan penutup tanah pada area revegetasi yang berumur enam sampai tujuh tahun relatif tinggi. Sedangkan tumbuhan penutup tanah di tahun pertama hingga tahun kelima revegetasi memiliki persentase yang rendah, karena pertumbuhan kanopi tumbuhan revegetasi semakin lebar dan menghalangi cahaya matahari untuk sampai pada tumbuhan di bawahnya. Secara keseluruhan, tumbuhan penutup tanah (*cover crop*) pada setiap lokasi pemantauan mengalami peningkatan persentase yang tidak begitu signifikan dengan pemantauan tahun sebelumnya. Hal ini dikarenakan estimasi presentasi tumbuhan penutup tanah pada setiap lokasi sesuai pemantauan tidak berbeda jauh dengan sebelumnya.

Pertumbuhan tanaman bawah sebagai tanaman penutup tanah (*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 semak 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 penutup tanah (*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. Adapun jenis tumbuhan bawah yang lain dan juga tumbuh di area revegetasi maupun area virgin secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 2.

Umumnya tanaman penutup tanah yang tumbuh pada area tersebut merupakan (*cover crop*) tanaman yang memang sengaja ditanam. Selain itu, keterbukaan tajuk tumbuhan revegetasi mendukung pertumbuhan tanaman penutup tanah. Sedangkan pada area yang tajuk tumbuhannya sudah rapat dan lebat terlihat persentase penutup tanahnya relatif akan menurun, namun masih berada pada batas normal hingga tidak terdapat tanaman penutup tanah. Terkecuali pada area terganggu yang merupakan bekas tambang yang belum direvegetasi memiliki persentase tanaman penutup tanah yang memiliki persentase penutup tanah yang kurang jika dibandingkan dengan area revegetasi yang lain. Beberapa area pemantauan mengalami persentase *Cover crop* yang menurun akibat serasah daun Cemara laut *Casuarina equisetifolia* L. yang menutupi seluruh permukaan tanah sehingga tanaman *Cover crop* sulit untuk tumbuh.

Kecepatan penutupan tanah menjadi salah satu syarat suatu tumbuhan dapat digunakan sebagai tanaman penutup tanah. 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, Kolaka semester II tahun 2022 pada sepuluh area pemantauan menunjukkan pertambahan 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.

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.

Tanaman revegetasi dari jenis Cemara laut dan Sengon laut di jumpai memiliki pertumbuhan dan perkembangan yang kurang akibat tanaman yang patah di beberapa area penanaman. Kerusakan pohon yang ada di beberapa area tersebut menyebabkan pohon menjadi patah hingga mati. Patah dan matinya suatu pohon disebabkan oleh beberapa faktor, seperti angin pada saat musim hujan turun dan rusaknya pohon karena terinfeksi oleh jamur penyakit atau terserang hama sehingga pohon cenderung lemah dan mudah patah. Selain itu, kecacatan pohon lain umumnya menyebabkan kerusakan pada bagian cabang misalnya pada penanaman tahun pertama dan kedua, akibat beban yang berlebih dan lemahnya penyambungan dengan batang utama (Abimanyu, 2018). Adapun lokasi kerusakan pohon tersebut berada di Bukit O (Area Revegetasi 2020, WTS), Bukit Fortuner (Area Revegetasi 2018, WTS), Bukit Triton (Area Revegetasi 2020, WTS), Bukit Triton (Area

Revegetasi 2019, WTS), Bukit Fortuner (Area Revegetasi 2021, WTS), dan Bukit QT (Area Revegetasi 2018, WTS).

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).

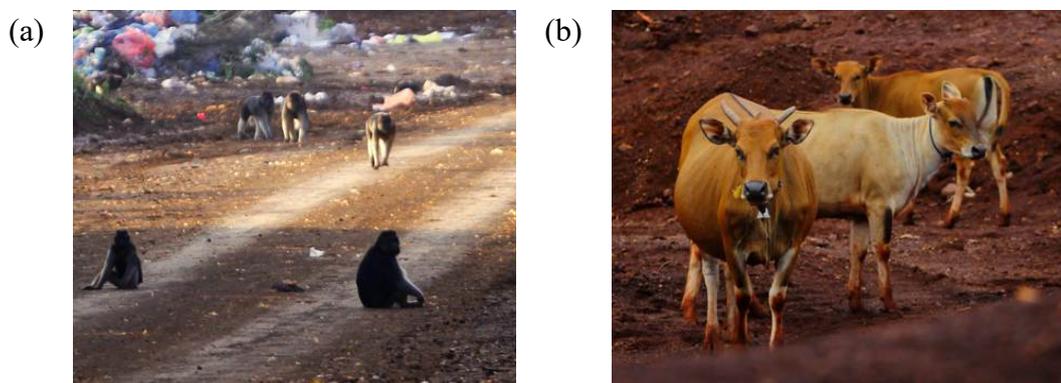
Tumbuhan pioner atau tumbuhan perintis yang tumbuh secara alami pada area revegetasi yang berhasil teridentifikasi merupakan tumbuhan endemik Sulawesi yang khas dengan kondisi tempat tumbuh pada tanah bersifat ultrabasa dan tanahnya mengandung nikel dan besi. Jenis tumbuhan tersebut berasal dari tumbuhan 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), *Girroniera 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

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. 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. Jenis-jenis fauna yang berada di sekitar wilayah PT Antam Tbk dapat dilihat pada Lampiran VIII.1.



Gambar 4.16 (a) Kawanan Monyet Digo yang dijumpai di TPA **(b)** Kawanan Sapi yang dijumpai di Wilayah Tambang Selatan

Fauna dari kelas Reptilia yang tercatat adalah Biawak (*Varanus salvator*), Kadal (*Eutropis* sp.) dan Cecak Terbang (*Draco* sp., Gambar 4.17). Fauna dari kelas

Mamalia yang dijumpai secara langsung adalah Monyet Digo (*Macaca ochreata*), Babi hutan (*Sus sp.*), Anjing (*Canis sp.*), dan Sapi (*Bos sp.*). Monyet Digo sering dijumpai dalam koloni yang besar di sekitar TPA pada waktu-waktu tertentu di pagi dan sore hari untuk mencari makan. Adapun Sapi dan Babi hutan dijumpai secara langsung di Wilayah Tambang Selatan. Sapi yang dijumpai merupakan hewan ternak milik warga sekitar yang dibiarkan mencari makan di dalam area pertambangan. Di luar area pengamatan juga ditemukan Mamalia lain yaitu Kucing (*Felis catus*). Berdasarkan daftar merah IUCN (*International Union for Conservation of Nature*), Monyet Digo (*Macaca ochreata*) 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.



Gambar 4. 17 Cecak terbang (*Draco sp*) yang dijumpai di Bukit TLE-TLF (area revegetasi 2015), Wilayah Tambang Tengah.

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 sekitar aktivitas pertambangan (area perkantoran dan 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* ditemukan sebanyak 33 jenis fauna burung dengan total 884 individu, 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	3	7	13	18	18	14	16	18	20	33
Total Individu	5	48	75	144	108	109	81	98	216	884
Endemik Sulawesi	-	1	3	5	4	3	4	5	6	8
Status Perdagangan:										
Appendix I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Appendix II	-	-	-	-	-	-	-	1	2	3
Status Perlindungan RI:										
Dilindungi	-	-	-	-	-	-	-	1	2	3

Berdasarkan Tabel 4.2, dari total 33 jenis fauna burung yang dijumpai, terdapat tiga jenis (9,1%) 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*), Serindit sulawesi (*Loriculus stigmatus*), dan Baza jerdon

(*Aviceda jerdoni*) (Gambar 4.18). Ketiga jenis burung tersebut juga termasuk ke dalam kategori Appendix II dalam peraturan perdagangan internasional (CITES, 2022).



Gambar 4. 18 Baza jerdon (*Aviceda jerdoni*), burung dilindungi yang termasuk Appendix II yang dijumpai di Bukit TLE-TLF (area revegetasi 2015, WTT).

Selain itu, terdapat tujuh jenis (21,2%) 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*), dan Kadalan sulawesi (*Rhamphococcyx calyrorhynchus*). Berdasarkan daftar merah *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN-red list)* (IUCN, 2022), terdapat satu jenis yang tergolong ke dalam kategori Near Threatened (hampir terancam), yaitu Itik benjut (*Anas gibberifrons*), yang dijumpai di Bukit TLC.1 (area virgin), Tambang Tengah.



Gambar 4. 19 Burung-madu sriganti (*Cinnyris jugularis*) yang memiliki kelimpahan relatif tertinggi pada beberapa habitat di area pertambangan

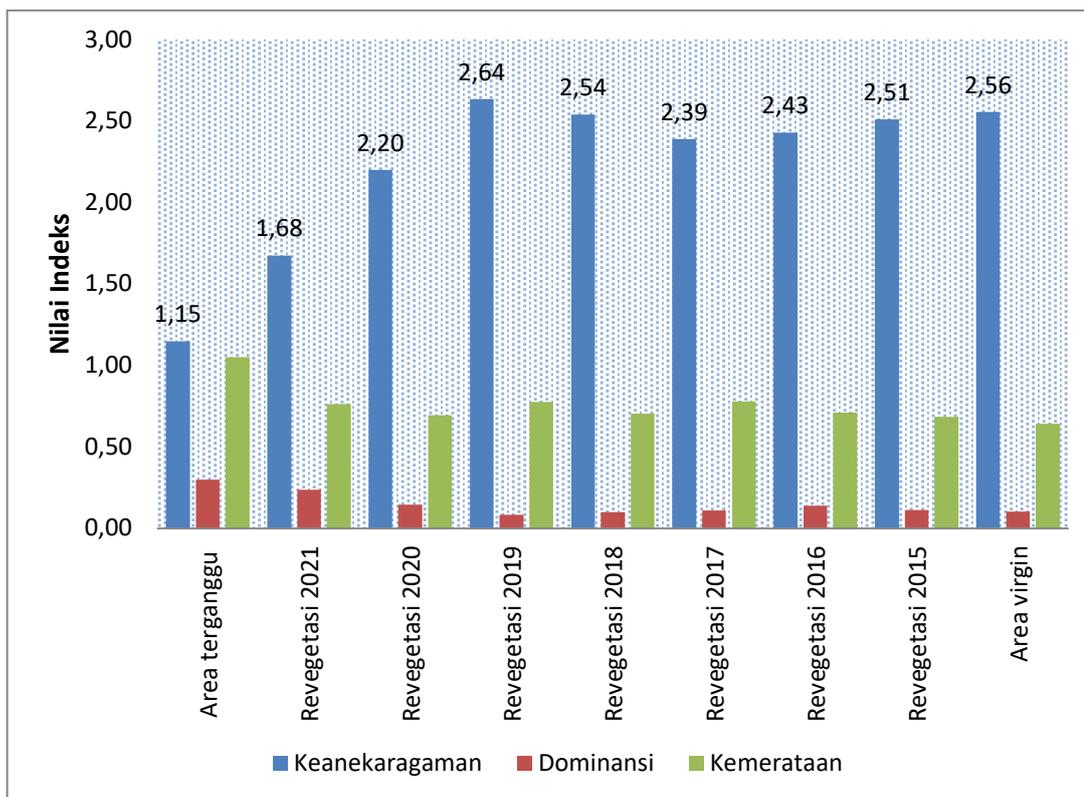
Jenis fauna burung dengan kelimpahan relatif tertinggi pada masing-masing habitat dapat dilihat pada Tabel 4.3. Masing-masing habitat yang ada di area pertambangan menunjukkan kelimpahan relatif fauna burung yang relatif seragam. Umumnya, jenis dengan kelimpahan relatif yang tinggi ditunjukkan oleh jenis Burung-madu sriganti (*Cinnyris jugularis*) (Gambar 4.19), 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>	60%
Rehabilitasi 2021		
Cucak kutilang	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	39,6%
Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>	27,1%
Rehabilitasi 2020		
Cucak kutilang	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	25,3%
Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>	21,3%
Revegetasi 2019		

Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>	14%
Cucak kutilang	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	11,8%
Revegetasi 2018		
Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>	21,3%
Burung-madu hitam	<i>Leptocoma aspasia</i>	13%
Revegetasi 2017		
Burung-madu hitam	<i>Leptocoma aspasia</i>	21,1%
Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>	13,8%
Revegetasi 2016		
Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>	33,3%
Kacamata gunung	<i>Zosterops japonicus</i>	11,1%
Revegetasi 2015		
Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>	25,5%
Burung-madu hitam	<i>Leptocoma aspasia</i>	13,3%
Area Virgin		
Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>	19,4%
Burung-madu hitam	<i>Leptocoma aspasia</i>	16,2%

Analisis keanekaragaman fauna burung pada masing-masing habitat meliputi indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H'), indeks dominansi Simpon (D), dan indeks pemerataan Pielou (E). Histogram perbandingan nilai indeks pada masing-masing habitat dapat dilihat pada Gambar 4.20. Indeks keanekaragaman spesies burung pada semua lokasi tergolong kategori keanekaragaman sedang ($1 < H' < 3$), dengan nilai keanekaragaman yang berkisar antara 1,15 – 2,64. Keanekaragaman terendah terdapat pada area terganggu dan tertinggi terdapat pada area revegetasi 2019.

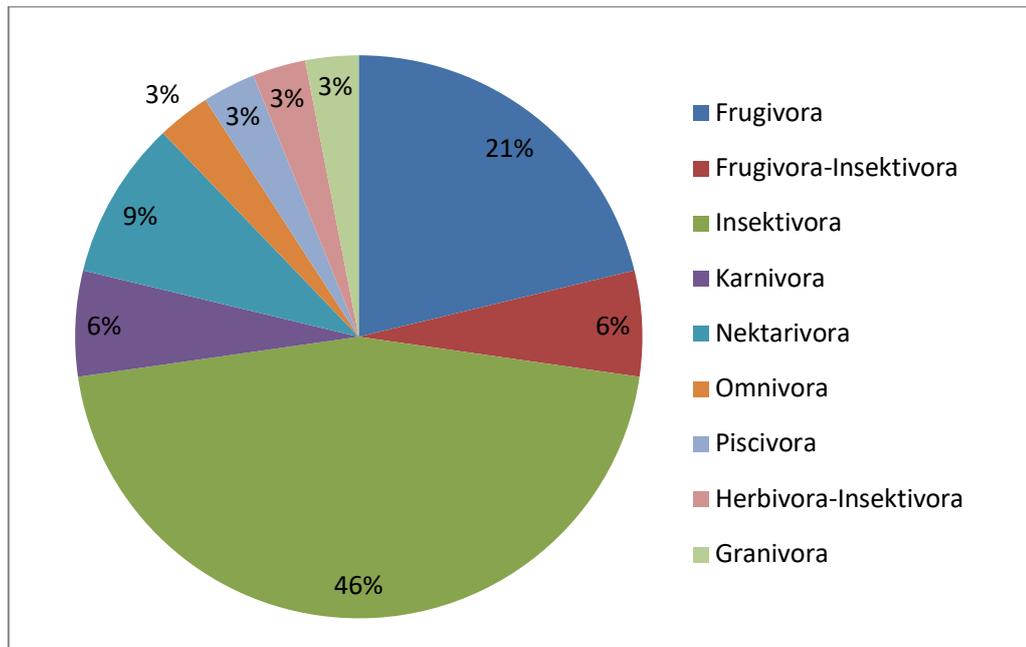


Gambar 4. 20 Histogram perbandingan indeks keaneekaragaman, dominansi, dan kemerataan fauna burung pada masing-masing habitat di PT. Antam Tbk.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, nilai indeks keaneekaragaman yang diperoleh tidak mewakili usia vegetasi. Hal itu dapat dilihat dari nilai indeks pada area revegetasi 2019 yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan usia vegetasi yang lebih tua (2018 – 2015), bahkan lebih tinggi bila dibandingkan area virgin. Perbedaan nilai indeks keaneekaragaman 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 0,08 – 0,3), 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 0,64 – 1. Habitat dengan nilai indeks kemerataan yang mendekati 1 dianggap memiliki persebaran fauna burung yang merata pada setiap titik pengamatan.



Gambar 4. 21 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 sangat beragam, yaitu terbagi ke dalam sembilan jenis *feeding guild* (jenis pakan) dengan proporsi masing-masing *guild* yang dapat dilihat pada Gambar 4.21. Diantara kesembilan jenis tersebut, kelompok burung insektivora (pemakan serangga) yang mendominasi dengan proporsi sebesar 46%, yang kemudian diikuti oleh kelompok burung frugivora (pemakan buah) dengan proporsi sebesar 22%.

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. 22 Kadalan sulawesi (*Rhamphococcyx calyorhynchus*) 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 22%, 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* ditemukan sebanyak 14 jenis fauna burung yang tergolong ke dalam 11 famili, dengan total 137 individu, 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	4	14	14
Total Individu	11	126	137
Endemik Sulawesi	0	4	4
Status Perdagangan:			
Appendix I	0	0	0
Appendix II	0	1	1
Status Perlindungan RI:			
Dilindungi	0	1	1

Jenis burung endemik sulawesi yang tercatat sebanyak empat jenis (28,6%), yaitu Kehicap sulawesi (*Hypothymis puella*, Gambar 4.23), Kepudang-sunggu sulawesi (*Edolisoma morio*), Pelanduk sulawesi (*Pellorneum celebense*), dan

Serindit sulawesi (*Loriculus stigmatus*). Selain itu, terdapat satu jenis burung yang termasuk kategori Appendix II dalam peraturan perdagangan internasional (CITES) dan juga dilindungi berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.106/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018, yaitu Serindit sulawesi (*Loriculus stigmatus*).



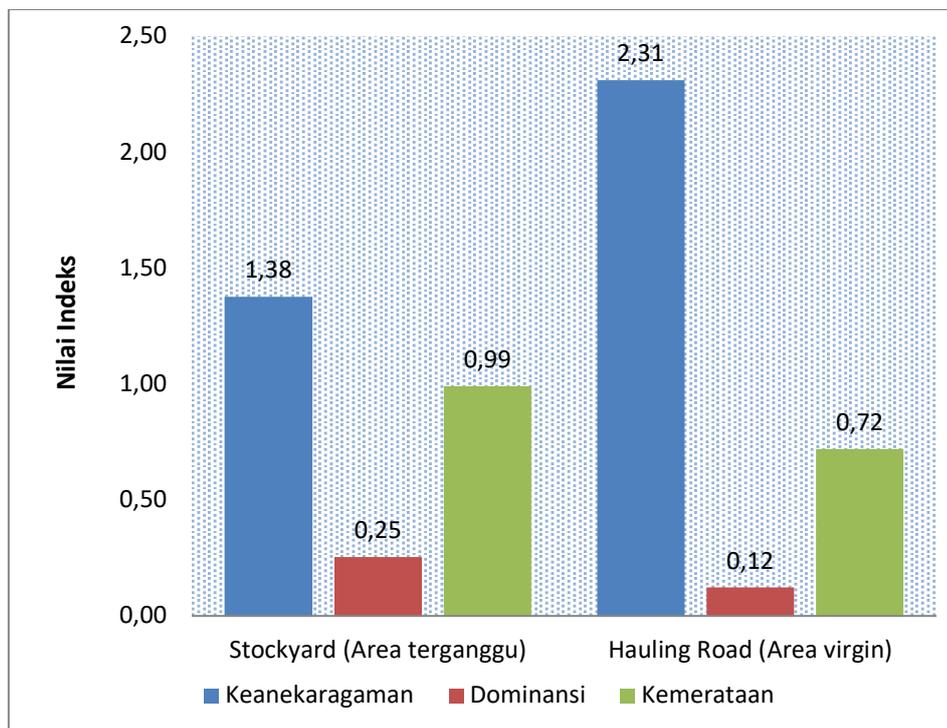
Gambar 4. 23 Kehicap sulawesi (*Hypothymis puella*), salah satu burung endemik yang dijumpai di *Hauling Road* (area virgin), Pulau Maniang.

Kelimpahan relatif tertinggi pada masing-masing habitat dapat dilihat pada Tabel 4.5. Masing-masing habitat yang ada di WTPM menunjukkan kelimpahan fauna burung yang didominasi oleh jenis dari famili Nectariniidae. Jenis burung dengan kelimpahan relatif tertinggi baik di *Hauling Road* maupun di *Stockyard* adalah Burung-madu hitam (*Leptocoma aspasia*). 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>	45,5%
Burung-madu kelapa	<i>Anthreptes malacensis</i>	27,3%
<i>Hauling Road</i> (area Virgin)		
Burung-madu hitam	<i>Leptocoma aspasia</i>	19,84%
Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>	17,46%

Hasil analisis keanekaragaman pada masing-masing habitat dapat dilihat pada Gambar 4.24, yang mencakup indeks keanekaragaman, dominansi, dan pemerataan. Indeks keanekaragaman terendah terdapat pada *Stockyard* (area terganggu) dengan nilai H' sebesar 1,38, yang tergolong kategori keanekaragaman sedang ($1 < H' \leq 3$). Indeks keanekaragaman pada *Hauling Road* (area virgin) menunjukkan nilai H' sebesar 2,64 yang juga tergolong keanekaragaman sedang. Nilai indeks keanekaragaman yang diperoleh di kedua habitat menunjukkan bahwa habitat tersebut tergolong baik bagi kehidupan fauna burung yang ada di dalamnya, baik untuk bersarang ataupun mencari makan.

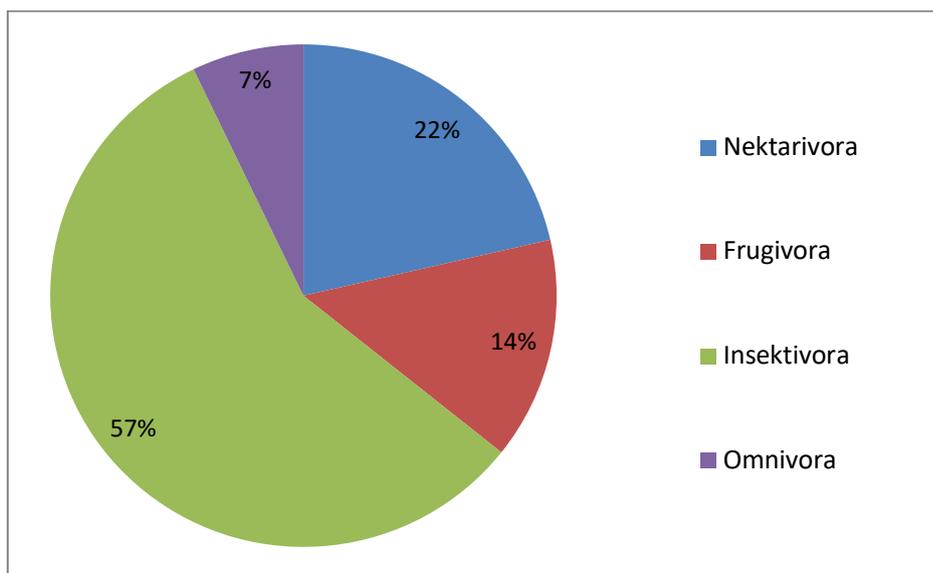


Gambar 4. 24 Histogram perbandingan indeks keanekaragaman, dominansi, dan pemerataan fauna burung pada masing-masing habitat di WTPM

Indeks dominansi yang diperoleh dari kedua habitat menunjukkan nilai dominansi yang mendekati 0 (berkisar antara 0,12 – 0,25). 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 mendekati 1 yang bahwa kedua habitat memiliki persebaran fauna burung yang merata (stabil) pada area pengamatan.

Berdasarkan *feeding guild* (jenis pakan), burung yang ditemukan di WTPM terbagi ke dalam empat *guild*, dengan proporsi masing-masing *guild* yang dapat dilihat pada Gambar 4.25. Jenis *guild* yang mendominasi adalah insektivora (pemakan serangga) dengan proporsi sebesar 57% 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 Proporsi jumlah jenis berdasarkan *feeding guild* di seluruh habitat 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.



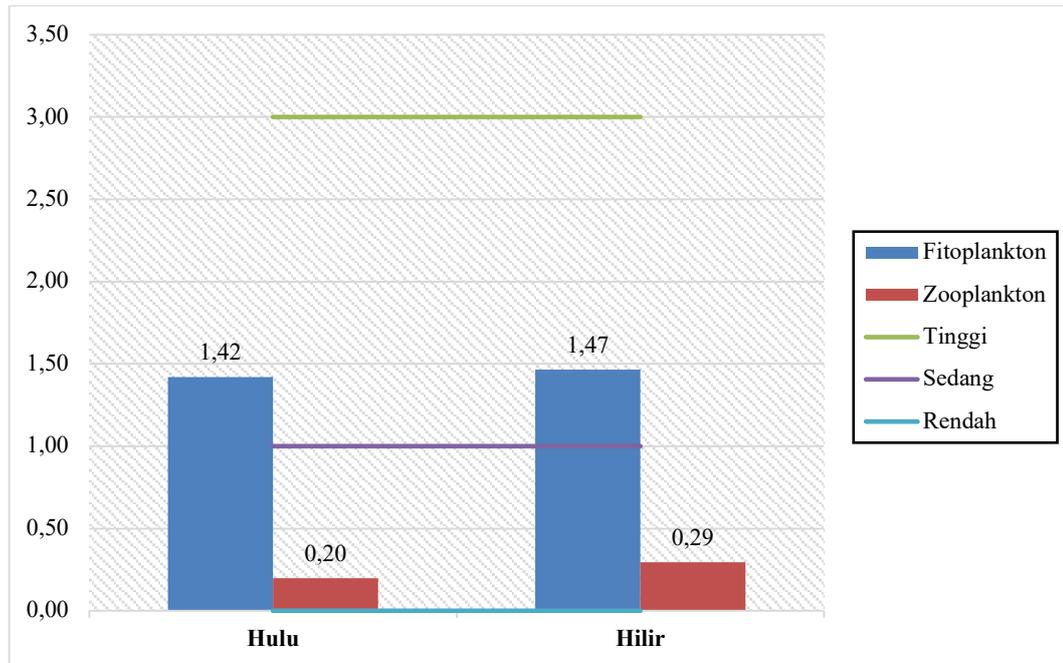
Gambar 4. 26 Burung-madu hitam (*Leptocoma aspasia*) betina, salah satu burung nektarivora yang melimpah di WTPM

IV.2 Plankton Sungai

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

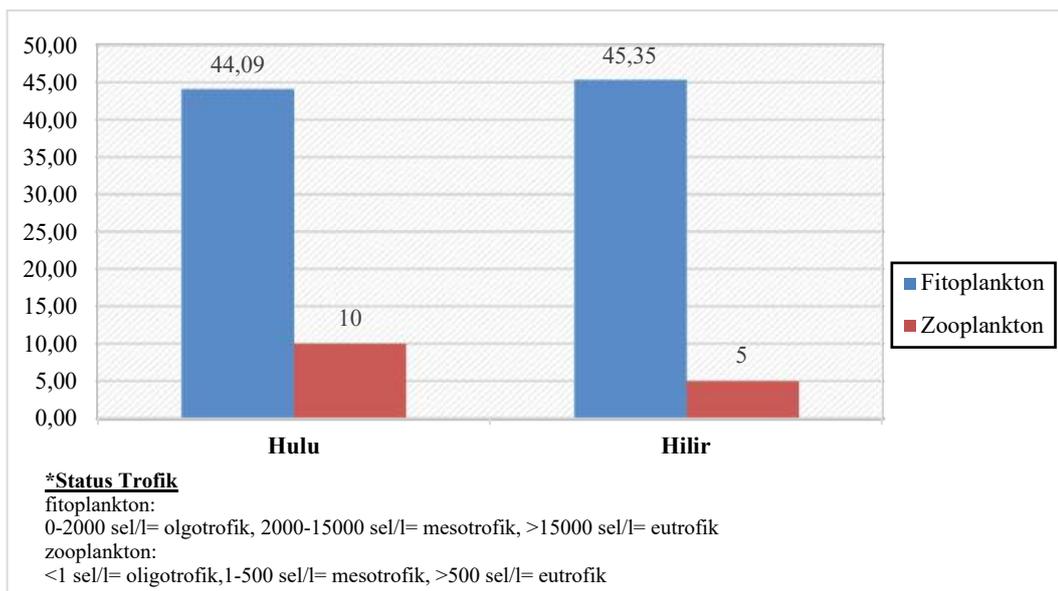
Nilai indeks keanekaragaman dan kelimpahan plankton di hulu dan hilir aliran sungai sekitar kawasan PT Antam Tbk, Kolaka diperoleh dari hasil akumulatif beberapa lokasi pengambilan sampel air sungai. Lokasi pemantauan hulu sungai terdiri atas beberapa titik, yaitu titik pemantauan Huko-Huko hulu, Oko-Oko 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 Tbk, Kolaka secara umum menunjukkan nilai keanekaragaman fitoplankton pada kategori sedang berdasarkan kriteria indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (Odum,1993). Nilai rata-rata keanekaragaman fitoplankton tertinggi terdapat pada lokasi hilir sungai dengan nilai keanekaragaman 1,47 sedangkan nilai rata-rata keanekaragaman fitoplankton terendah pada lokasi Hulu sungai dengan nilai keanekaragaman 1,42. Adapun Nilai rata-rata keanekaragaman Zooplankton tertinggi terdapat pada lokasi hilir sungai dengan nilai keanekaragaman 0,29 sedangkan nilai rata-rata keanekaragaman Zooplankton terendah pada lokasi Hulu sungai dengan nilai keanekaragaman 0,20 seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4.27.



Gambar 4.27 Keanekaragaman plankton sungai pada lokasi hulu dan hilir aliran sungai di sekitar kawasan pertambangan PT Antam Tbk, Kolaka Semester II 2022.

Hasil analisis 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 Goldman dan Horne (1994) dalam Suryanto (2009). Nilai rata-rata kelimpahan fitoplankton tertinggi terdapat pada lokasi hilir sungai dengan nilai kelimpahan 45,35 sel/liter sedangkan nilai rata-rata kelimpahan fitoplankton terendah terdapat pada lokasi hulu sungai dengan nilai kelimpahan 44,09 sel/liter. Nilai rata-rata kelimpahan zooplankton tertinggi terdapat pada lokasi hulu sungai dengan nilai kelimpahan 10 sel/liter sedangkan nilai rata-rata kelimpahan terendah terdapat pada lokasi hilir sungai dengan nilai kelimpahan 5 sel/liter seperti yang disajikan pada Gambar 4.28.



Gambar 4.28 Kelimpahan Plankton pada lokasi hulu dan hilir aliran sungai di sekitar kawasan pertambangan PT Antam Tbk, Kolaka Semester II 2022.

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 26-30°C dimana suhu perairan tertinggi berada pada daerah hilir sungai. pH air sungai berkisar antara 6,7-7,7 dengan nilai pH tertinggi terdapat pada lokasi hulu sungai.

Pemantauan biota sungai pada dua belas area aliran sungai selain dijumpai plankton, juga dijumpai biota sungai lain. Biota sungai tersebut berasal dari jenis Udang *Caridina* sp., ikan jenis *Nomorhamphus* cf. *Saggitarius*. dan ikan jenis *Gambusia* sp. Jumlah dari masing-masing jenis yang ditemukan pada lokasi yang berbeda sekitar satu hingga dua individu per jenis. Adapun lokasi ditemukannya udang jenis *Caridina* sp. di sungai Kumoro Hilir, sungai Oko-Oko Hilir dan sungai Kumoro Hulu. Ikan jenis *Nomorhamphus* cf. *Saggitarius* dijumpai di sungai Huko-Huko Hilir, dan Ikan jenis *Gambusia* sp. dijumpai di sungai Kumoro Hilir. Keberadaan biota sungai tersebut mengindikasikan bahwa sungai tersebut yang masuk dalam area pemantauan sudah dijadikan sebagai tempat hidup dan mencari makan bagi biota sungai yang lain.

IV.3 Ekosistem Mangrove

IV.3.1 Vegetasi Mangrove

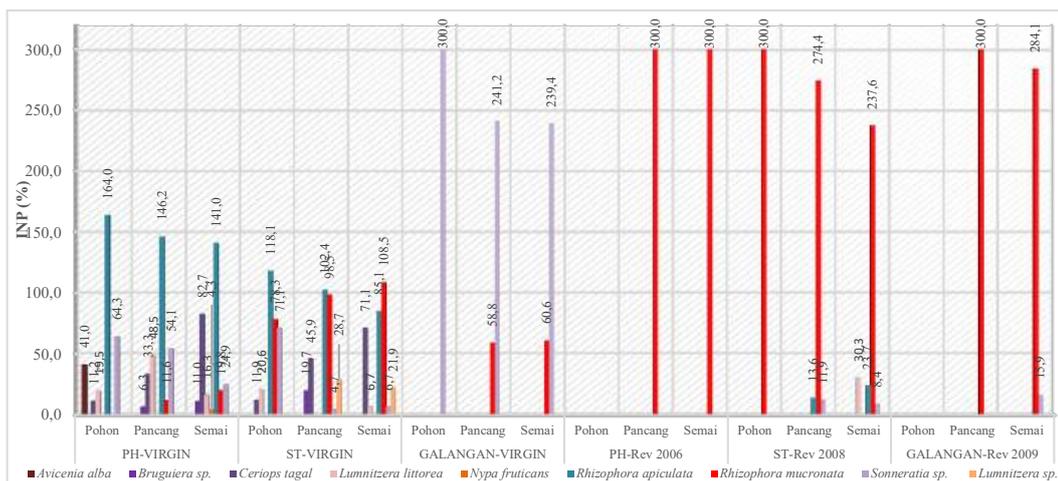
Monitoring atau pemantauan kondisi ekosistem mangrove merupakan salah satu proses yang diperlukan untuk mensukseskan pengembalian kondisi hutan mangrove ke kondisi semula setelah dilakukannya rehabilitasi lahan. Membandingkan antara kawasan mangrove hasil rehabilitasi dengan ekosistem mangrove yang telah ada secara alami (virgin) dapat dijadikan dasar untuk menilai seberapa berhasil rehabilitasi lahan mangrove yang telah dilakukan.

Pengamatan Mangrove dilakukan untuk memperoleh data yang mencakup Indeks Nilai Penting (INP), jumlah jenis serta hasil analisis tinggi vegetasi mangrove. 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).

Struktur komunitas mangrove ditunjukkan dengan menggunakan Indeks Nilai Penting (INP). Nilai INP menunjukkan seberapa penting suatu jenis tumbuhan terhadap ekosistemnya. Spesies mangrove yang memiliki INP yang tinggi berarti memiliki peranan yang sangat besar terhadap ekosistem mangrove habitatnya, begitupun sebaliknya jika INP suatu spesies kecil, maka keberadaannya tidak memberikan pengaruh yang terlalu besar terhadap ekosistem tersebut.

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

Berikut pada Gambar 4.29 memperlihatkan hasil analisis vegetasi mangrove pada pemantauan tahun 2022, semester 2 pada masing-masing area virgin dan rehabilitasi di Kawasan mangrove Pantai Harapan (PH), Sitado (ST) dan Pesisir Galangan (PG), Wilayah Tambang PT Antam Tbk, Kolaka.



Gambar 4.29 Histogram Indeks Nilai Penting (%) jenis mangrove pada Pantai Harapan (PH), Sitado (ST) dan Pesisir Galangan (PG) di lokasi tambang PT Antam Tbk, Kolaka tahun 2022, Semester 2.

Berdasarkan Gambar 4.29 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 dapat ditemukan ketiga kategori habitus dengan nilai INP tertinggi dimiliki oleh mangrove *Rhizophora apiculata*, pada Area Virgin Mangrove Sitado ditemukan kategori habitus dengan nilai INP tertinggi pada kategori habitus pohon dan pancang yaitu *Rhizophora apiculata* sedangkan nilai INP tertinggi kategori semai yaitu mangrove *Rhizophora mucronata*. Pada Area Virgin Pesisir Galangan didapatkan nilai INP tertinggi yaitu mangrove *Sonneratia sp.* pada kategori habitus pohon yang memiliki nilai 300% atau dapat dikatakan seratus persen vegetasi mangrove pada area virgin Pesisir Galangan adalah mangrove Jenis *Sonneratia sp.* namun untuk kategori habitus pancang dan semai di daerah tersebut memiliki nilai INP di bawah 300% karena ditemukan pula mangrove jenis lain yaitu *Rhizophora mucronata*.

Pada area revegetasi didapatkan nilai INP tertinggi dimiliki oleh mangrove jenis *Rhizophora mucronata* dengan nilai INP diatas 250% pada kategori pancang dan semai di area Pantai Harapan dan Pesisir Galangan, sedangkan untuk area Sitado telah tercatat bahwa telah terdapat kategori habitus pohon, pancang dan semai. Pada area Pantai Harapan tidak ditemukan jenis mangrove selain *Rhizophora*

mucronata atau dapat dikatakan komposisi vegetasi yang Menyusun ekosistem mangrove di area ini bersifat homogen.

Jenis mangrove yang teridentifikasi di area virgin mangrove Pantai Harapan berjumlah 8 jenis yang didominasi oleh mangrove jenis *Rhizophora apiculata*, di area virgin mangrove Sitado berjumlah 7 jenis yang didominasi oleh mangrove jenis *Rhizophora apiculata* untuk kategori habitus pohon dan pancang serta *Rhizophora mucronata* untuk kategori habitu semai dan area virgin pesisir Galangan berjumlah 2 jenis yang didominasi oleh mangrove jenis *Soneratia* 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*, *Soneratia* sp. dan *Lumnitzera littorea* yang kemungkinan besar tumbuh alami di area tersebut.

Jenis-jenis mangrove yang terpantau tumbuh di area pemantauan Pantai Harapan, Sitado dan Pesisir Galangan, Wilayah Tambang PT Antam Tbk, Kolaka tahun 2022, Semester II 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, Kolaka tahun 2022 Semester II

JENIS	PH-VIRGIN	ST-VIRGIN	PG-VIRGIN	PH-Rev 2006	ST-Rev 2008	PG-Rev 2009
<i>Avicenia alba</i>	☑					
<i>Bruguiera</i> sp.	☑	☑				
<i>Ceriops tagal</i>	☑	☑				
<i>Lumnitzera littorea</i>	☑	☑			☑	
<i>Nypa fruticans</i>	☑					
<i>Rhizophora apiculata</i>	☑	☑			☑	
<i>Rhizophora mucronata</i>	☑	☑	☑	☑	☑	☑
<i>Lumnitzera</i> sp.		☑				
<i>Sonneratia</i> sp.	☑	☑	☑		☑	☑
<i>Excoecaria agalloca</i> *				☑	☑	
Jumlah	8	7	2	1	4	1

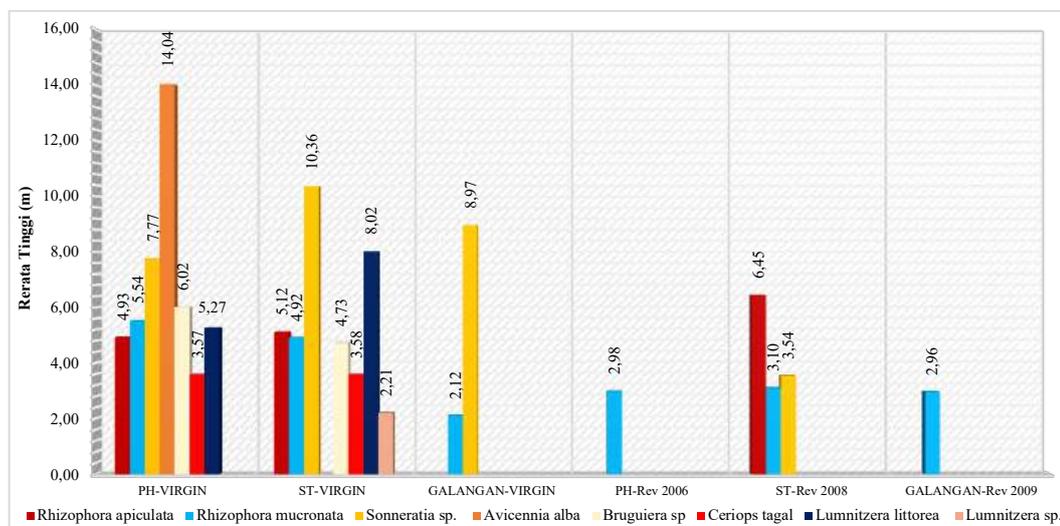
Ket:

*= Outplot

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. Selain itu pada area virgin Pantai Harapan ditemukan banyak semai *Ceriops tagal*.

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, Semester II dapat dilihat pada Gambar 4.30. Area revegetasi tahun 2006 pantai harapan hanya ditemukan 1 jenis mangrove, yaitu jenis *Rhizophora mucronata* dengan rerata tinggi 2,98 m. Area revegetasi Sitado tahun 2008 ditemukan 3 jenis mangrove, yaitu *Rhizophora mucronata* dengan rerata tinggi 3,10 m, *Rhizophora apiculata* dengan rerata tinggi 6,45 m, dan *Sonneratia* sp. dengan rerata tinggi 3,54 m. Sedangkan pada area revegetasi pesisir Galangan tahun 2009 hanya ditemukan 1 jenis mangrove pada kategori habitus pancang yang tumbuh di area pemantauan yaitu *Rhizophora mucronata* dengan rerata tinggi 2,96 m.



Gambar 4.30 Rerata tinggi jenis vegetasi di kawasan Mangrove Pantai Harapan, Sitado, dan Pesisir Galangan pada pemantauan 2022 Semester II.

Area virgin Pantai Harapan ditemukan 7 jenis mangrove dengan rerata tertinggi yaitu pada mangrove jenis *Avicennia alba* dengan tinggi 14,04 m dan hanya ditemukan 1 individu (1 pohon). Selain itu terdapat mangrove *Rhizophora mucronata* dengan rerata tinggi 5,54 m, *Rhizophora apiculata* dengan rerata tinggi 4,93 m, *Sonneratia* sp. dengan rerata tinggi 7,77 m, *Lumnitzera littorea* dengan rerata tinggi 527 m, *Ceriops tagal* dengan rerata tinggi 3,57 m, dan *Bruguiera* sp. dengan rerata tinggi 6,02 m. Pada area virgin Sitado ditemukan 7 jenis mangrove dengan jenis yang paling tinggi yaitu pada mangrove jenis *Sonneratia* sp. dengan rerata tinggi 10,36 m. Adapun mangrove jenis lainnya yaitu *Rhizophora mucronata* dengan rerata tinggi 4,92 m, *Rhizophora apiculata* dengan rerata tinggi 5,12 m, *Lumnitzera littorea* dengan rerata tinggi 8,02 m, *Ceriops tagal* dengan rerata tinggi 358 m, dan *Bruguiera* sp. dengan rerata tinggi 4,73 m. Pada area virgin Pesisir Galangan ditemukan 2 jenis mangrove dengan jenis yang paling tinggi yaitu mangrove jenis *Sonneratia* sp. dengan rerata tinggi 8,97 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 2,12 m.

IV.3.2 Fauna Mangrove

IV.3.2.1 Makrozoobentos Mangrove

Ekosistem mangrove merupakan komunitas pantai yang mendapatkan pengaruh pasang surut air laut yang secara geografis terletak di sekitar muara, sungai, laguna, dan pantai yang tertutupi substrat pasir ataupun pasir berlumpur (Mahasani *et.al.* 2015). Di dalam ekosistem mangrove, terdapat kesatuan antara mangrove, fauna, dan organisme lain yang saling berinteraksi terhadap lingkungannya (Prihadi *et.al.* 2018). Bagi biota perairan, ekosistem mangrove menjadi tempat mencari makan (*feeding ground*), tempat asuhan dan pembesaran (*nursery ground*), dan tempat pemijahan telur (*spawning ground*) seperti berbagai jenis ikan, udang, kerang, dan berbagai jenis fauna invertebrata lainnya, termasuk makrozoobentos.

Makrozoobentos didefinisikan sebagai organisme yang hidup menempel pada substrat, seperti pasir, kerikil, lumpur, batu, maupun sampah organik, baik di

dasar perairan laut, danau ataupun sungai. Keberadaan makrozoobentos dalam ekosistem mangrove memiliki andil penting sebagai detritivor yang memecah materi organik, baik serasah maupun ranting mangrove dari ukuran yang besar menjadi bagian-bagian yang lebih kecil serta dapat digunakan sebagai bioindikator lingkungan (Uspar *et.al.* 2021). Lingkungan sangat mempengaruhi dan dipengaruhi keberadaan makrozoobentos. Lingkungan yang kurang stabil dapat mempengaruhi keanekaragaman dan kelimpahan suatu species, karena makrozoobentos merupakan hewan dasar perairan yang rentan terhadap perubahan lingkungan sehingga dapat dijadikan sebagai biota yang dapat mengindikasikan apabila ada ketidakstabilan yang terjadi di lingkungan (Angelia *et al.*2019).

Pemantauan makrozoobentos dilakukan di 6 titik, yakni di Pantai Harapan (Area Virgin), Pantai Harapan (Area Rehabilitasi 2006), Sitado (Area Virgin), Sitado (Area Rehabilitasi), Pesisir Galangan (Area Virgin), dan Pesisir Galangan (Area Rehabilitasi). Pemantauan makrozoobentos pada keenam habitat tersebut ditujukan untuk melihat perbedaan struktur populasi dan keanekaragaman makrozoobentos pada tiap-tiap lokasi pemantauan. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari metode *purposive sampling*, ditemukan sebanyak 14 species makrozoobentos yang tergolong dalam tiga kelas yaitu, kelas Gastropoda, Bivalvia, dan Malacostraca di mana 9 species berasal dari kelas Gastropoda, 3 species dari kelas Bivalvia, dan 2 species dari kelas Malacostraca dengan total 744 individu yang berasal dari 11 familia. Hasil pemantauan makrozoobentos pada tiap-tiap lokasi pemantauan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Berdasarkan Tabel 4.7, Pada area virgin Pantai Harapan dijumpai sebanyak 109 individu yang terdiri dari familia Potamididae, Neritidae, Paguridae, Littorinidae, Sesarmidae, dan Muricidae. Di wilayah Pantai Harapan (Rehabilitasi) dijumpai 153 individu yang berasal dari familia Potamididae, Littorinidae, Sesarmidae, dan Ostreidae. Di wilayah Sitado (Area Virgin) dijumpai 103 individu makrozoobentos dari familia Potamididae, Paguridae, Littorinidae, Sesarmidae, Muricidae, dan Isognomonidae. Pada lokasi pemantauan Sitado Rehabilitasi dijumpai makrozoobentos dari familia Potamididae, Paguridae, Littorinidae, Sesarmidae, Muricidae, Ostreidae, dan Veneridae yang berjumlah 142 individu. Di

wilayah virgin Pesisir Galangan dijumpai 96 individu yang berasal dari familia Neritidae, Paguridae, Littorinidae, dan Potamididae (*Terebralia* sp.). Dijumpai 141 individu di wilayah Pesisir Galangan (Rehabilitasi) dari familia Potamididae, Littorinidae, Sesarmidae, Ostreidae, Isognomonidae, dan Chilodontidae.

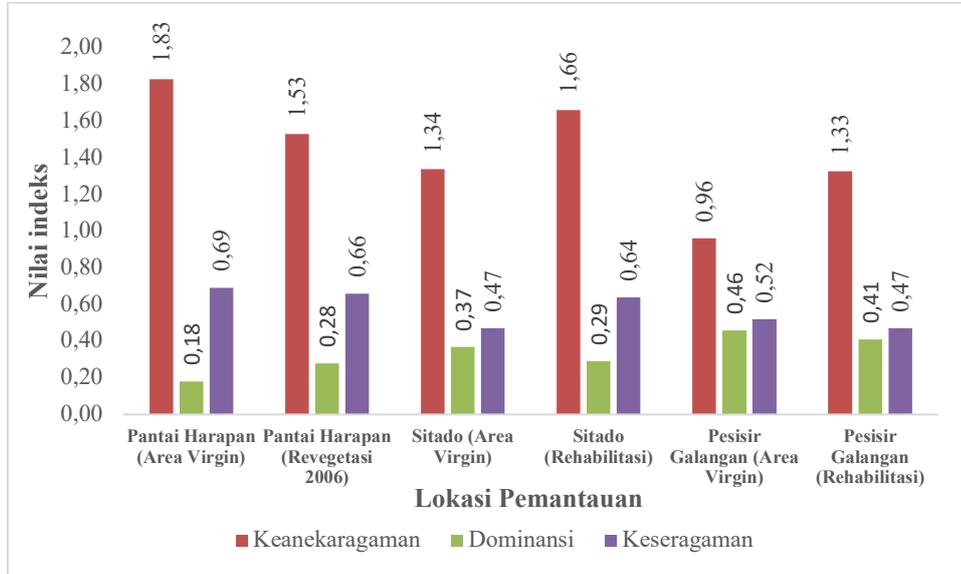
Tabel 4. 7 Jumlah dan Species Makrozoobentos Mangrove yang Ditemukan di Enam Lokasi Pemantauan.

Jenis	Area						Jumlah
	PH Virgin	PH-Rev. 2006	Sitado Virgin	Sitado-Rev. 2009	Galangan Virgin	Galangan Rev.	
<i>Terebralia sulcata</i>	33	73	61	32	0	13	212
<i>Nerita costata</i>	15	0	0	0	7	14	36
<i>Pagurus</i> sp.	2	0	2	1	2	0	7
<i>Littorina scabra</i>	24	4	27	50	60	88	253
<i>Littorina melanostoma</i>	12	6	5	13	26	10	72
<i>Aratus</i> sp.	13	7	2	11	0	4	37
<i>Clypeomorus</i> sp.	3	0	0	0	0	0	3
<i>Telescopium</i> sp.	6	23	0	0	0	0	29
<i>Chicoreus capucinus</i>	1	0	2	6	0	0	9
<i>Saccostrea</i> sp.	0	18	0	28	0	2	48
<i>Terebralia</i> sp.	0	22	0	0	1	0	23
<i>Gafrarium</i> sp.	0	0	0	1	0	0	1
<i>Isognomon</i> sp.	0	0	4	0	0	4	8
<i>Euchelus</i> sp.	0	0	0	0	0	6	6
Total	109	153	103	142	96	141	744

Sumber: Hasil pemantauan benthos mangrove, semester II tahun 2022.

Littorina scabra merupakan species yang paling banyak dijumpai di lokasi pemantauan, yaitu sejumlah 253 individu. Disusul oleh *Terebralia sulcata* sebanyak 212 individu dan *Littorina melanostoma* (72 individu). Sementara, species *Gafrarium* sp., *Clypeomorus* sp., dan *Euchelus* sp. merupakan species yang paling sedikit dijumpai di lokasi pemantauan. Dari keseluruhan species yang ditemukan, *Littorina scabra* dan *Littorina melanostoma* yang berasal dari familia Littorinidae dijumpai di seluruh lokasi pemantauan. Genus *Littorina* menempel pada bagian daun mangrove, akar, ataupun batang bagian bawah mangrove dengan sistem perlekatan yang kuat (Darmi *et.al.* 2017). *Terebralia sulcata* (familia

Potamididae) hanya tidak dijumpai di Pesisir Galangan (Area Virgin), tetapi dijumpai di area lain dengan jumlah yang cukup melimpah. Hal ini dikarenakan familia Potamididae merupakan fauna asli mangrove yang memanfaatkan detritus sebagai sumber makanannya (Darmi *et.al.* 2017).



Gambar 4.31 Histogram Perbandingan Nilai Indeks Keaneekaragaman Makrozoobentos pada Lokasi Pemantauan di PT. Antam Tbk. Semester II 2022

Analisis keaneekaragaman makrozoobentos mangrove disajikan melalui data indeks keaneekaragaman Shannon-Wiener (H'), indeks dominansi Simpson (D), dan indeks pemerataan Pielou (Evenness) yang tersaji pada Gambar 4.31. Indeks keaneekaragaman menggambarkan kestabilan, produktivitas maupun tekanan oleh ekosistem.

Nilai indeks keaneekaragaman Shannon Wiener dipengaruhi oleh faktor jumlah species dan distribusi individu masing-masing species (Bai'un, 2021). Berdasarkan nilai indeks keaneekaragaman Shannon Wiener yang didapatkan, tiap-tiap lokasi pemantauan memiliki indeks keaneekaragaman pada angka 0,96-1,83. Hal ini menunjukkan bahwa keaneekaragaman jenis makrozoobentos berada pada kategori rendah-sedang. Dari 6 lokasi pemantauan, nilai keaneekaragaman rendah didapatkan pada lokasi Pesisir Galangan (Area Virgin), sementara untuk area lainnya berada pada kategori sedang. Keaneekaragaman jenis yang tergolong sedang dikarenakan jumlah species yang menempati daerah tersebut tidak banyak jenisnya serta individu-individu yang menempati habitat tersebut bersifat khas. Keaneekaragaman jenis yang sedang menunjukkan produktifitas yang cukup serta

kondisi ekosistem yang cukup seimbang dengan tekanan ekologi sedang (Persulesy dan Arini, 2018).

Keseimbangan penyebaran suatu jenis dalam komunitas dapat diketahui dari indeks keseragaman. Nilai indeks keseragaman akan berbanding terbalik dengan nilai indeks keanekaragaman. Berdasarkan nilai indeks keseragaman Evenness yang terdapat pada masing-masing lokasi pemantauan, nilai keseragaman yang diperoleh berkisar antara 0,47-0,69 yang menandakan bahwa komunitas berada pada kategori komunitas labil. Nilai indeks keseragaman tertinggi diperoleh pada lokasi Pantai Harapan virgin, yaitu sebesar 0,69. Hal ini dikarenakan species yang ditemukan di lokasi tersebut cenderung seragam dibandingkan dengan lokasi pemantauan yang lain. Sementara, nilai indeks keseragaman Evenness terendah diperoleh di lokasi virgin Sitado dan Pesisir Galangan rehabilitasi dengan nilai 0,47. Pada area virgin Sitado, *Terebralia palustris* mendominasi dengan jumlah 61 dari 103 individu yang ditemukan. Sementara, di lokasi rehabilitasi Pesisir Galangan ditemukan 88 individu *Littorina scabra* dari 141 individu yang ditemukan. Nilai indeks keseragaman yang rendah pada dua lokasi tersebut mengindikasikan bahwa terdapat species yang mendominasi, sehingga komunitas makrozoobentos berada pada kategori labil. Hal ini sejalan dengan Munandar *et.al* (2016), di mana komunitas stabil memiliki penyebaran jumlah individu tiap jenis sama dan tidak ada kecenderungan didominasi oleh jenis individu tertentu.

Indeks dominansi Simpson digunakan untuk mengetahui tingkat dominansi species pada suatu komunitas. Nilai indeks dominansi di semua lokasi pemantauan berada pada kategori rendah (0,28-0,46) yang mengindikasikan bahwa tidak terdapat dominansi species pada lokasi pemantauan. Nilai indeks dominansi pada area virgin Pesisir Galangan memiliki nilai tertinggi dibandingkan dengan lokasi lainnya, yaitu sebesar 0,46. Nilai ini didasarkan pada rendahnya nilai keanekaragaman species yang ada di lokasi tersebut dan komunitas tersebut didominasi oleh species *Littorina scabra* dengan jumlah 60 individu dari total 96 individu yang ditemukan. Sementara, nilai indeks dominansi terendah diperoleh di area virgin Pantai Harapan dengan nilai 0,18. Nilai indeks dominansi yang rendah menunjukkan bahwa tidak terdapat dominansi species pada area tersebut dan species yang ditemukan berada pada komposisi yang seragam.

Keberadaan makrozoobentos di mangrove tidak hanya berfungsi secara ekologis, tetapi juga berfungsi secara ekonomis. Makrozoobentos yang biasa dikonsumsi berasal dari kelas Gastropoda, Malacostraca, dan Bivalvia. Berdasarkan spesies-spesies yang ditemukan di seluruh plot pemantauan, beberapa di antaranya berpotensi secara ekonomis, seperti Keong Bakau *Telescopium* sp. dan Tiram *Saccostrea* sp. Keong Bakau *Telescopium* sp. mempunyai nilai penting sebagai perhiasan dan bahan makanan. Menurut (Oche *et.al.* 2021) Keong bakau yang hidup pada ekosistem mangrove merupakan salah satu komoditi yang mempunyai nilai ekonomis. Tiram *Saccostrea* sp. yang hidupnya menempel pada tanaman mangrove, dapat mengganggu pertumbuhan mangrove. Namun selain menjadi hama, tiram mempunyai nilai ekonomis yang tinggi dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein hewani yang cukup tinggi (Putra *et.al.* 2017).

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 4.32 Gajah penggala (*Numenius phaeopus*) yang dijumpai di area rehabilitasi mangrove Pantai Harapan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari metode *Point Count* ditemukan sebanyak 34 jenis fauna burung yang tergolong ke dalam 20 famili (Lampiran X.7), dengan total 333 individu, dengan rincian masing-masing habitat yang dapat dilihat pada Tabel 4.8 Berdasarkan data yang diperoleh, terdapat dua jenis (5,9%) burung yang dilindungi berdasarkan Permen Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.106/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018, yaitu Gajahan penggala (*Numenius phaeopus*) dan Kuntul besar (*Ardea alba*).

Tabel 4.8 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	21	11	11	17	5	8	34
Total Individu	102	45	59	73	19	35	333
Endemik Sulawesi	3	4	1	-	1	-	4
Status Perdagangan							
Appendix I	-	-	-	-	-	-	0
Appendix II	-	-	-	-	-	-	0
Status Perlindungan RI							
Dilindungi	-	-	-	2	-	-	2

Spesies endemik sulawesi yang tercatat sebanyak empat jenis (11,8%), yaitu Pelanduk Sulawesi (*Pellorneum celebense*), Kehicap Sulawesi (*Hypothymis puella*), Cabai panggul-kelabu (*Dicaeum celebicum*), dan Cabai panggul-kuning (*Dicaeum aureolimbatum*). Selain itu, terdapat 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 pada area rehabilitasi mangrove Pantai Harapan. Berdasarkan metode *Visual Encounter Survey* (VES) juga dijumpai Kerak kerbau (*Acridotheres javanicus*) yang tergolong kategori Vulnerable (VU), yaitu rentan terhadap kepunahan.

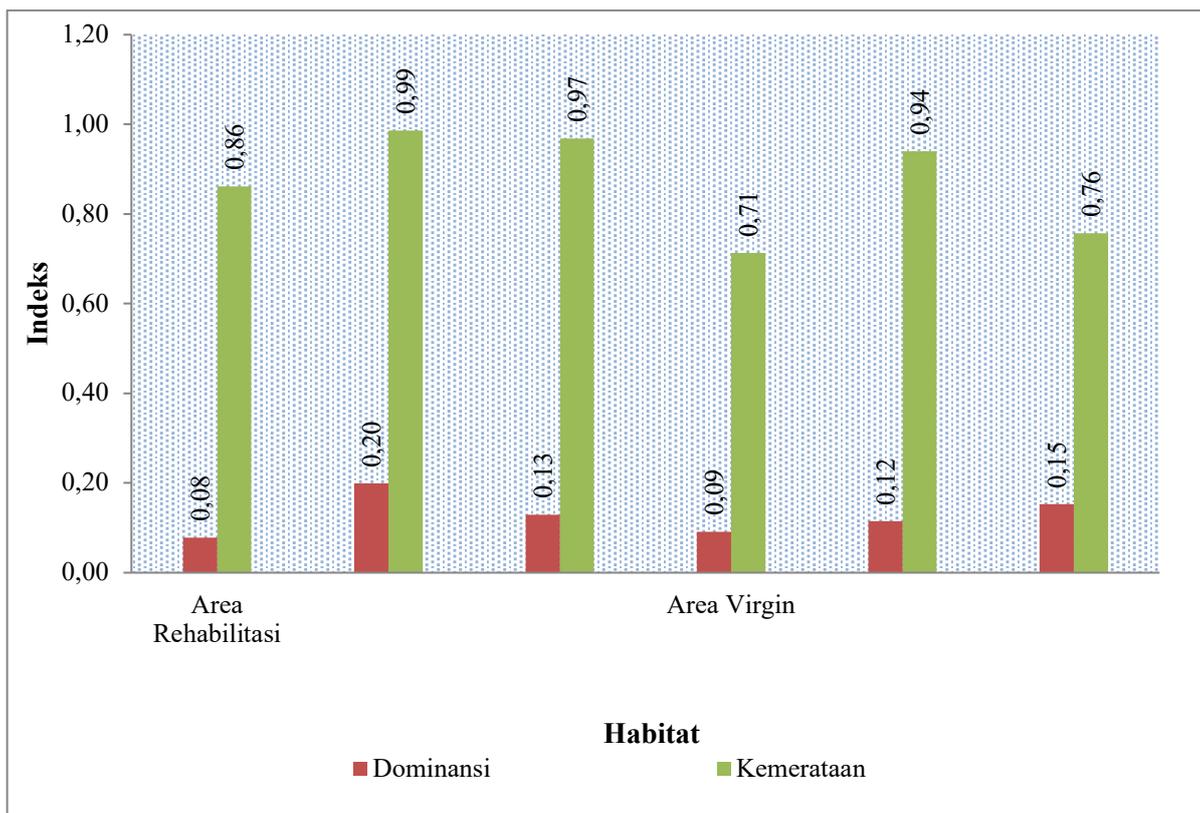
Jenis fauna burung dengan kelimpahan relatif tertinggi pada masing-masing habitat dapat dilihat pada Tabel 4.9. Masing-masing habitat yang ada di kawasan mangrove menunjukkan kelimpahan relatif fauna burung yang berbeda-beda (Lampiran X.8). Perbedaan tersebut dapat disebabkan karena kawasan mangrove

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 4.9 Fauna burung dengan kelimpahan tertinggi pada kawasan mangrove

Nama Lokal	Nama Latin	Kelimpahan Relatif
Pantai Harapan Virgin		
Jalak filipina	<i>Agropsar philippensis</i>	19,61%
Perling kecil	<i>Aplonis minor</i>	15,70%
Pantai Harapan Rehabilitasi		
Bondol coklat	<i>Lonchura atricapilla</i>	16,44%
Itik benjut	<i>Anas gibberifrons</i>	12,33%
Sitado Virgin		
Burung-madu hitam	<i>Leptocoma aspasia</i>	24,44%
Burung-madu sriganti	<i>Cinnyris jugularis</i>	13,33%
Sitado Rehabilitasi		
Kacamata laut	<i>Zosterops chloris</i>	31,58%
Punai gading	<i>Treron vernans</i>	26,32%
Pesisir Galangan Virgin		
Perling kecil	<i>Aplonis minor</i>	30,51%
Kacamata laut	<i>Zosterops chloris</i>	16,95%
Pesisir Galangan Rehabilitasi		
Layang-layang batu	<i>Hirundo tahitica</i>	20,00%
Perling kecil	<i>Aplonis minor</i>	20,00%

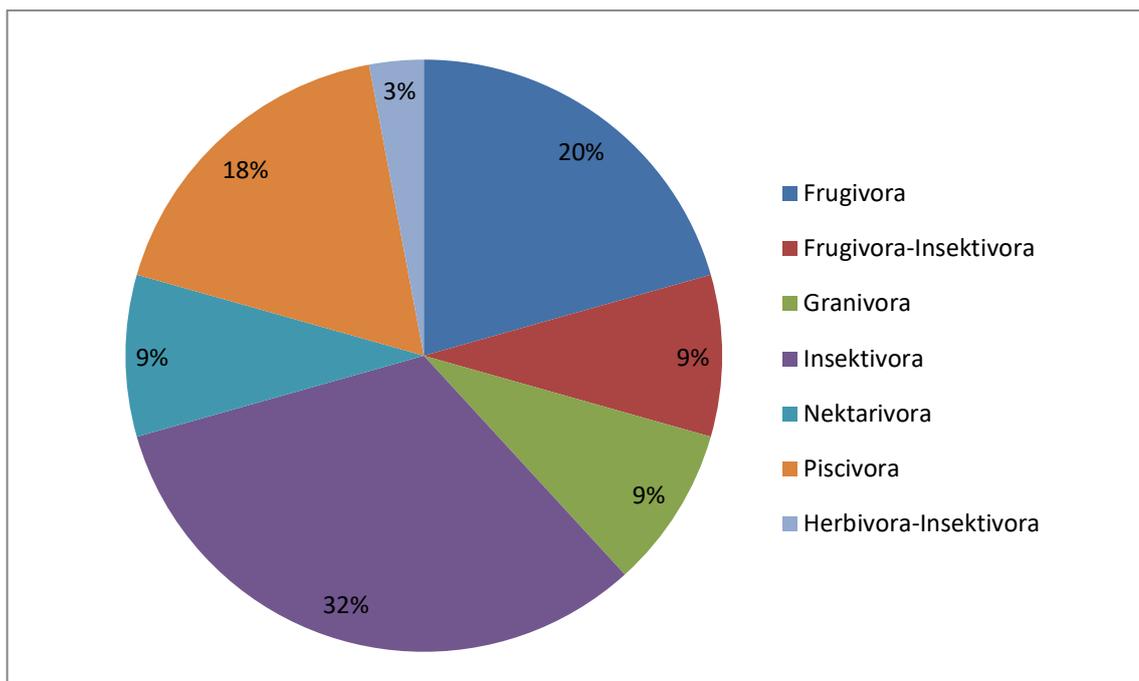
Histogram perbandingan nilai indeks pada masing-masing habitat dapat dilihat pada Gambar 4.33. Indeks keanekaragaman yang diperoleh berkisar antara 1,60 – 2,71 dengan nilai H' tertinggi diperoleh pada area virgin Pantai Harapan. Indeks keanekaragaman dari keenam habitat tersebut tergolong keanekaragaman 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 4.33 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 (0,08 – 0,20) yang berarti bahwa tidak terdapat spesies tertentu yang mendominasi atau sangat melimpah. Didukung oleh hasil indeks kemerataan yang diperoleh menunjukkan nilai mendekati 1 (*evenness*= 0,71 – 0,99), 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 tujuh *guild*, dengan proporsi masing-masing *guild* yang dapat dilihat pada Gambar 4.34. 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 32%, kemudian kelompok frugivora (pemakan buah) sebesar 20%.



Gambar 4.34 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 sembilan jenis (26,5%) burung air sehingga *guild* piscivora memiliki proporsi yang cukup besar (18%). 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 Partasasmita, 2015).

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.

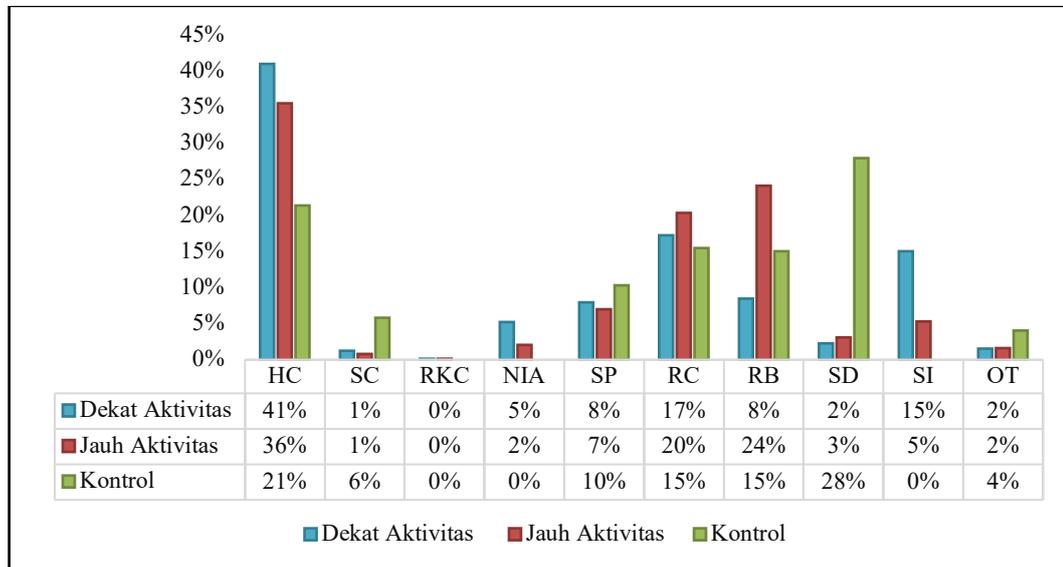
Kondisi terumbu karang yang baik dapat dilihat dari persentase tutupan karang hidupnya. Kriteria kondisi terumbu karang telah ditetapkan oleh Coral Reef Information and Training Center (CRITC)-Coral Reef Rehabilitation and Management Program (COREMAP) LIPI berdasarkan Gomez & Yap (1988) sebagai berikut:

- **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

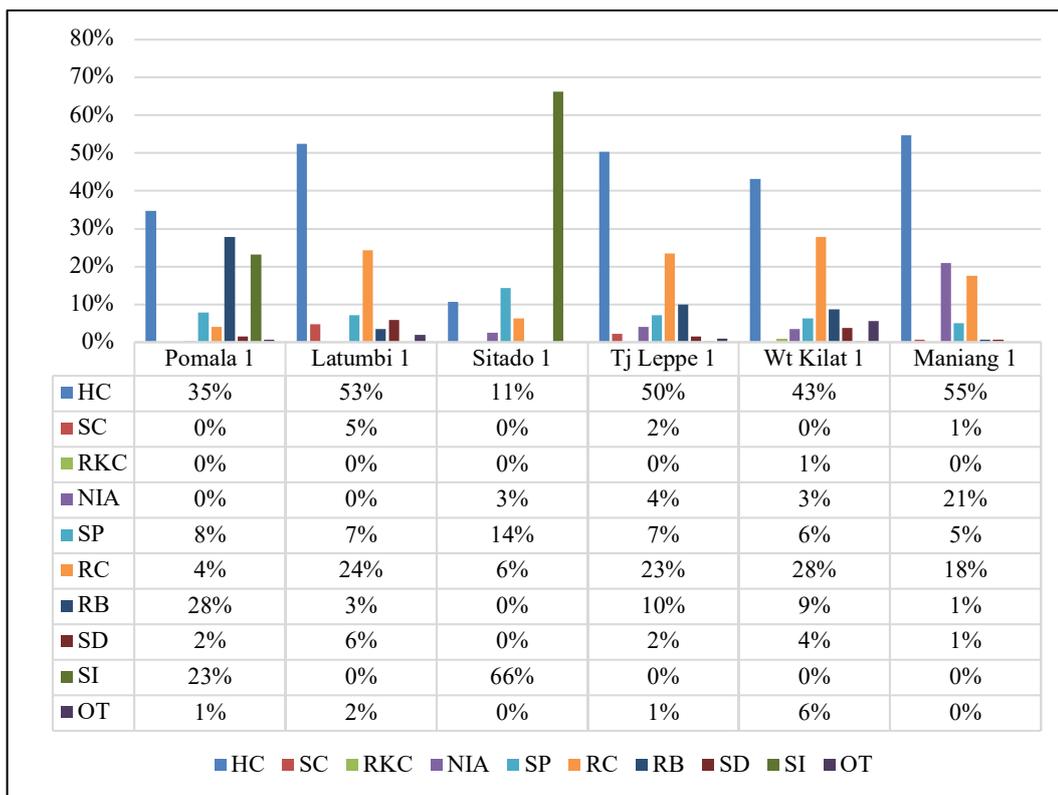
Rusak. Tutupan karang hidup pada area pemantauan Dekat Aktivitas Antam adalah sebesar 41%. Pada area pemantauan Jauh Aktivitas Antam memiliki tutupan karang sebesar 36%. Sedangkan di area Kontrol hanya memiliki persentase karang hidup sebesar 21%. Kondisi tutupan substrat lainnya secara rinci dapat dilihat pada Gambar 4.35.



Gambar 4.35 Kondisi tutupan substrat pada area pemantauan Dekat Aktivitas Antam, Jauh Aktivitas Antam dan Kontrol tahun 2022 semester II.

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 10%.

Lokasi pemantauan biota laut, utamanya terumbu karang 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 (53%), Tg Leppe 1 (50%) dan Maniang 1 (55%). Lokasi pemantauan dengan kondisi terumbu karang tergolong Sedang terdapat pada Watu Kilat 1 (43%) dan Pomala 1 (35%). Sedangkan kondisi terumbu karang yang tergolong Rusak Sitado 1 (11%) (Gambar 4.36).



Gambar 4.36 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 4.37). Substrat *Sponge* (SP) merupakan salah satu bioindikator pencemaran yang dapat mengindikasikan bahwa suatu lokasi limbah domestik yang mengandung nutrisi 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 4.37).



Gambar 4.37 *Sponge* (SP) ukuran besar jenis *Xestospongia testudinaria* yang dijumpai di lokasi pemantauan Pomala 1.

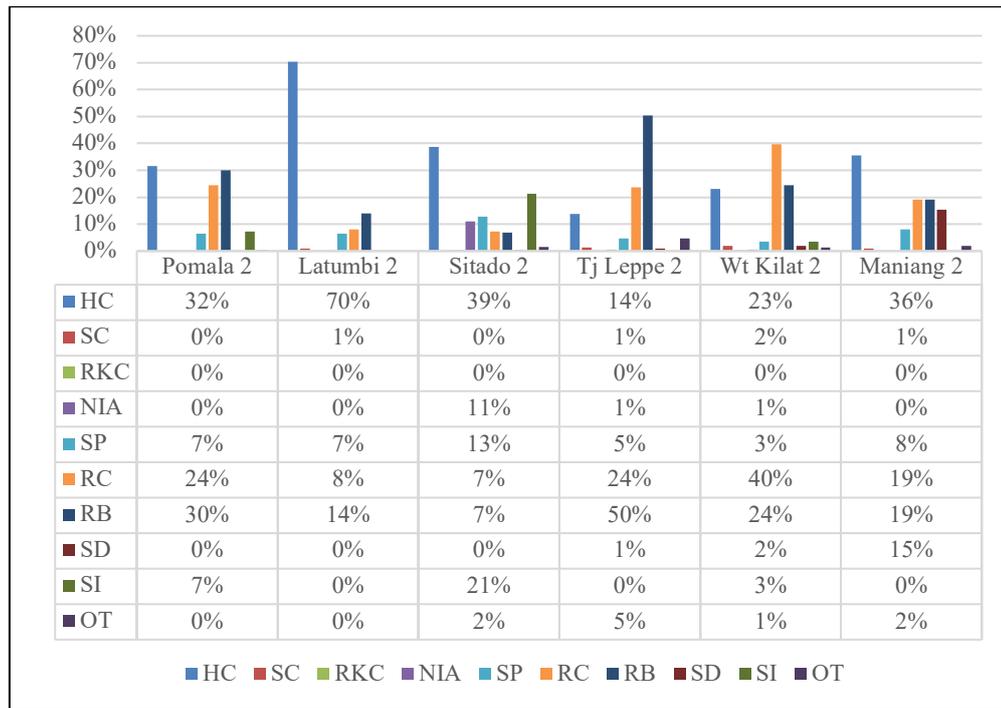
Selain itu, substrat Nutrient Indicator Algae (NIA) juga merupakan salah satu substrat living cover yang memiliki tutupan yang cukup tinggi pada kokasi pemantauan Maniang 1 (21%) (Gambar 4.36). Adanya tutupan algae pada terumbu karang umumnya mengindikasikan adanya introduksi nutrient dari daratan utama yang berada di sekitarnya. Gambaran lokasi dengan tutupan Nutrient Indicator Algae (NIA) jenis *Padina* sp dapat dilihat pada Gambar 4.38.



Gambar 4.38 Tutupan substrat Nutrient Indicator Algae (NIA) jenis *Padina* sp pada stasiun pemantauan 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) 24% dan rock (RC) 20% dibandingkan dengan area pemantauan Dekat Aktivitas Antam dan Kontrol (Gambar 36). 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.



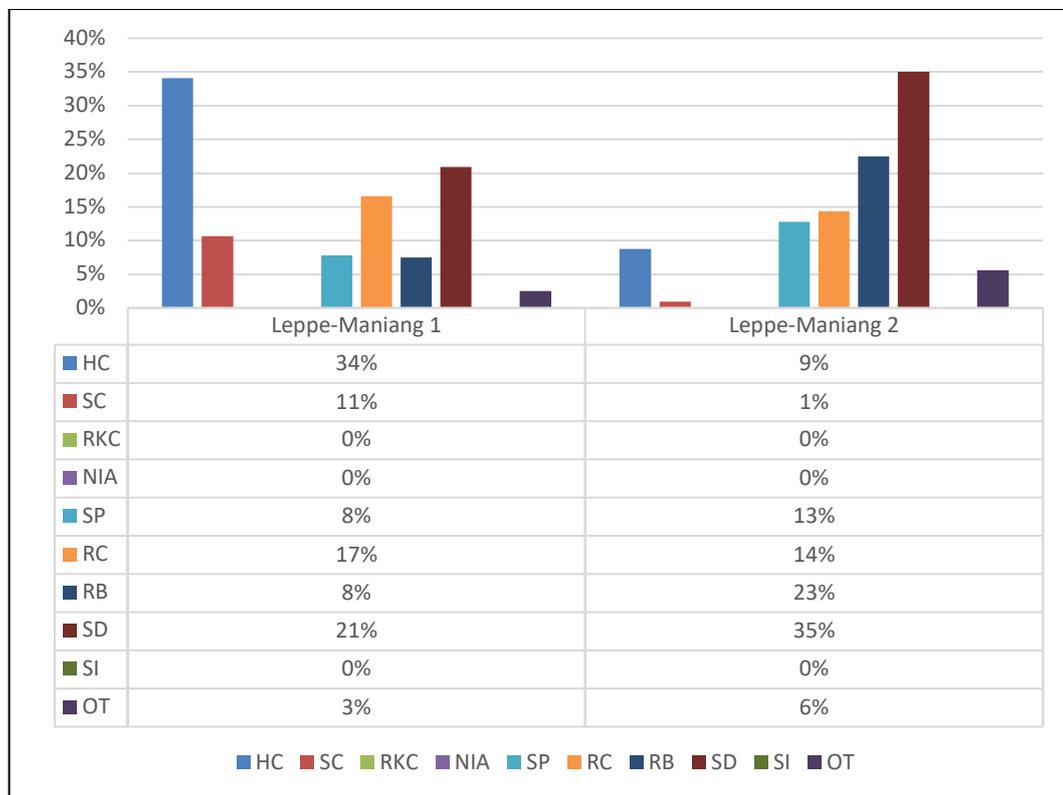
Gambar 4.39 Kondisi tutupan substrat pada masing-masing lokasi pemantauan Jauh Aktivitas Antam tahun 2022 semester II.

Kondisi area pemantauan Jauh Aktivitas Antam juga memiliki kondisi yang berbeda-beda. lokasi dengan persentase tutupan karang tergolong Baik hanya terdapat pada lokasi Latumbi 2 (70%). Sedangkan stasiun pemantauan dengan kondisi terumbu karang tergolong Sedang terdapat pada Pomala 2 (32%), Sitado 2 (39%), Wt Kilat 2 (23%) dan Maniang 2 (36%). Kondisi terumbu karang yang tergolong Rusak terdapat pada stasiun Tg Leppe 2 (14%) (Gambar 4.39). Rusaknya terumbu karang pada stasiun Tg Leppe 2 juga diakibatkan oleh faktor antropogenik, dimana pada stasiun ini memiliki hamparan rubble dengan tutupan mencapai 50% sebagai akibat dari penangkapan ikan yang tidak ramah lingkungan seperti bom ikan dan penggunaan potasium.

Secara umum, 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 4.43). 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.

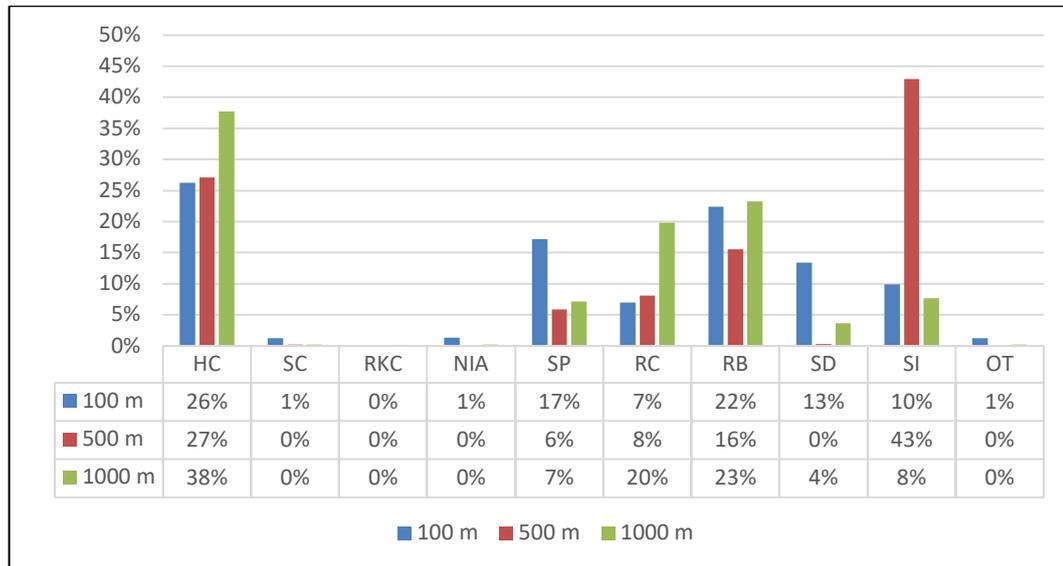
Area pemantauan Kontrol yang terdiri dari stasiun Leppe-Maniang 1 dan Leppe-Maniang 2 cenderung di dominasi oleh substrat pasir (SD). Letak stasiun yang jauh dari daratan menjadi salah satu faktor tingginya gangguan antropogenik pada lokasi tersebut. Adanya gangguan dari nelayan setempat ditandai dengan putusnya atau bahkan hilangnya tali transek permanen yang menjadi penanda. Berdasarkan persentase tutupan karangnya (HC), kondisi terumbu karang pada stasiun pemantauan Leppe-Maniang 1 tergolong **sedang** persentase tutupan karang sebesar 34%. Sementara stasiun Leppe-Maniang 2 tergolong rusak dengan persentase tutupan karang hanya 9%.



Gambar 4.40 Kondisi tutupan substrat pada masing-masing lokasi pemantauan area Kontrol tahun 2022 semester II.

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, 500 meter dan 1000 meter tergolong Sedang. Lokasi pemantauan 100 meter dan 500 meter memiliki tutupan karang hidup sebesar 26% dan 27%, sedangkan tutupan karang hidup di lokasi pemantauan 1000 meter sebesar 38% (Gambar 4.41).



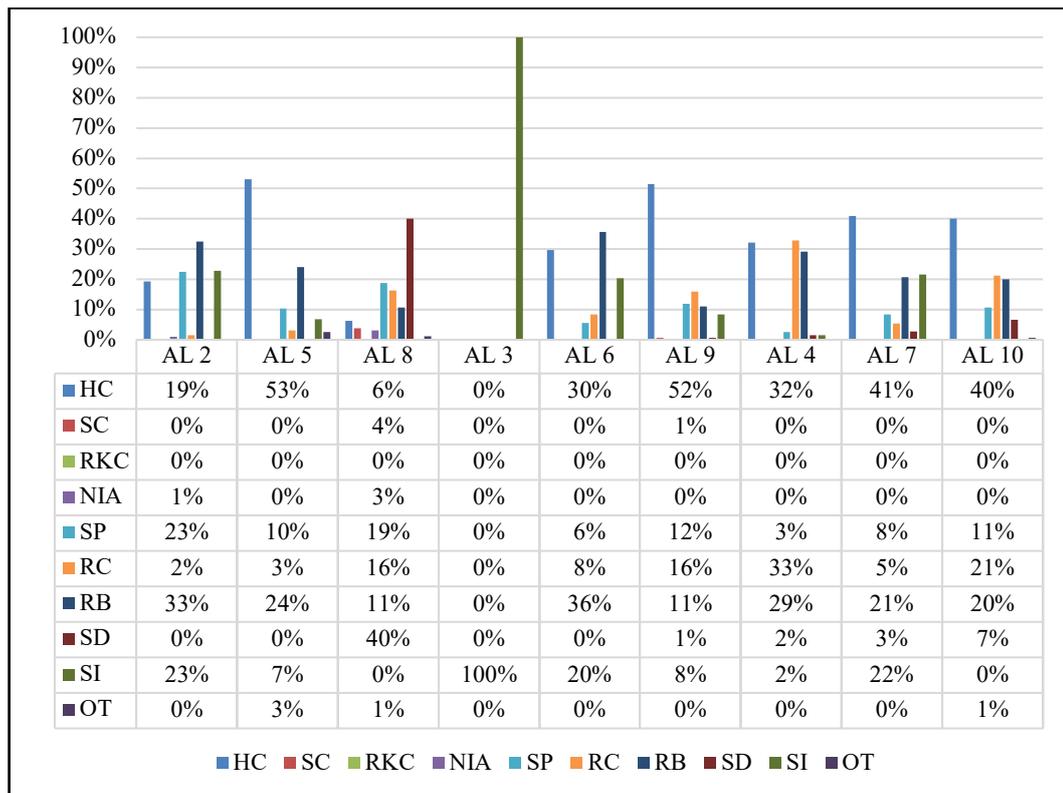
Gambar 4.41 Penutupan substrat pada area pemantauan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) tahun 2022 semester II.

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 4.42). Area tersebut merupakan jalur kapal tongkang yang mengangkut *ore* dan batu bara, kapal tangker maupun kapal pengangkut feronikel. Selain itu, 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 4.43). Berdasarkan pengamatan dilapangan, seluruh lokasi pemantauan masih

mengalami gangguan yang ditandai dengan putusnya transek permanen atau bahkan hilang.

Kondisi terumbu karang di lokasi pemantauan area PLTU yang tergolong **Rusak** terdapat pada AL 2 (19%), AL 8 (6%) dan AL 3 (0%). Sedangkan lokasi pemantauan yang kondisi terumbu karangnya tergolong **Sedang** adalah AL 4 (32%), AL 6 (30%), AL 7 (41%), dan AL 10 (40%). Sementara lokasi dengan kondisi terumbu karang yang tergolong **Baik** hanya terdapat di lokasi pemantauan AL 5 dan AL 9 dengan persentase 53% dan 52% (**Gambar 4.42**).



Gambar 4. 42 Penutupan substrat pada lokasi pemantauan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) tahun 2022 semester II. 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).



Gambar 4.43 Kondisi bekas bom ikan pada lokasi pemantauan AL 9 tahun 2022 semester II.

Stasiun pemantauan AL 4 merupakan salah satu stasiun yang mengalami penurunan tutupan karang secara drastis akibat tabrakan kapal tongkang. Pecahan karang yang masih hidup dijumpai hampir disepanjang transek. Kondisi ini mentebatkan stasiun pemantauan AL 4 yang awalnya memiliki status terumbu karang yang tergolong baik berubah menjadi sedang dengan persentase tutupan hanya 32%. Pada periode pemantauan tahun 2022 semester II ini, pecahan karang karang yang dijumpai masih dalam keadaan hidup, ditandai dengan masih adanya jaringan pada koralit karang seperti pada Gambar 4.44.



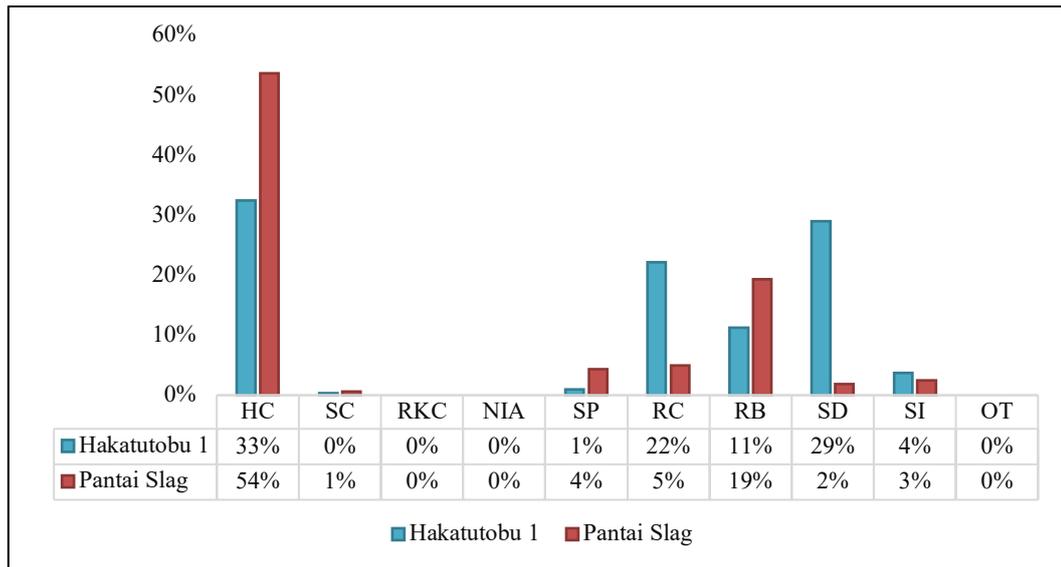
Gambar 4.44 Kondisi karang pada stasiun pemantauan AL 4 setelah tertabrak kapal tongkang.

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 17%, area pemantauan 500 meter lebih rendah dibandingkan area lainnya yakni 6% dan 1000 meter memiliki tutupan *Sponge* (SP) sebesar 7% (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 yang tidak memiliki tutupan lumpur (SI) seperti Wt Kilat 2, Maniang Leppe 1, Maniang Leppe 2, dan Maniang 2 (Gambar 4.35 dan Gambar 4.38).

IV.4.1.3 Kondisi Terumbu Karang Area Rehabilitasi

Lokasi pemantauan pada area Rehabilitasi dipindahkan sejak periode pemantauan semester 1 tahun 2022. Selain area Rehabilitasi Dalam Keramba (Hakatutobu 1), area Rehabilitasi Pantai Slag saat ini menjadi stasiun pemantauan untuk area sehabilitasi. 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*.



Gambar 4.45 Penutupan substrat wilayah rehabilitasi di Desa Hakatutobu pada lokasi pemantauan Dalam Keramba (Hakatutobu 1) dan Pantai Slag tahun 2022 semester II.

Berdasarkan hasil analisis data, kondisi terumbu karang pada lokasi pemantauan Hakatutobu 1 tergolong sedang, dengan persentase tutupan karang sebesar 33%. Rendahnya tutupan karang hidup pada lokasi ini diakibatkan oleh tingginya tutupan substrat Sand (SD). Selain itu, tutupan karang mati seperti (RC) 22% dan (RB) 11% juga menambah persentase tutupan substrat death cover pada stasiun ini. Sedangkan kondisi terumbu karang di lokasi pemantauan Pantau Slag mengalami peningkatan dengan adanya kegiatan sehabilitasi.



Gambar 4.46 Kondisi transplantasi karang di area rehabilitasi Desa Hakatutobu pada lokasi pemantauan Dalam Keramba (Hakatutobu 1).

Kondisi terumbu karang Pantai slag pada periode pemantauan semester I tergolong **Sedang** dengan persentase (HC) 45%. Sedangkan pada periode pemantauan semester II, kondisi tutupan karang (HC) meningkat menjadi 54%

dengan kategori **Baik**. Meski mikian substrat *Rublle* (RB) pada lokasi pemantauan Pantai Slag masih merupakan subtrat *dead cover* yang mendominasi dengan persentase sebesar 19%. Tingginya substrat *Rublle* (RB) pada lokasi pemantauan Pantai Slag juga mengindikasi bahwa lokasi ini pernah mengalami gangguan antropogenik. Namun dengan program rehabilitasi, stasiun pemantauan Hakatutobu 1 dan Pantai Slag diharapkan dapat menjadi object percontohan bagi Kawasan lainnya. Sehingga program rehabilitasi pada stasiun lainnya juga dapat dilaksanakan secara bertahap

IV.4.2 Invertebrata

Terumbu karang merupakan habitat dari berbagai kelompok biota laut, baik yang bersifat permanen maupun sementara. Salah satu penyusun ekosistem terumbu karang adalah kelompok fauna bentik, yaitu kelompok fauna yang hidup di dasar perairan. Makroinvertebrata dari kelompok Ekhinodermata, Moluska dan Krustasea merupakan kelompok fauna bentik yang sering ditemukan hidup di terumbu karang (Giyanto, dkk., 2014). Dalam pemantauan ini, terdapat delapan kelompok Invertebrata (megabenthos) yang menjadi target monitoring. Secara umum, jenis-jenis invertebrata ini di bedakan kedalam dua kelompok yaitu kelompok invertebrata indikator *reef check* dan invertebrata non indikator *reef check*. Target pemantauan adalah invertebrata yang memiliki keterkaitan erat dengan kesehatan terumbu karang. Jenis-Jenis invertebrata tersebut di tampilkan pada Tabel 10. berikut ini.

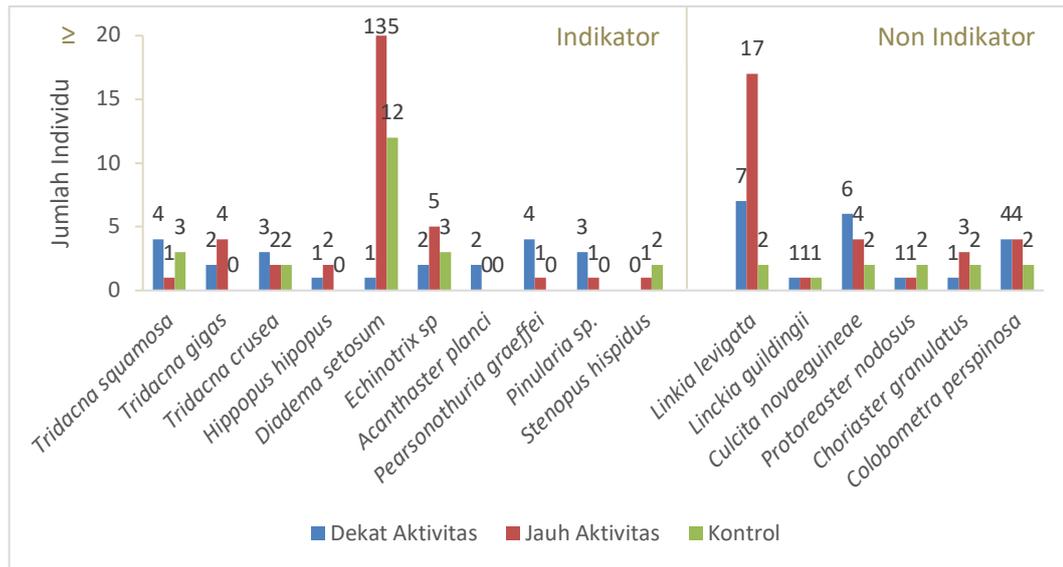
Tabel 4. 10 Jenis-Jenis invertebrata yang dijumpai pada lokasi pemantauan

No.	Kelompok Invertebrata	Jenis/Familia
Invertebrata Indkator Reef Check		
1	Kima/ <i>Giant Clam</i>	<i>Tridacna spp., Hippopus hippopus</i>
2	Landak Laut/ <i>Diadema Urchin</i>	<i>Diadema setosum, Echinotrix sp.</i>
3	Bintang Laut / <i>Crown of Thorns</i>	<i>Acanthaster planci</i>
4	Teripang/ <i>Sea Cucumbers</i>	<i>Holothuroidea</i>
5	Lobster	<i>Pinularia sp.</i>
6	Udang Hias/ <i>Ornamental shrimp</i>	<i>Stenopus hispidus</i>
Invertebrata Non Indkator Reef Check		
7	Bintang laut	<i>Asteroidea</i>
8	Lili Laut	<i>Crinoidea</i>

Fauna invertebrata tersebut dapat dibagi menjadi tiga kelompok besar berdasarkan nilai atau manfaatnya bagi masyarakat dan ekosistem terumbu karang. Kelompok pertama yaitu jenis-jenis Megabenthos yang secara umum dimanfaatkan oleh masyarakat, yaitu Teripang *Holothuroidea*, Kima *Tridacna spp*, *Hippopus Hipopus*, Udang Hias *Stenopus hispidus* dan lobster *Pinnularia sp*. Dimana penangkapan secara masif juga dapat berdampak pada terganggunya jaring-jaring makanan ekosistem terumbu karang. Kelompok kedua adalah invertebrata yang mempunyai hubungan sangat erat dengan terumbu karang, yakni bintang laut seribu *Acanthaster planci*, Landak Laut *Diadema setosum* dan *Echinotrix sp*. Sedangkan, kelompok invertebrata ketiga adalah jenis Bintang Laut *Asteroidea* (selain bintang laut seribu) dan Jenis Lili Laut. Pemilihan biota-biota ini karena biota tersebut dapat hidup berdampingan dengan terumbu karang tanpa menimbulkan suatu yang merugikan terumbu karang. Invertebrata ini tidak dimanfaatkan oleh masyarakat namun menjadi bagian kesatuan dari ekosistem terumbu karang sebagai biota asosiasi, sehingga kehadirannya diharapkan dapat menunjukkan kondisi kesehatan terumbu karang (Giyanto, *et. al*, 2014: Shuman *et. al* 2004).

IV.4.2.1 Invertebrata di Area Sekitar Aktivitas Antam.

Pemantauan keberadaan jenis invertebrata di lakukan pada enam titik di area dekat aktivitas pertambangan, enam titik berada pada area yang jauh dari aktivitas pertambangan dan dua titik yang di anggap sebagai lokasi kontrol. Titik pemantauan dekat aktivitas PT Antam Kolaka 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.



Gambar 4. 47 Jumlah penjumpaan Individu dari Jenis-Jenis Invertebrata Indikator dan non Indikator reef check di area perairan laut sekitar aktivitas PT. Antam UBPN Kolaka.

Gambar 4.47 merupakan grafik yang menyajikan data jumlah individu masing masing jenis invertebrata yang di jumpai di area sekitar aktivitas PT. Antam UBPN Kolaka. Data jumlah individu yang di sajikan pada Gambar 4.47 merupakan akumulasi data jumlah individu dari masing masing area pemantauan.

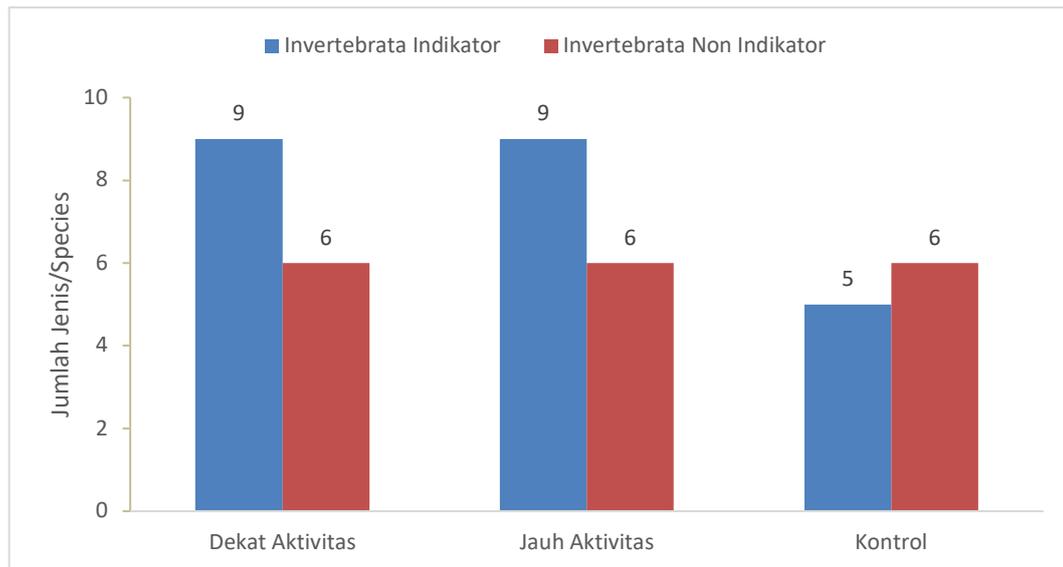
Jenis-Jenis invertebrata indikator yang dijumpai pada area pemantauan yaitu Kima sisik *Tridacna squamosa*, Kima Raksasa *T. gigas*, Kima lubang *T. crusea*, Kima cina *Hippopus hipopus*, Landak laut *Diadema setosum*, *Echinotrix sp.*, Bintang Laut Seribu *Acanthaster planci*, Teripang *Pearsonothuria graeffei*, Udang Karang *Stenopus hispidus*, Lobster *Pinularia sp.* Sementara itu, dari kelompok invertebrata non indikator dijumpai jenis Bintang Laut *Linkia levigata*, *Linckia guildingii*, *Calcita novaeguineae*, *Protoreaster nodosus*, *Choriaster granulatus*, dan Lili Laut *Colobometra perspinosa*.



Gambar 4. 48 Jenis bintang laut seribu *Acanthaster planci* diumpai pada zona reef flat area pemantauan Maniang 1.

Jenis invertebrata indikator dengan tingkat penjumpaan tertinggi adalah *Diadema setosum* pada area Jauh Aktivitas Antam dengan nilai 135 individu. Meskipun jumlah tersebut merupakan nilai akumulasi, namun dari keenam titik pemantauan di area jauh aktivitas, penjumpaan Landak laut *D. setosum* hanya ada pada zona reef flat dan reef slope (800 m²) titik pemantauan Maniang 2 dengan nilai 17 individu/100m² jika dikonversi dengan pendekatan kepadatan individu. Sementara itu, Jenis Bintang Laut Seribu *Acanthaster planci* hanya di jumpai area dekat aktivitas dengan jumlah 2 individu. Populasi Bintang laut yang rendah menandakan aktivitas predasi terhadap polip karang juga rendah, sehingga potensi kerusakan terumbu karang akibat aktivitas predasi bukan merupakan ancaman di area pemantauan. Kemudian untuk kelompok invertebrata non indikator reef check, jenis bintang laut biru *Linkia levigata* dijumpai sebanyak 17 individu di area pemantauan jauh aktivitas Antam.

Hasil pemantauan menunjukkan jumlah jenis invertebrata indikator *reef check* paling tinggi di jumpai pada titik-titik pemantauan di area dekat aktivitas dan area kontrol sedang untuk jumlah jenis invertebrata non indikator menunjukkan nilai yang sama pada ketiga area pemantauan seperti yang disajikan pada Gambar 4.49.



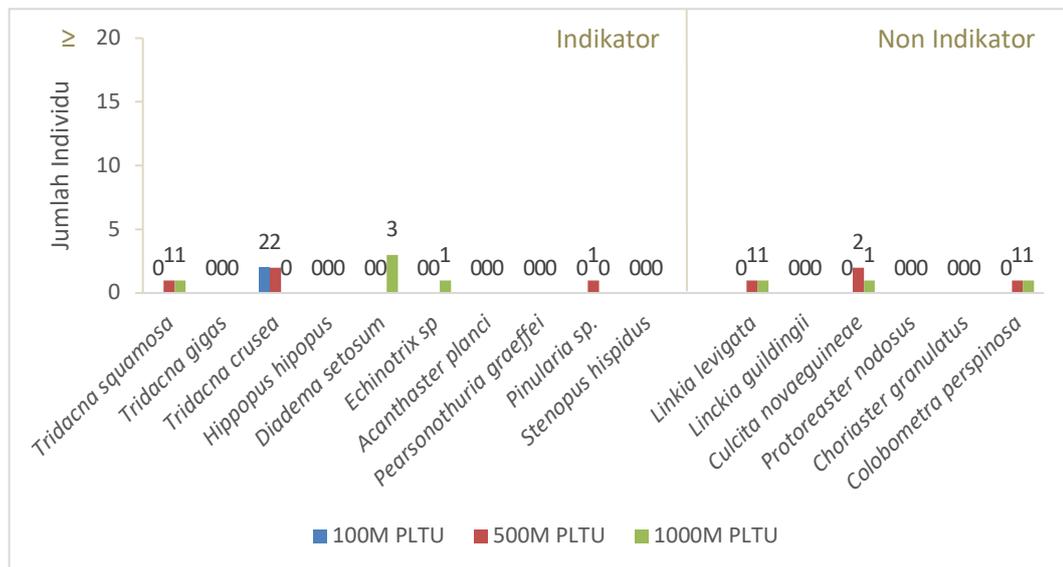
Gambar 4.49 Histogram jumlah jenis invertebrata indikator di area sekitar aktivitas Antam

Kondisi keberadaan invertebrata ekosistem terumbu karang di area sekitar aktivitas antam masih tergolong stabil jika ditinjau dari jumlah penjumpaan jenis pada Gambar 4.49. Randahnya penjumpaan jenis pada area kontrol jika dibandingkan dengan dua area lainnya dapat disebabkan oleh perbedaan jumlah luasan area pengamatan. Pengamatan di area kontrol hanya dilakukan pada dua titik sedangkan area pengamatan lainnya dilakukan pada enam titik pengamatan. Sehingga dalam hal ini tentunya area pengamatan yang lebih luas memberikan peluang penjumpaan jenis yang lebih tinggi. Jika dihubungkan dengan karakteristik tutupan karang hidup (Hard Coral/HC), area kontrol merupakan salah satu area dengan tingkat penutupan HC yang rendah dengan nilai penutupan HC $\leq 25\%$. Dalam hal ini terumbu karang sebagai tempat tinggal bagi berbagai jenis invertebrata benthik berpengaruh terhadap tingkat penjumpaan.

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 100M, 500M, dan 1000M dari titik pebuangan air bahang PLTU. Area pemantauan 100M PLTU terdiri atas Stasiun PLTU AL 2, PLTU AL

5 dan PLTU AL 8. Kemudian area pemantauan 500M PLTU 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 pemantauan 1000M PLTU. Berikut ini merupakan jumlah individu masing masing jenis invertebrata yang di jumpai di area perairan sekitar PLTU PT. Antam UBPN Kolaka. Data jumlah individu yang di sajikan pada Gambar 4.50 merupakan akumulasi data jumlah individu dari masing masing area pemantauan.



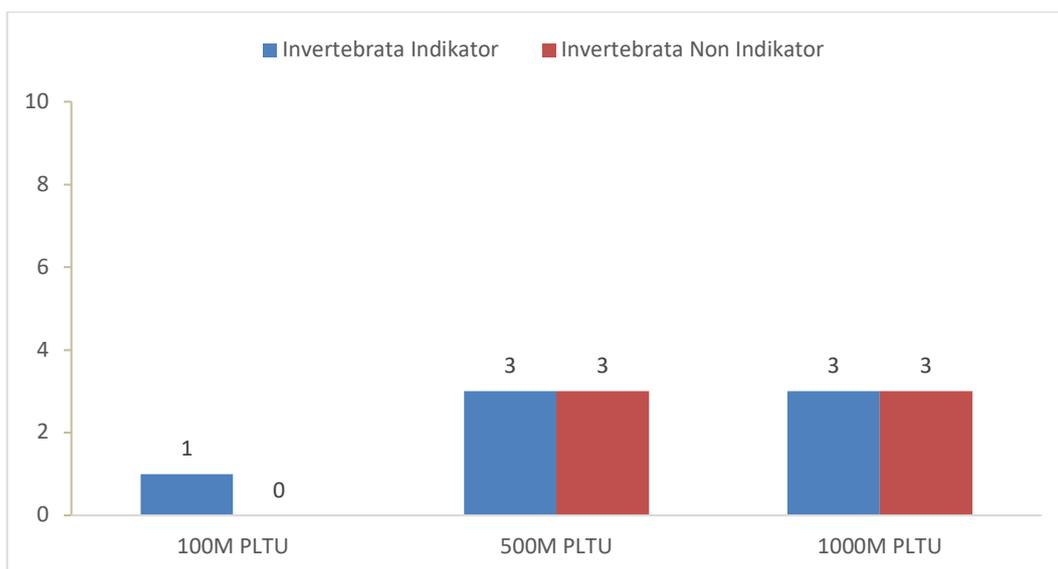
Gambar 4. 50 Jumlah penjumpaan Individu dari Jenis-Jenis Invertebrata Indikator dan non Indikator reef check di area perairan laut sekitar PLTU PT. Antam UBPN Kolaka.

Jenis-Jenis invertebrata indikator yang dijumpai pada area pemantauan yaitu Kima sisik *Tridacna squamosa*, Kima Raksasa *T. gigas*, Kima lubang *T. crusea*, Landak laut *Diadema setosum*, *Echinotrix sp*, dan Lobster *Pinularia sp*. Sementara itu, dari kelompok invertebrata non indikator dijumpai jenis Bintang Laut *Linkia levigata*, *Culcita novaeguineae*, dan Lili Laut *Colobometra perspinosa*.



Gambar 4.51 Lobster *Panulirus* sp. dijumpai di titik pemantauan PLTU AL 9.

Berdasarkan jumlah individu, Landak Laut *Diadema setosum* merupakan jenis yang paling umum di jumpai dengan tingkat penjumpaan 3 individu. Meskipun demikian, pada pemantauan ini, individu Landak laut hanya di jumpai pada area PLTU AL7 (1000M PLTU). Sejalan dengan hal tersebut, Jenis Lobster *Pinnularia* sp juga merupakan invertebrata dengan penjumpaan terbatas (hanya pada satu titik pemantauan tertentu), dimana pada pemantauan ini 1 individu crustasea ini hanya dijumpai pada PLTU AL9 (500M PLTU).



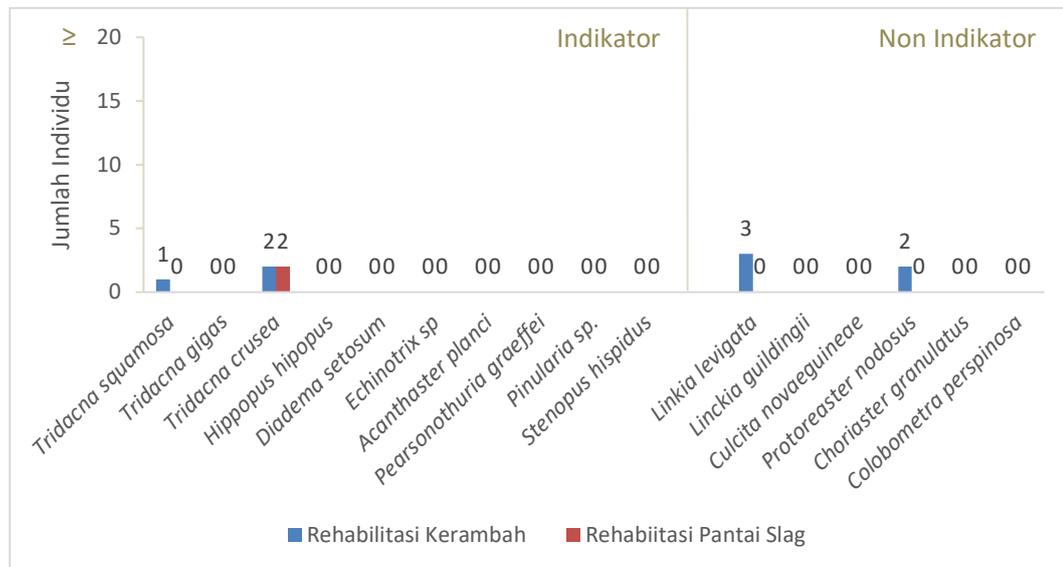
Gambar 4.52 Histogram Jumlah Spesies Invertebrata Area PLTU

Penjumpaan jenis invertebrata (makrobentos) yang menjadi target monitoring di area perairan sekitar PLTU menunjukan nilai yang cenderung sama kecuali pada area 100M PLTU. Dimana pada titik pemantauan 100M PLTU hanya dijumpai 1 jenis invertebrata indikator dan tidak dijumpai adanya kehadiran invertebrata non indikator. Sebaliknya, Penjumpaan tertinggi, tiga jenis

invertebrata, ada pada dua area pemantauan lainnya, baik untuk invertebrata indikator reef check maupun invertebrata non indikator reef check.

IV.4.2.3 Invertebrata area Rehabilitasi

Terdapat dua lokasi pemantauan invertebrata mencakup area rehabilitasi terumbu karang yang terletak di dalam keramba permanen Desa Hakatutubu dan area rehabilitasi terumbu karang yang terletak di area Pantai Slag. Berikut ini merupakan jumlah individu masing masing jenis invertebrata yang di jumpai di area rehabilitasi terumbu karang. Data jumlah individu yang di sajikan pada Gambar 4.53 merupakan akumulasi data jumlah individu dari masing masing area pemantauan.

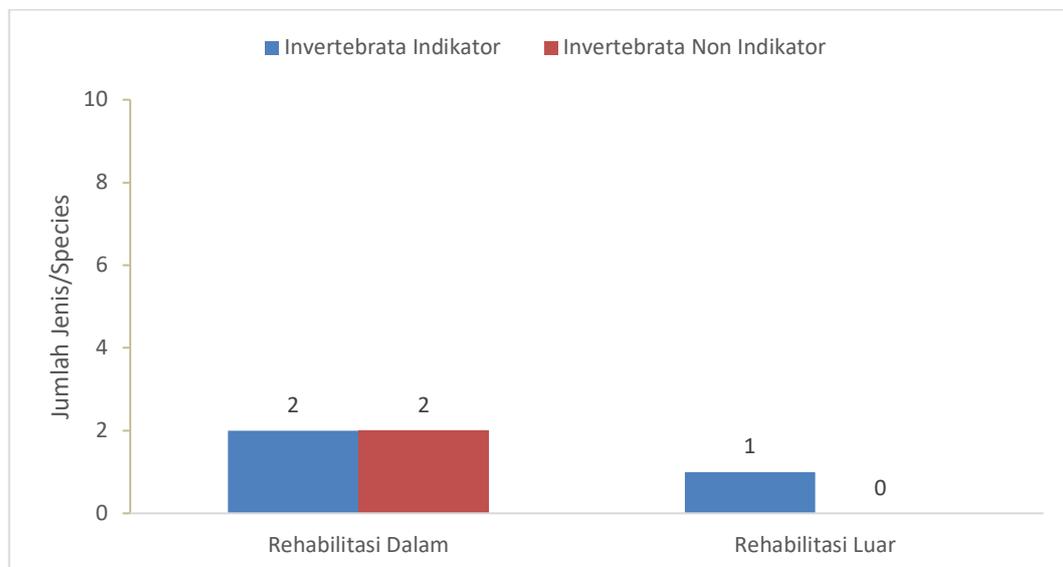


Gambar 4. 53 Jumlah penjumpaan Individu dari Jenis-Jenis Invertebrata Indikator dan non Indikator reef check di area Rehabilitasi

Jenis-Jenis invertebrata indikator yang dijumpai pada area pemantauan yaitu Kima lubang *Tridacna crusea*, Kima Sisik *Tridacna squamosa*. Sementara itu, dari kelompok invertebrata non indikator dijumpai jenis Bintang Laut *Linkia levigata* dan *Protoreaster nodosus*. Jenis Kima lubang merupakan jenis invertebrata indikator yang memiliki tingkat penjumpaan tertinggi baik di area rehabilitasi dalam maupun rehabilitasi luar dengan jumlah penjumpaan masing-masing dua individu. Sementara itu, Jenis bintang laut *Linkia levigata* juga merupakan invertebrata non indikator yang cukup umum dijumpai di area rehabilitasi dalam dengan jumlah penjumpaan 3 individu.



Gamaba x. Jenis Kima Lubang *Tridacna crusea* dijumpai pada titik pemantauan Hakatutobu 1



Gambar 4.54 Histogram jumlah spesies invertebrata area Rehabilitasi.

Hasil penjumpaan jenis invertebrata ekosistem terumbu karang di area rehabilitasi secara umum tergolong rendah jika di bandingkan dengan area pemnataan lainnya. Jumlah jenis maksimal sebanyak 2 jenis dijumpai pada area rehabilitasi dalam (kerambah) baik untuk jenis-jenis invertebrata indikator maupun non indikator reef check. Sementara itu, di area rehabilitasi luar (Pantai Slag), hanya dijumpai 1 jenis invertebrata indikator reef check yaitu Kima Sisik *Tridacna squamosa*.

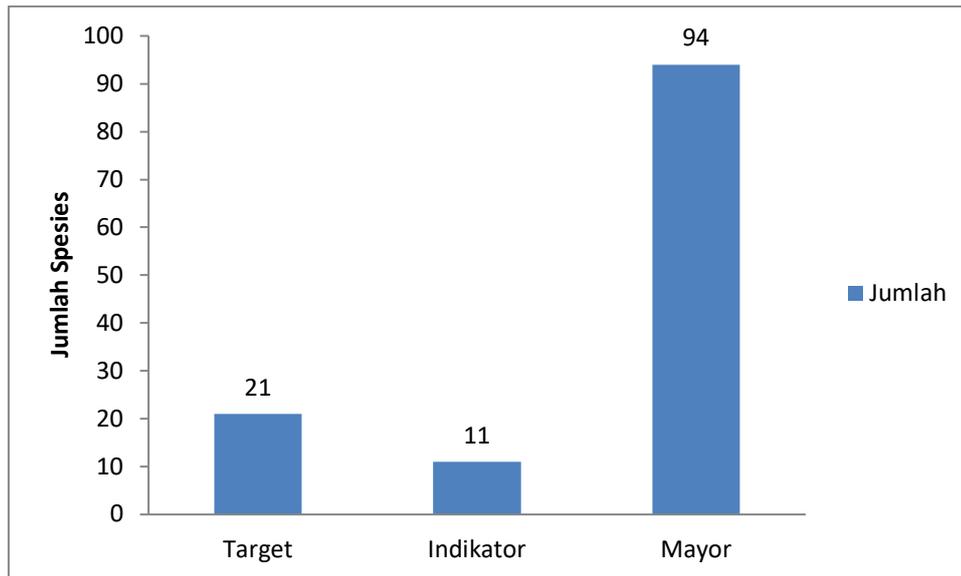
IV.4.3 Ikan

IV.4.3.1 Diversitas Ikan Karang pada Area Sekitar Aktivitas Antam

Terumbu karang adalah komunitas yang kompleks dan produktif (Bengen, 2013; Marshall & Mumby, 2015), dan setiap komponen komunitas ini saling bergantung, sehingga membentuk ekosistem yang lengkap. Salah satu komponen biota yang menghuni ekosistem ini adalah ikan karang, dan pada umumnya keanekaragaman spesies di ekosistem ini tinggi (Odum, 1993). Terumbu karang memainkan peran penting sebagai habitat bagi banyak spesies ikan, menyediakan sumber makanan dan mata pencaharian bagi masyarakat pesisir.

Keberadaan ikan karang di perairan sangat bergantung pada kesehatan karang yang ditunjukkan dengan persentase tutupan karang (Adrim et al. 2012). Hal ini sangat dimungkinkan karena ikan karang yang hidup berasosiasi dengan bentuk dan jenis karang untuk habitat, tempat berlindung dan mencari makan. Oleh karena itu, ikan karang juga penting dalam ekosistem laut. Ini adalah elemen (Bell & Galzin, 1984).

Data Ikan karang adalah ikan yang penting secara ekonomi dalam pengelolaan lokal, tetapi perikanan dapat menjadi ancaman bagi terumbu karang (English *et al.* 1994). Data ikan karang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan ikan karang yang diminati dan ikan indikator (Chaetodontidae) untuk memudahkan perbandingan berdasarkan skala temporal dan spasial. Dengan memahami bagaimana struktur komunitas ikan dapat digunakan sebagai indikator pemulihan (ketahanan) kerusakan terumbu karang. B. Temukan kelompok ikan herbivora yang melimpah. Di sisi lain, ketika kelompok karnivora dan herbivora ditemukan, ini menunjukkan bahwa eksploitasi mereka terkonsentrasi (Green, 2009; Obura & Grimsdith, 2009). Selain itu, indeks kelimpahan ikan merupakan ukuran relatif penurunan kesehatan terumbu secara umum (Pratchett *et al.* 2013).



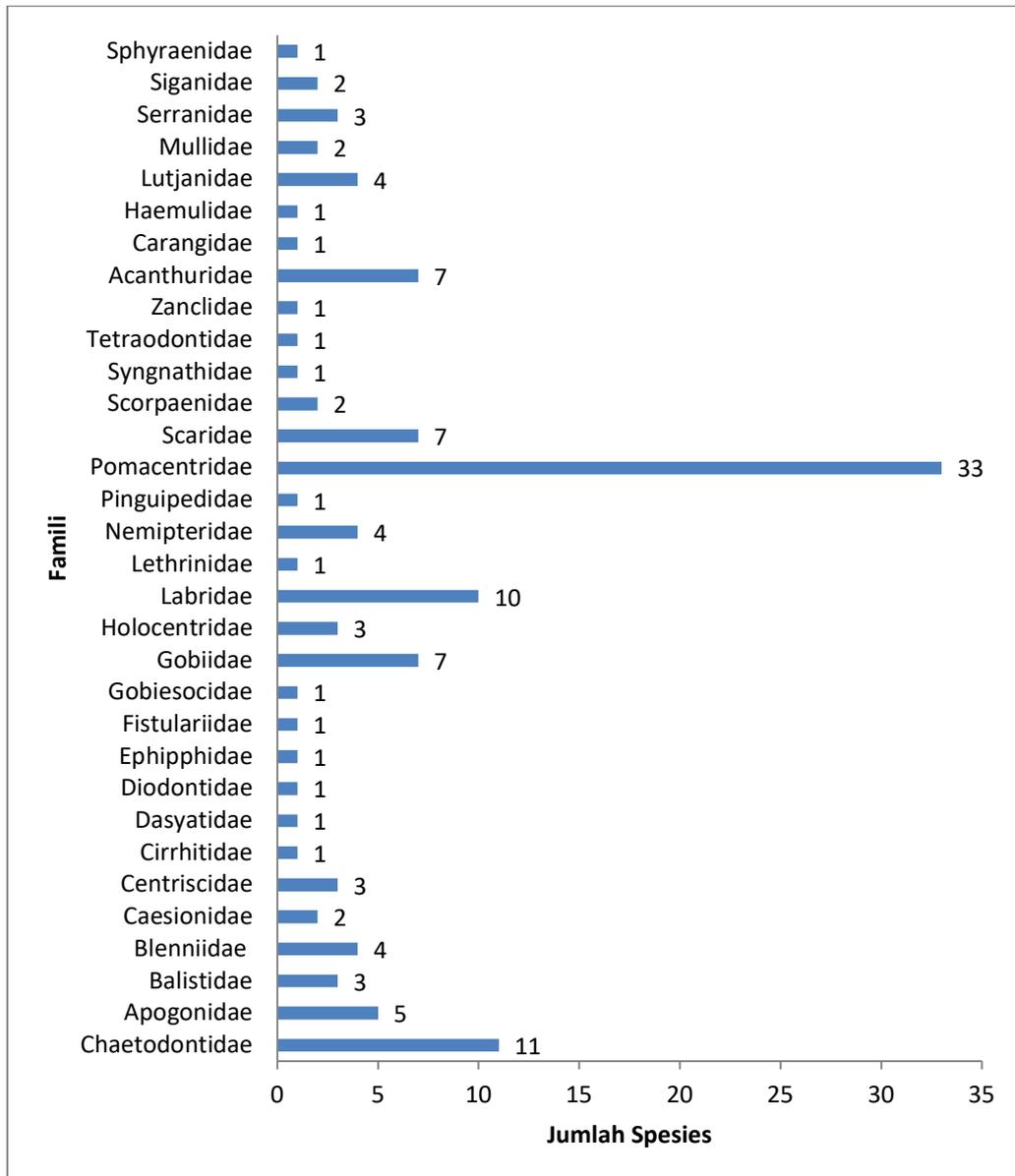
Gambar 4.55 Jumlah spesies ikan target, indikator, dan mayor pada area sekitar Antam

Hasil survei pengamatan di area sekitar kegiatan Antam pada Gambar 4.55 dapat mengidentifikasi hingga 126 spesies ikan karang yang terbagi dalam 21 spesies ikan target, 11 indikator dan 94 spesies ikan mayor. Kemunculan ikan karang di lokasi cenderung didominasi oleh ikan mayor dari famili Pomacentridae (Gambar 4.56). Spesies ikan penghuni karang dari famili Pomacentridae adalah yang paling banyak berasosiasi dengan ikan penghuni terumbu karang, memakan berbagai spesies invertebrata, alga, dan zooplankton (Kuitert 1992). Famili ikan ini mendiami hampir semua bentuk terumbu karang dari zona intertidal hingga kedalaman 40 m (Montgomery *et al.* 1980) dan dikenal teritorial, spasial, dan relatif stabil.



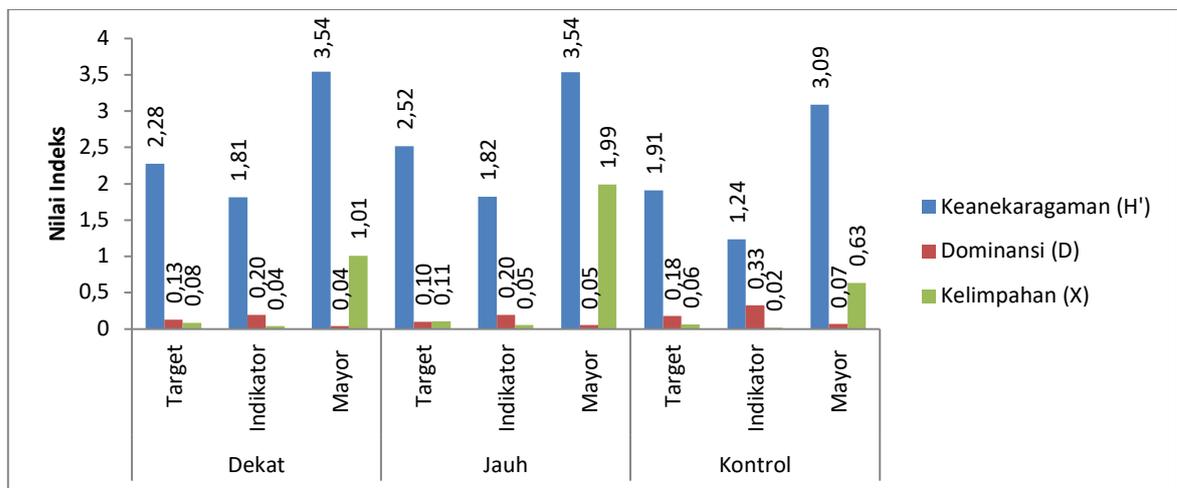
Gambar 4.56 Koloni ikan mayor Famili Pomacentridae yang dijumpai pada zona *reef flat* area Maniang 2.

Terdapat 33 spesies ikan karang dari Famili Pomacentridae yang dijumpai pada lokasi pengamatan (Gambar 4.57). 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 4.57 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 4.58. Berdasarkan Gambar tersebut, hasil perhitungan indeks keanekaragaman Shannon Wiener (H') ikan pada area dekat aktivitas Antam tergolong sedang yaitu ikan target dengan nilai 2,28 dan ikan indikator 1,81, sementara ikan mayor tergolong tinggi dengan nilai 3,54. Pada area jauh aktivitas Antam tergolong sedang yaitu ikan target dengan nilai 2,52 dan ikan indikator 1,82, sementara ikan mayor tergolong tinggi dengan nilai 3,54. Selanjutnya pada area kontrol keanekaragaman ikan karang tergolong sedang untuk kategori ikan target dengan nilai 1,91 dan ikan indikator 1,24, sedangkan ikan mayor memiliki nilai keanekaragaman tinggi dengan nilai 3,09.



Gambar 4.58 Analisis keanekaragaman, dominansi dan kelimpahan ikan karang pada area sekitar aktivitas Antam.

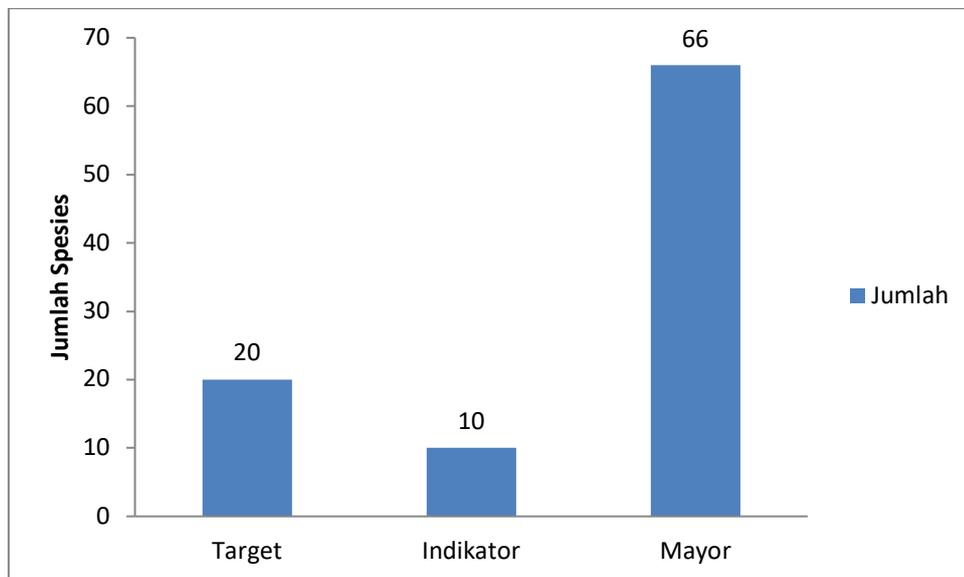
Hasil perhitungan indeks dominansi ikan karang pada area dekat aktivitas Antam tergolong rendah untuk kategori ikan target yaitu 0,13, ikan indikator 0,20 dan ikan mayor 0,04. Pada area jauh aktivitas Antam tergolong rendah untuk kategori ikan target yaitu 0,10, ikan indikator 0,20 dan ikan mayor 0,05. Sementara pada area kontrol juga tergolong rendah untuk kategori ikan target yaitu 0,18, ikan indikator 0,33 dan ikan mayor 0,07.

Kelimpahan ikan karang pada area dekat aktivitas Antam untuk kategori ikan target diperoleh 0,08 individu/m², ikan indikator 0,04 individu/m² dan ikan mayor 1,01 individu/m². Pada area jauh aktivitas Antam diperoleh 0,11 individu/m² untuk kategori ikan target, ikan indikator 0,05 individu/m² dan ikan mayor 1,99

individu/m². Selanjutnya pada area kontrol untuk kategori ikan target diperoleh 0,06 individu/m², ikan indikator 0,02 individu/m² dan ikan mayor 0,63 individu/m².

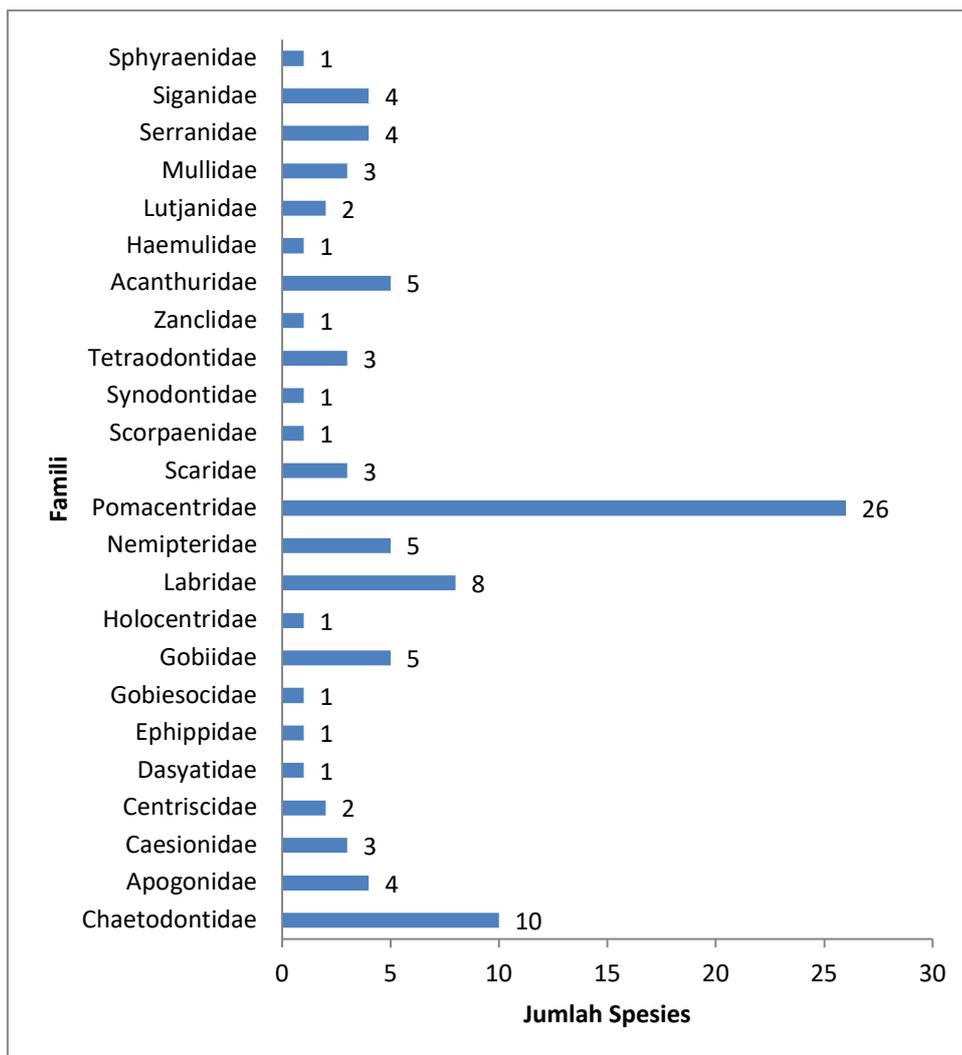
IV.4.3.2 Diversitas Ikan Karang pada Area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)

Jumlah ikan karang yang tercatat berdasarkan Gambar 4.59 dari hasil sensus visual di wilayah PLTU sebanyak 96 spesies, terbagi dalam 20 spesies ikan target, 10 spesies ikan indikator dan 66 spesies ikan mayor. Kemunculan ikan karang pada area PLTU juga didominasi oleh kategori ikan mayor dari Famili Pomacentridae dengan jumlah 26 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 4.59 Jumlah spesies ikan target, indikator, dan mayor pada area PLTU

Famili pomacentridae dan Famili chaetodontidae memiliki jenis yang paling banyak pada area PLTU (Gambar 4.60). 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.



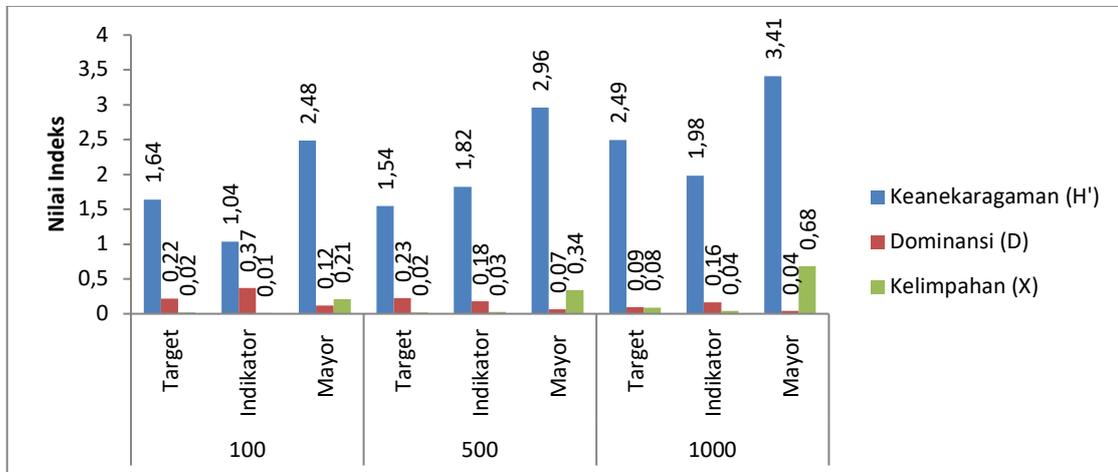
Gambar 4.60 Jumlah spesies ikan karang dalam tiap Famili pada area PLTU



Gambar 4.61 Ikan mayor *Chrysiptera* sp. dari Famili pomacentridae dan ikan indikator jenis *Chelmon rostratus* dari Famili chaetodontidae dijumpai pada area PLTU AL4 (1000 meter arah Utara)

Berdasarkan Gambar 4.62, hasil perhitungan indeks keanekaragaman Shannon Wiener (H') ikan pada area PLTU 100m tergolong sedang yaitu ikan target

dengan nilai 1,64 ikan indikator 1,04, dan ikan mayor 2,48. Pada area PLTU 500m tergolong sedang yaitu ikan target dengan nilai 1,54, ikan indikator 1,82, dan ikan mayor 2,96. Selanjutnya pada area PLTU 1000m tergolong sedang yaitu ikan target dengan nilai 2,49 dan ikan indikator 1,98 sedangkan ikan mayor dengan nilai 3,41 tergolong tinggi.



Gambar 4.62 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 0,22, ikan indikator dengan nilai 0,37 dan ikan mayor dengan nilai 0,12. Pada area PLTU 500m tergolong rendah untuk kategori ikan target yaitu 0,23, ikan indikator 0,18 dan ikan mayor 0,07. Kemudian pada area PLTU 1000m juga tergolong rendah untuk kategori ikan target yaitu 0,09, ikan indikator 0,16 dan ikan mayor 0,04.

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 0,21 individu/m². Pada area area PLTU 500m diperoleh 0,02 individu/m² untuk kategori ikan target, ikan indikator 0,03 individu/m² dan ikan mayor 0,34 individu/m². Selanjutnya pada area PLTU 1000m untuk kategori ikan target diperoleh 0,08 individu/m², ikan indikator 0,04 individu/m² dan ikan mayor 0,68 individu/m².

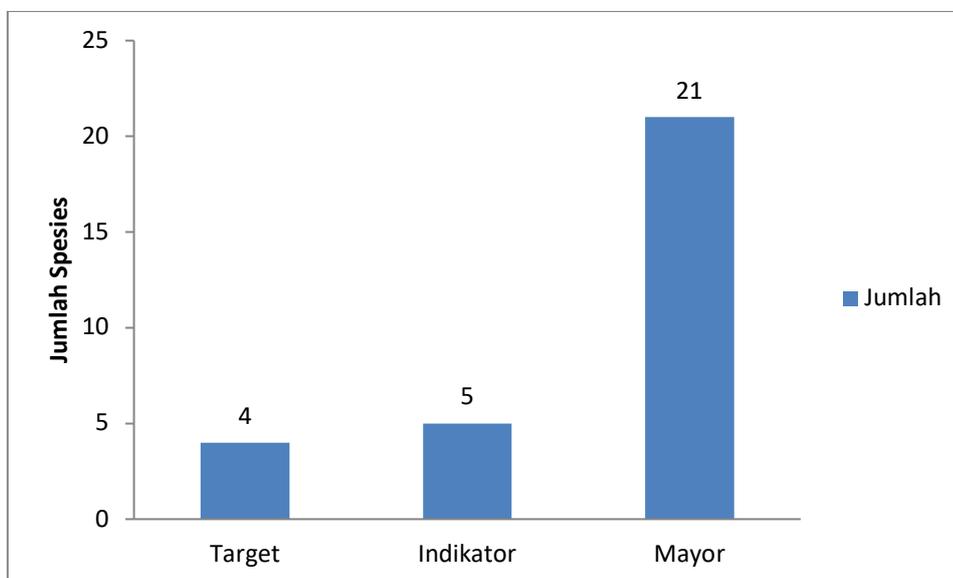
Kelimpahan ikan yang sangat rendah pada area PLTU dipengaruhi oleh PLTU AL 3. Lokasi tersebut didominasi oleh substrat lumpur (Gambar 4.63) sehingga jarak pandang pada lokasi kurang dari 1 meter. Faktor tersebut menjadi kendala saat melakukan pengamatan.



Gambar 4.63 Kondisi substrat pada PLTU AL 3

IV.4.3.3 Diversitas Ikan Karang pada Area Rehabilitasi

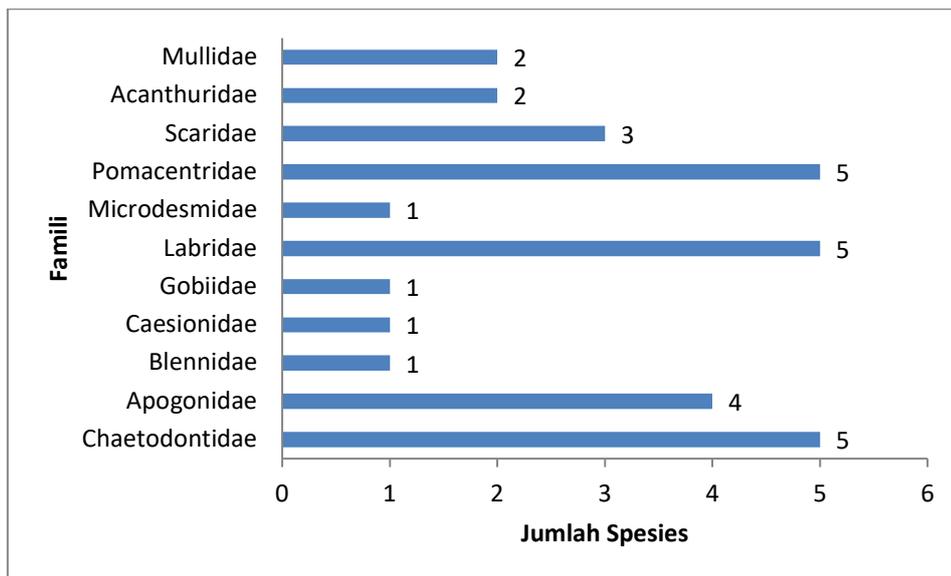
Jumlah ikan yang tercatat dari hasil sensus visual di wilayah Rehabilitasi sebanyak 30 spesies, terbagi dalam empat spesies ikan target, lima spesies ikan indikator, dan 21 spesies ikan mayor (Gambar 4.64). Pada area Hakatutobu 1 (dalam keramba) ditemukan jenis ikan mayor yaitu Bamphead Parrotfish (*Bolbometopon 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.



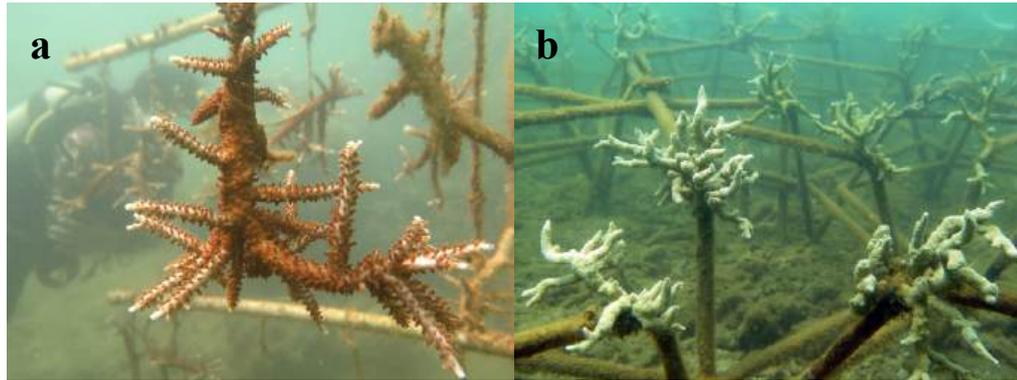
Gambar 4.64 Jumlah spesies ikan target, indikator, dan mayor pada area rehabilitasi.

Pada area Rehabilitasi dijumpai Famili chaetodontidae dengan jumlah lima spesies seperti pada Gambar 4.65. 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.



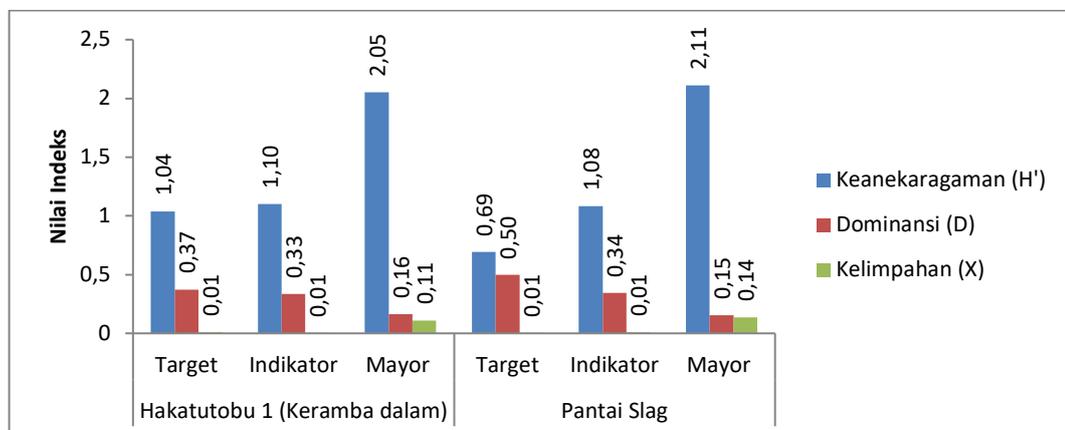
Gambar 4.65 Jumlah spesies ikan karang dalam tiap Famili pada area Rehabilitasi.



Gambar 4.66 Rehabilitasi karang pada area (a) Hakatutobu 1 (keramba dalam) dan (b) Pantai Slag

Berdasarkan Gambar 4.66, 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 sedang untuk kategori ikan target dengan nilai 1,04, ikan indikator dan ikan mayor tergolong dengan nilai 1,10 dan 2,05. Selanjutnya pada area Pantai Slag tergolong rendah untuk kategori ikan target dengan nilai 0,69, sementara tergolong sedang untuk kategori ikan indikator dengan nilai 1,08 dan ikan mayor 2,11.

Hasil perhitungan indeks dominansi ikan karang pada area Hakatutobu 1 (keramba dalam) tergolong rendah untuk kategori ikan target yaitu 0,37, ikan indikator dengan nilai 0,33 dan untuk ikan mayor dengan nilai 0,16. Pada area Pantai Slag tergolong sedang untuk kategori ikan target yaitu 0,50, sementara ikan indikator tergolong rendah dengan nilai 0,34 dan ikan mayor dengan nilai 0,15.



Gambar 4.67 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 0,01 individu/m² dan ikan mayor 0,11 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 0,14 individu/m².

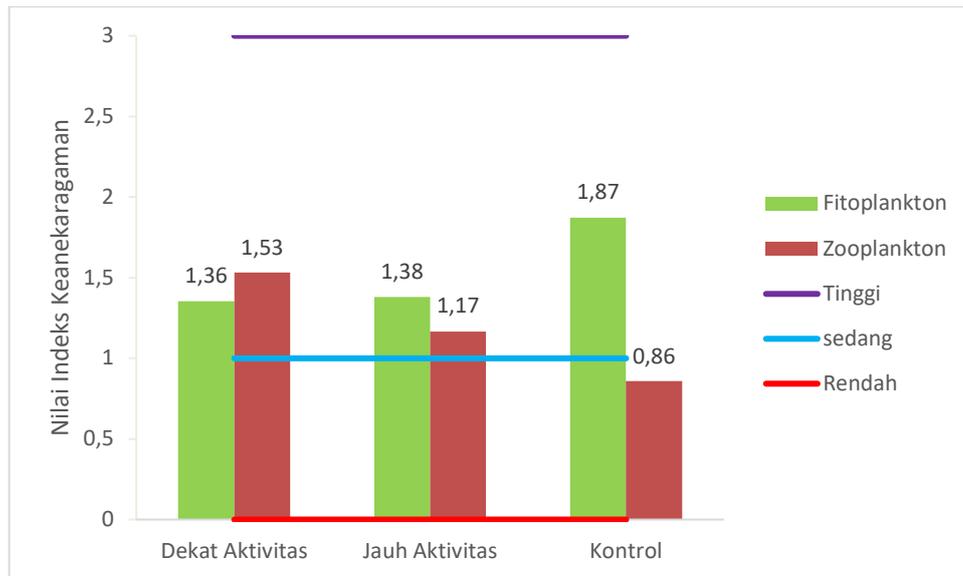
IV.4.4 Plankton Laut

Plankton merupakan komunitas biota perairan yang umumnya berukuran mikroskopis dan hidup melayang di kolom perairan mengikuti arus air. Kelompok organisme ini memiliki ukuran tubuh yang sangat bervariasi. Hal tersebut memiliki pengaruh yang signifikan secara ekologis dan fisiologis bagi plankton (Peter, 1983). Organisme plankton dapat dibedakan menjadi fitoplankton dan zooplankton berdasarkan fungsi dalam tingkat trofik. Fitoplankton (*Phyto*/tumbuhan) atau sering juga disebut alga merupakan organisme autotrofik sederhana yang termasuk salah satu organisme fotosintetik terbesar di perairan. Sementara itu, zooplankton (*Zoon*/hewan) merupakan organisme uniselular atau multiseluler heterotrof yang berperan sebagai konsumen dalam jaring makan mikroorganisme di perairan. Zooplankton memiliki kemampuan lokomosi terbatas dapat berupa holoplankton (seluruh daur hidup bersifat planktonik) ataupun meroplankton (Sebagian daur hidup bersifat planktonik) dimana bersifat planktonik hanya pada fase telur dan larva (Bathmann *et al.*, 2001).

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

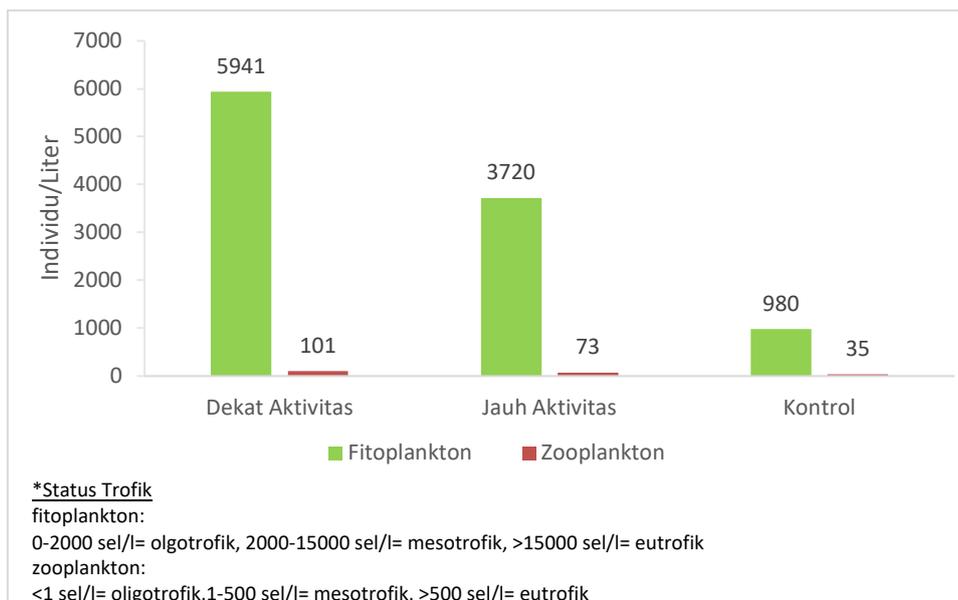
Nilai indeks keanekaragaman dan kelimpahan plankton laut diperoleh dari hasil nilai rata-rata beberapa lokasi pengambilan sampel di area sekitar aktivitas Antam. Area tersebut berupa area dekat dari aktivitas Antam, jauh dari aktivitas Antam serta area Kontrol. Lokasi pengambilan sampel plankton dekat 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 pengambilan sampel Tanjung Leppe- Pulau Maniang 1 dan Tanjung Leppe- Pulau Maniang 2.



Gambar 4. 68 Keanekaragaman Plankton pada lokasi pemantauan yang dekat dengan aktivitas Antam, Jauh dengan aktivitas Antam dan lokasi yang jauh dari aktivitas Antam maupun area Kontrol.

Hasil analisis indeks keanekaragaman shanon-winner plankton laut di area sekitar aktivitas Antam secara umum menunjukkan nilai keanekaragaman fitoplankton pada kategori sedang dan nilai keanekaragaman zooplankton pada kategori sedang hingga rendah berdasarkan kriteria indeks keanekaragaman (Dash & Dash, 2009). Nilai rata-rata keanekaragaman fitoplankton tertinggi terdapat pada area kontrol dengan nilai keanekaragaman 1,87 sedangkan nilai rata-rata keanekaragaman fitoplankton terendah pada area dekat dari aktivitas Antam dengan nilai keanekaragaman 1,36. Nilai rata-rata keanekaragaman zooplankton tertinggi terdapat pada area dekat dari aktivitas dengan nilai keanekaragaman 1,53 sedangkan nilai rata-rata keanekaragaman zooplankton terendah terdapat pada area kontrol dengan nilai keanekaragaman 0,86 seperti yang disajikan pada Gambar 4.68.

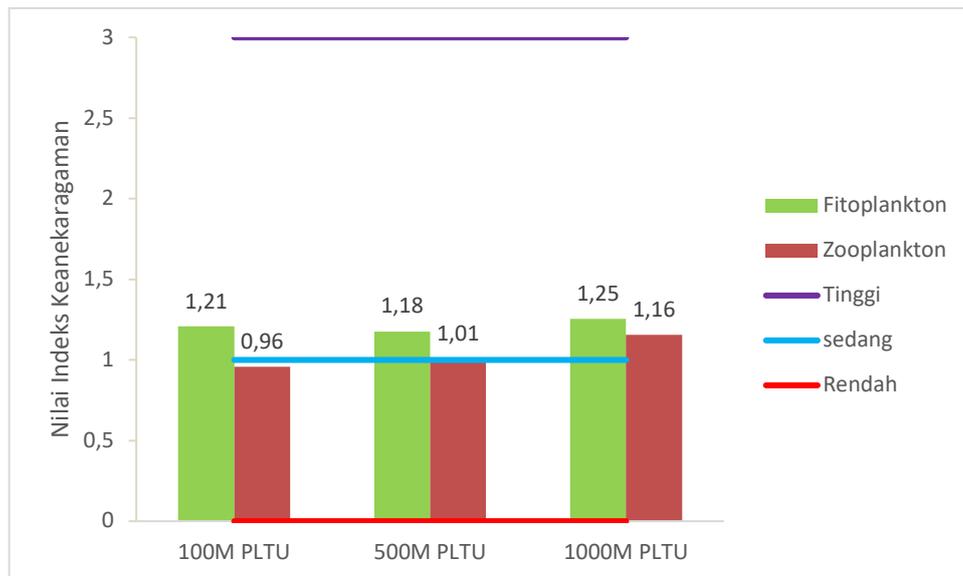


Gambar 4. 69 Kelimpahan Plankton pada lokasi pemantauan yang dekat dengan aktivitas Antam, Jauh dengan aktivitas Antam dan lokasi yang jauh dari aktivitas Antam maupun area Kontrol.

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 hingga sedang (oligotrofik-mesotrofik) 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 dekat dari aktivitas Antam dengan nilai kelimpahan 5941 sel/liter sedangkan nilai rata-rata kelimpahan fitoplankton terendah terdapat pada lokasi kontrol dengan nilai kelimpahan 980 sel/liter. Nilai rata-rata kelimpahan zooplankton tertinggi terdapat pada lokasi dekat dari aktivitas Antam dengan nilai kelimpahan 101 sel/liter sedangkan nilai rata-rata kelimpahan terendah terdapat pada lokasi kontrol dengan nilai kelimpahan 35 sel/liter seperti disajikan pada Gambar 4.69.

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

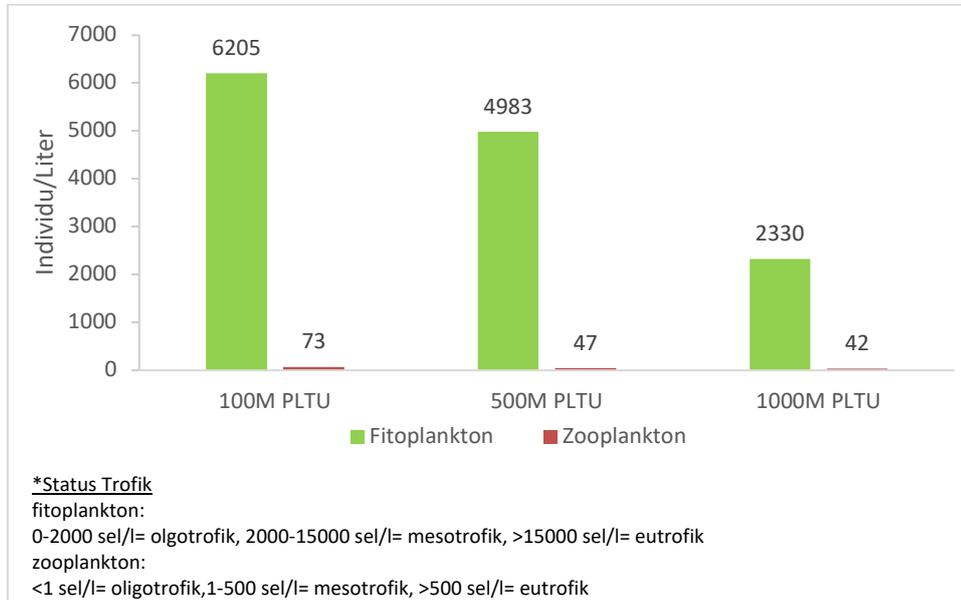
Nilai indeks keanekaragaman dan kelimpahan plankton laut diperoleh dari hasil akumulatif beberapa lokasi pengambilan sampel di sekitar area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Lokasi pemantauan pertama berjarak 100 meter dari area PLTU yang terdiri atas titik pemantauan PLTU AL2, PLTU AL5, dan PLTU 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. 70 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 seragam pada kategori sedang dan nilai keanekaragaman zooplankton pada kategori sedang hingga rendah berdasarkan kriteria indeks diversitas plankton (Dash & Dash, 2009). Nilai rata-rata keanekaragaman fitoplankton tertinggi terdapat pada titik 1000 meter dari area PLTU dengan nilai keanekaragaman 1,25 sedangkan nilai rata-rata keanekaragaman fitoplankton terendah pada titik 500 meter dari area PLTU dengan nilai keanekaragaman 1.18. Nilai rata-rata keanekaragaman zooplankton tertinggi

terdapat pada titik 1000 meter dari area PLTU dengan nilai keanekaragaman 1,16 sedangkan nilai rata-rata keanekaragaman zooplankton terendah terdapat pada titik 100 meter dari area PLTU dengan nilai keanekaragaman 0,96 seperti yang disajikan pada Gambar 4.70.

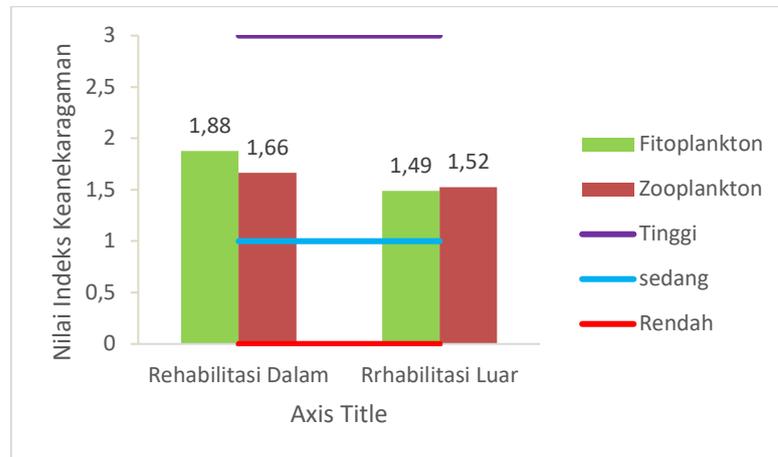


Gambar 4. 71 Kelimpahan Plankton pada lokasi pemantauan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU).

Hasil analisis kelimpahan plankton laut pada lokasi pemantauan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) PT Antam Kolaka menunjukkan nilai yang cukup bervariasi. Nilai kelimpahan fitoplankton dan zooplankton pada setiap lokasi di sekitar PLTU menunjukkan kondisi perairan dengan tingkat kesuburan sedang (mesotrofik) sedangkan berdasarkan kategori pendugaan status trofik mengacu pada Golman dan Horne (1994) dalam Suryanto (2009). Nilai rata-rata kelimpahan fitoplankton tertinggi terdapat pada lokasi 100 meter dari area PLTU dengan nilai kelimpahan 6205 sel/liter sedangkan nilai rata-rata kelimpahan fitoplankton terendah terdapat pada lokasi 1000 meter dari area PLTU dengan nilai kelimpahan 2330 sel/liter. Nilai rata-rata kelimpahan zooplankton tertinggi terdapat pada lokasi 100 meter dari area PLTU dengan nilai kelimpahan 73 sel/liter sedangkan nilai rata-rata kelimpahan terendah terdapat pada lokasi 1000 meter dari area PLTU dengan nilai kelimpahan 42 sel/liter (Gambar 4.71)

IV.4.4.3 Kondisi Keanekaragaman dan Kelimpahan Plankton Pada Area Rehabilitasi

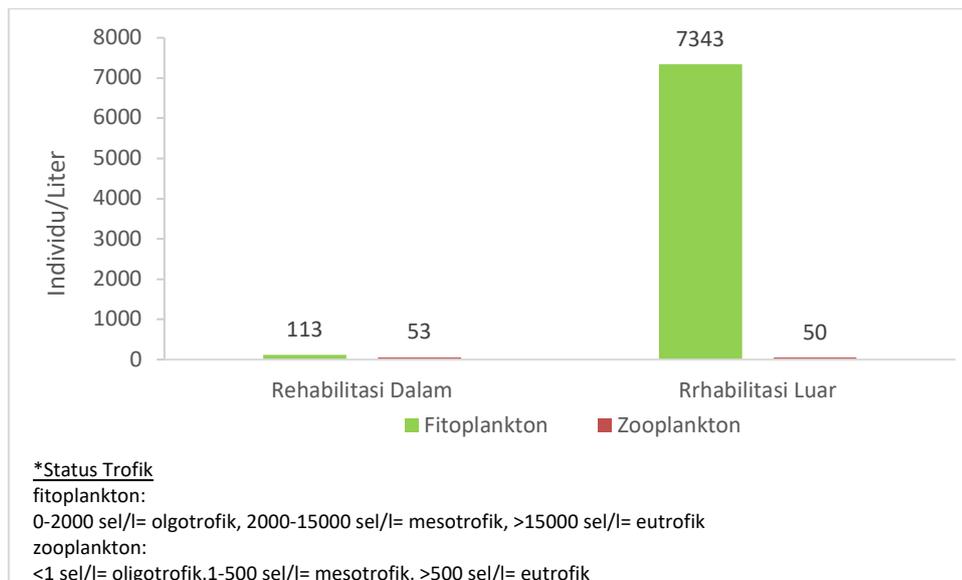
Hasil analisis indeks keanekaragaman shanon-winner plankton laut pada area rehabilitasi di desa Hakatutubu secara umum menunjukkan nilai keanekaragaman fitoplankton dan zooplankton pada tingkat sedang berdasarkan kriteria indeks diversitas plankton (Dash & Dash, 2009). Nilai keanekaragaman fitoplankton tertinggi terdapat pada area rehabilitasi dalam (kerambah) dengan nilai keanekaragaman 1.88 dan nilai keanekaragaman fitoplankton terendah pada area rehabilitasi luar (pantai slag) dengan nilai keanekaragaman 1.49. Serupa demikian, nilai keanekaragaman zooplankton pada area rehabilitasi dalam adalah 1.66 sedangkan pada area rehabilitasi pantai slag yaitu 1.52 seperti yang tersajikan pada Gambar 4.72.



Gambar 4. 72 Keanekaragaman Plankton area rehabilitasi di Desa Hakatutubu dan pantai Slag.

Hasil analisis kelimpahan plankton laut area rehabilitasi di Desa Hakatutubu menunjukkan nilai yang cukup bervariasi. Nilai kelimpahan plankton pada area rehabilitasi secara umum menunjukkan tingkat kesuburan perairan sedang, kecuali pada tingkat kelimpahan fitoplankton di area rehabilitasi dalam dengan tingkat 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 7343 sel/liter sedangkan nilai kelimpahan fitoplankton terendah terdapat pada lokasi rehabilitasi dalam dengan nilai kelimpahan 113 sel/liter. Nilai kelimpahan zooplankton tertinggi terdapat pada lokasi rehabilitasi dalam dengan nilai

kelimpahan 53 sel/liter sedangkan nilai kelimpahan terendah terdapat pada lokasi rehabilitasi kerambah dengan nilai kelimpahan 50 sel/liter.



Gambar 4. 73 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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara gunung *Casuarina junghuhniana* Miq. (155,34%) dan terendah dari jenis Kayu besi *Xanthostemon aurantiacus* (Brongn. & Gris) Schltr (31,99%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara gunung *Casuarina junghuhniana* Miq. (77,29%) dan terendah dari jenis Palem *Hyophorbe* sp. (4,80%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Kayu besi *Xanthostemon aurantiacus* (Brongn. & Gris) Schltr (57,83%) dan terendah dari jenis famili Apocynaceae (2,24%).

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 2 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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Kayu besi *Xanthostemon aurantiacus* (Brongn. & Gris) Schltr (70,96%) dan INP terendah dari empat jenis tumbuhan yaitu Dempul lelet *Glochidion rubrum* Blume., famili Asteraceae, famili Lauraceae dan Knema *Knema celebica* de Wilde dengan nilai INP (2,96%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (200,57%) dan terendah dari jenis Akasia daun kecil *Acacia auriculiformis* (6,47%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (158,37%) dan terendah dari jenis Cemara gunung *Casuarina junghuhniana* Miq. (5,27%).

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 Mangga-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 *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 *Knema celebica* de Wilde. (2,05%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescens* Blume. (75,74%) dan terendah dari jenis Nyatoh *Palaquium* sp. (2,35%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescens* Blume. (48,35%) dan INP terendah ada dua jenis tumbuhan yaitu Sengon laut *Paraserianthes falcataria* (L.) dan famili Lauraceae dengan nilai INP (2,29%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (118,74%) dan terendah dari jenis Johar *Senna siamea* (Lam.) (4,13%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Sengon laut *Paraserianthes falcataria* L. (101,40%) dan terendah dari jenis Bitti *Vitex cofassus* (5,20%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (62,85%) dan terendah dari jenis Mahang hijau *Macaranga peltata* (2,04%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescens* (Blume). (75,28%) dan INP terendah ada lima jenis tumbuhan yaitu familu Asterceae, *Bitti itex cofassus*, Jambu-jambu *Eugenia sp.* famili Rubiaceae, dan Sengon laut *Paraserianthes falcataria* L. dengan nilai INP (3,20%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (215,56%) dan terendah dari jenis Akasia daun kecil *Acacia auriculiformis* (9,51%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (181,30%) dan terendah dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescens* Blume. (5,37%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Gamal *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth. (63,53%) dan terendah dari jenis Kersen hutan *Trema orientale* (L.) Blume (2,48%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (92,30%) dan INP terendah dari empat jenis tumbuhan yaitu

Belimbing hutan *Sarcotecha celebica* Veldkamp, Bitti *Vitex cofassus*, Sengani *Melastoma* sp., dan Daun jembelu *Embelia* sp. dengan nilai INP (3,71%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Sengon laut *Paraserianthes falcataria* L. (147,98%) dan terendah dari jenis Sengon buto *Enterolobium cyclocarpum* (73,60%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (129,18%) dan terendah dari jenis Lamtoro *Leucaena leucocephala* Lam. de Wit (8,61%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Bitti *Vitex cofassus* (61,39%) dan terendah dari jenis Lamtoro *Leucaena leucocephala* Lam. de Wit (3,45%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescens* (Blume) (60,00%) dan INP terendah dari tiga jenis tumbuhan yaitu Gamal *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth, Jambu-jambu *Eugenia* sp., dan Mubi *Glochidion superbum* dengan nilai INP (6,67%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis

Sengon laut *Paraserianthes falcataria* L. (167,88%) dan terendah dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (132,12%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (181,23%) dan terendah dari jenis Akasia daun kecil *Acacia auriculiformis* (4,34%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Sengon buto *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) (78,45%) dan terendah dari jenis Kayu besi *Xanthostemon aurantiacus* (2,44%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescens* (Blume) (75,35%) dan INP terendah dari lima jenis tumbuhan yaitu Bitti *Vitex cofassus*, Johar *Senna siamea* (Lam.), Ketimun *Timonius* cf. *Celebicus*, Mengkudu *Morinda citrifolia* L., dan Rotan *Calamus* sp. dengan nilai INP (3,05%).

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 2020-2021 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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (233,72%) dan terendah dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescens* (Blume) (8,36%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (106,29%) dan terendah dari jenis Jambu monyet *Anacardium giganteum* (3,07%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (76,01%) dan INP terendah dari empat jenis tumbuhan yaitu Akasia daun lebar *Acacia mangium* Willd., Bitti *Vitex cofassus*, Sengon buto *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.), dan Terung pipit *Solanum torvum* dengan nilai INP (7,70%).

V.1.1.8 Area Revegetasi Tahun 2021 (N1)

Pemantauan pada area ini pertamakali dilakukan pada tahun 2022. Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus pohon (diameter batang >20 cm) menunjukkan bahwa tidak terdapat tumbuhan pada habitus ini. Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus tiang (diameter batang >10 cm-<20 cm) menunjukkan bahwa pada pemantauan semester I 2022 tidak ditemukan tumbuhan pada habitus ini, namun pada pemantauan semester II 2022 nilai INP tumbuhan dengan INP tertinggi berasal dari satu jenis tumbuhan yaitu Cemara laut *Casuarina equisetifolia* dengan nilai INP (300,0%). Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) menunjukkan bahwa pada pemantauan semester I tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (213,15%) dan terendah dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (6,02%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Cemara laut *Casuarina equisetifolia* (201,33%) dan terendah dari jenis Lamtoro *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (5,24%).

Pemantauan semester I 2022 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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (90,01%) dan INP terendah dari tiga jenis tumbuhan yaitu Akasia daun lebar *Acacia mangium* Willd., famili Apocynaceae dan Terung pipit *Solanum torvum* dengan nilai INP (8,60%)

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 Mangga-mangga *Buchanania arborescen* (Blume) (33,09%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br. (142,60%) dan terendah dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescen* (Blume) (33,19%).

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 junghuhniana* Miq. (21,42%). Pemantauan tahun 2021 INP tertinggi berasal dari jenis Tirotasi (pulau) *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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Mangga-mangga *Buchanania arborescen* (Blume) (108,51%) dan terendah dari jenis Belimbing hutan *Sarcotheca celebica* Veldkamp.

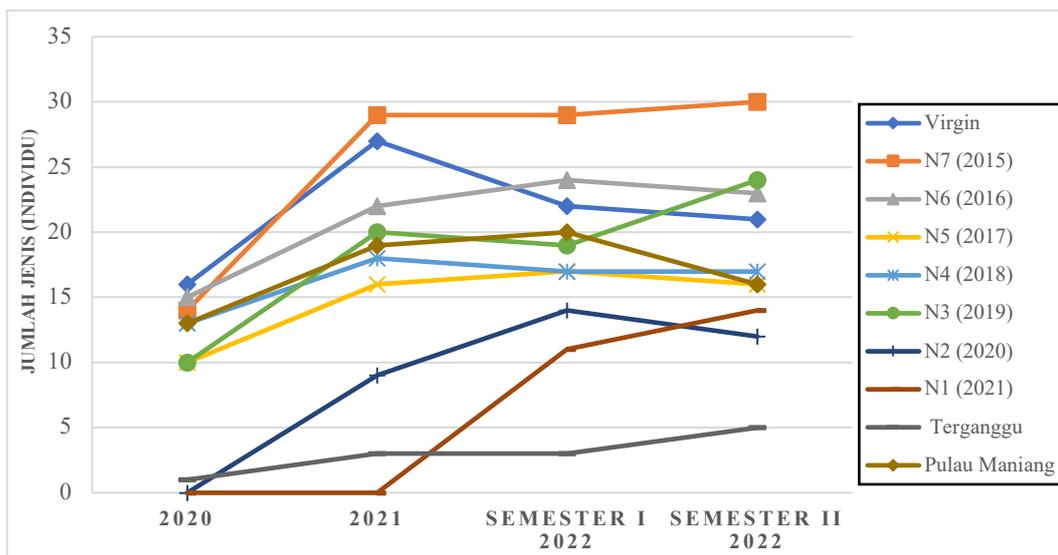
Hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) tumbuhan berhabitus pancang (tinggi > 1,5 m, diameter < 10 cm) menunjukkan bahwa pada pemantauan tahun

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Tirotasi *Alstonia spectabilis* R.Br (102,34%) dan terendah dari jenis Belimbing hutan *Sarcotheca celebica* Veldkamp. (4,79%).

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%). Pemantauan semester II tahun 2022 INP tertinggi berasal dari jenis Manga-mangga *Buchanania arborescens* (Blume) (101,84%) dan INP terendah dari dua jenis tumbuhan yaitu Kersen hutan *Trema orientale* (L.) Blume dan Rotan *Calamus* sp. dengan nilai INP (18,01%).

V.1.2 Evaluasi Jumlah Jenis dan Indeks Keanekaragaman

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.

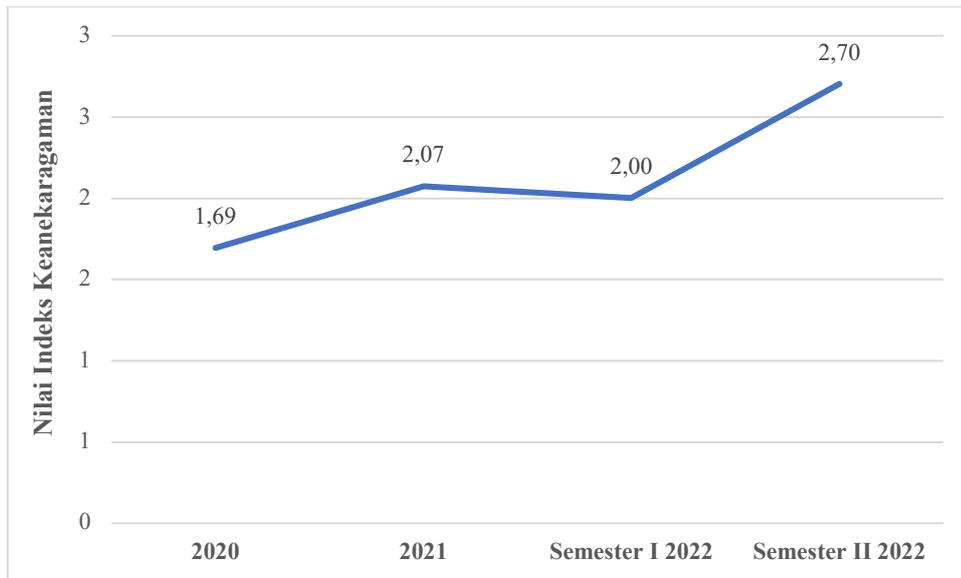


Gambar 5. 1 Grafik perbandingan jumlah jenis flora darat pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di Wilayah Pertambangan PT Antam Tbk

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.

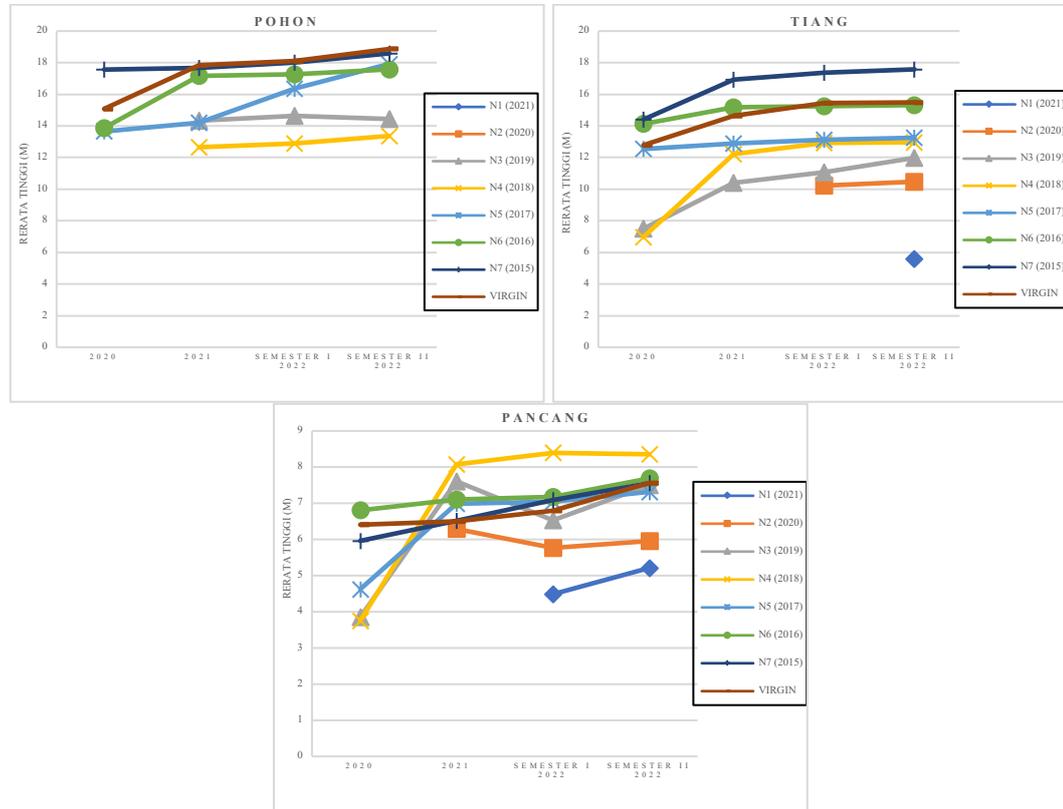


Gambar 5. 2 Grafik perbandingan indeks keanekaragaman pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di Wilayah Pertambangan PT Antam Tbk

Hasil analisis indeks keanekaragaman berdasarkan periode pemantauan pada seluruh lokasi yaitu virgin dan area revegetasi N0-N7, menunjukkan bahwa pada periode pemantauan semester II tahun 2022 mengalami peningkatan nilai indeks, yang tidak terlalu signifikan dengan periode pemantauan semester sebelumnya. Hal ini dikarenakan penambahan lokasi pemantauan dan faktor beberapa tumbuhan yang mengalami kematian misalnya pada area revegetasi tahun 2015 banyak pohon yang mati sehingga menyebabkan perubahan komposisi jenis dan jumlah individu. Namun, berdasarkan nilai indeks keanekaragaman pada keempat 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 Grafik perbandingan tinggi berdasarkan kategorinya pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di Wilayah Pertambangan PT Antam Tbk

Keterangan:

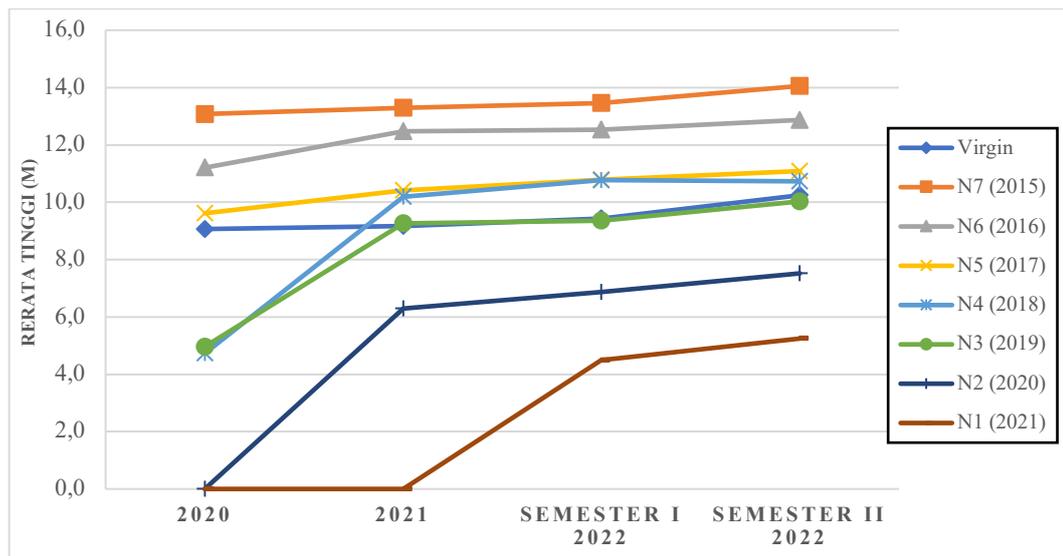
- Habitus Pohon; 2020: N3 dan N4, belum dijumpai habitus pohon
2021: N2, belum dijumpai habitus pohon
2022 (I&II): N1 dan N2, belum dijumpai habitus pohon
- Habitus Tiang; 2021: N2, belum dijumpai habitus tiang
2022 (I): N1, belum dijumpai habitus tiang

Hasil analisis tinggi tumbuhan pada area virgin 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 pertambahan tinggi

tumbuhan yang begitu besar dan ditunjukkan pada area virgin serta area revegetasi. Begitupula dengan habitus tiang, berdasarkan periode pemantauannya, habitus ini sudah hampir menyerupai tinggi habitus pohon. Hal ini menandakan bahwa pertumbuhan tanaman revegetasi cukup baik pada seluruh area pemantauan.

Hasil analisis tinggi tumbuhan pada keempat 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 2016, 2017, 2018 dan 2019. 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



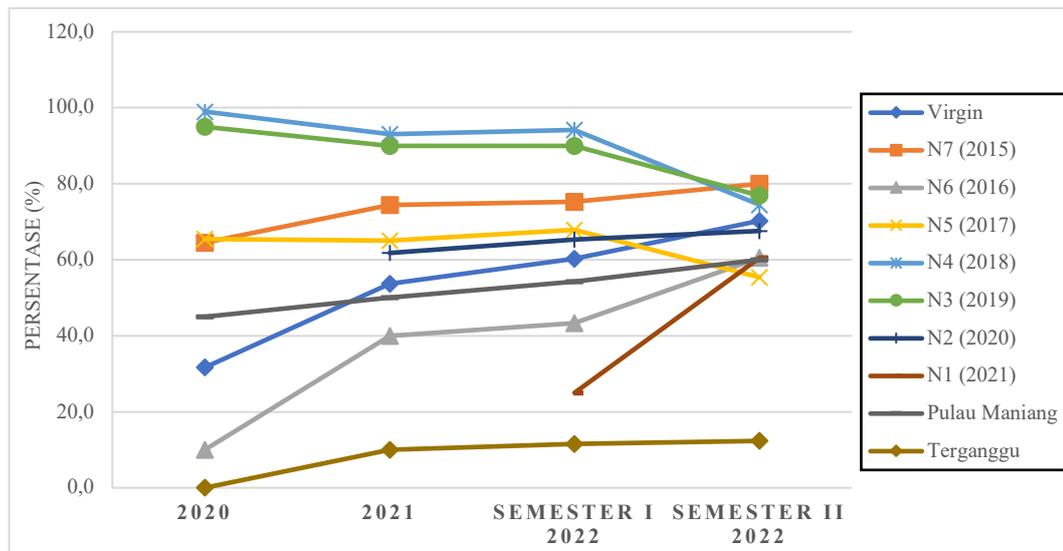
Gambar 5. 4 Grafik perbandingan tinggi tumbuhan pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di Wilayah Pertambangan PT Antam Tbk

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

Perkembangan tumbuhan penutup tanah pada setiap area pemantauan cenderung berbeda. Beberapa area mengalami pertambahan 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 penutup tanah yang diperoleh pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 ditunjukkan pada Gambar 5.5 berikut.



Gambar 5.5 Grafik perbandingan persentase tumbuhan penutup tanah pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di Wilayah Pertambangan PT Antam Tbk

Berdasarkan grafik 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 yang ditanam memiliki komposisi jenis yang homogen.
2. *Cover crop* mulai berkurang seiring bertambah tingginya dan meluasnya kanopi tanaman yang menyebabkan kurangnya penetrasi sinar matahari untuk tanaman *cover crop*.
3. *Cover crop* pada beberapa area pemantauan mengalami penurunan persentase akibat serasah daun Cemara laut *Casuarina equisetifolia* L.

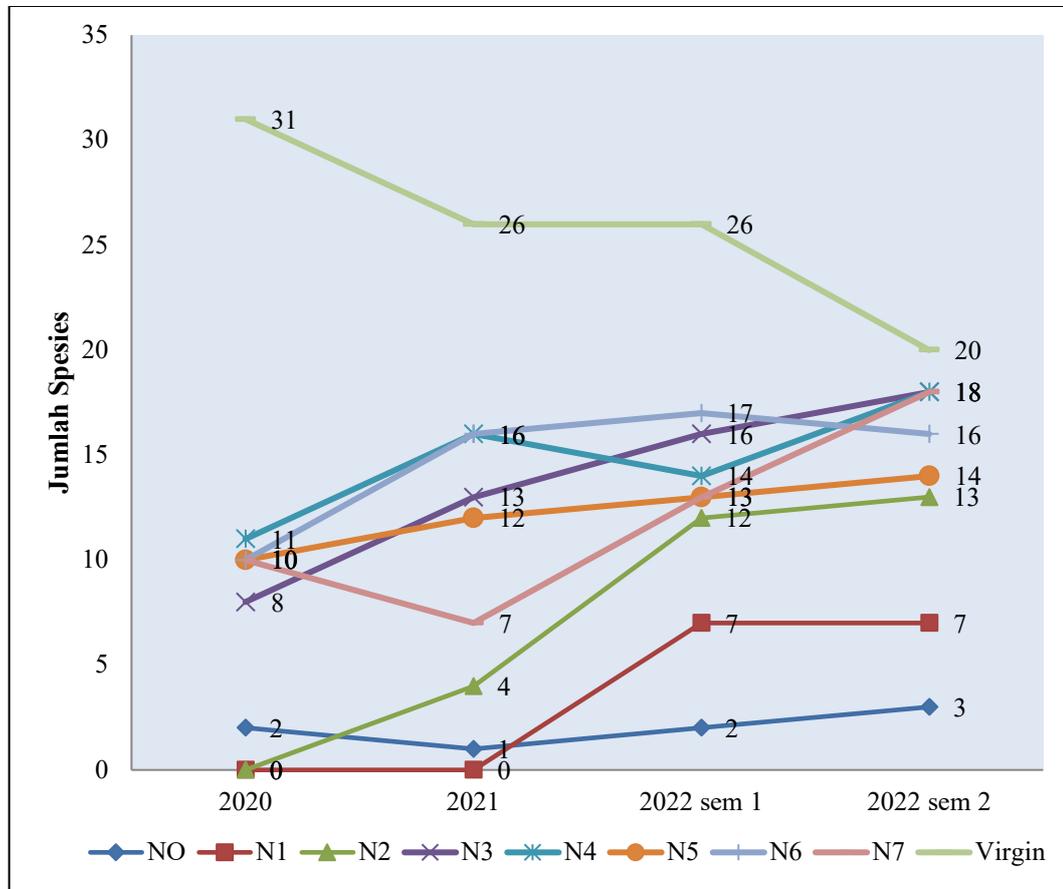
4. *Cover crop* semakin berkurang, sehingga terjadi seleksi alami bagi jenis *cover crop* yang tidak sesuai dengan lokasi revegetasi.
5. *Cover crop* yang tersisa mulai berkembang dan *cover crop* alami hasil suksesi mulai tumbuh.
6. *Cover crop* dengan komposisi jenis baru, berkembang pada lokasi revegetasi dengan komposisi jenis heterogen.
7. 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.

Tanaman penutup tanah (*Cover crop*) pada beberapa area pemantauan mengalami persentase yang menurun jika dibandingkan dengan pemantauan tahun sebelumnya. Keadaan ini dijumpai pada beberapa area pemantauan, sedangkan area lain mengalami peningkatan dan sudah dijumpai beberapa tumbuhan pioner. Penurunan persentase diakibatkan oleh serasah daun Cemara laut *Casuarina equisetifolia* L. yang menutupi seluruh permukaan tanah, akibatnya *cover crop* mengalami kematian dan tidak bisa tumbuh..

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. 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 Bambu tali *Gigantochloa* sp. ini juga akan mendominasi sebagai tanaman penutup tanah (*cover crop*) di area revegetasi.

V.2 Fauna darat

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

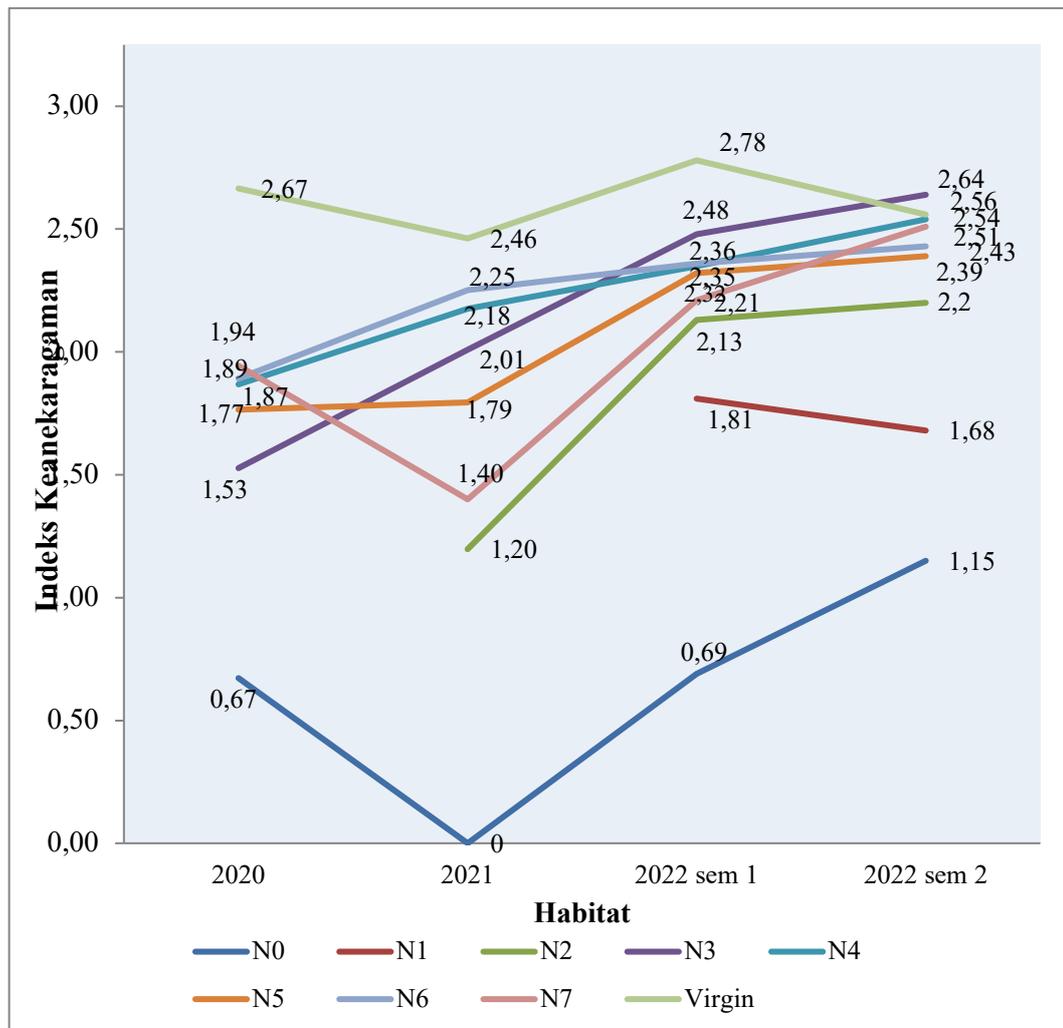


Gambar 5.6 Grafik perbandingan jumlah spesies fauna burung pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 di wilayah pertambangan PT Antam Tbk

Perbandingan jumlah spesies (Gambar 5.6) fauna burung di wilayah pertambangan PT Antam Tbk pada pemantauan tahun 2022 semester 2 memperlihatkan peningkatan dibandingkan periode sebelumnya di beberapa habitat pada area revegetasi (2020, 2019, 2018, 2017, 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 2016 terjadi penurunan sebanyak satu spesies dibandingkan periode pemantauan tahun 2022 semester 1. Sementara itu, terjadi penurunan yang cukup drastis di area virgin bila dibandingkan dengan periode-

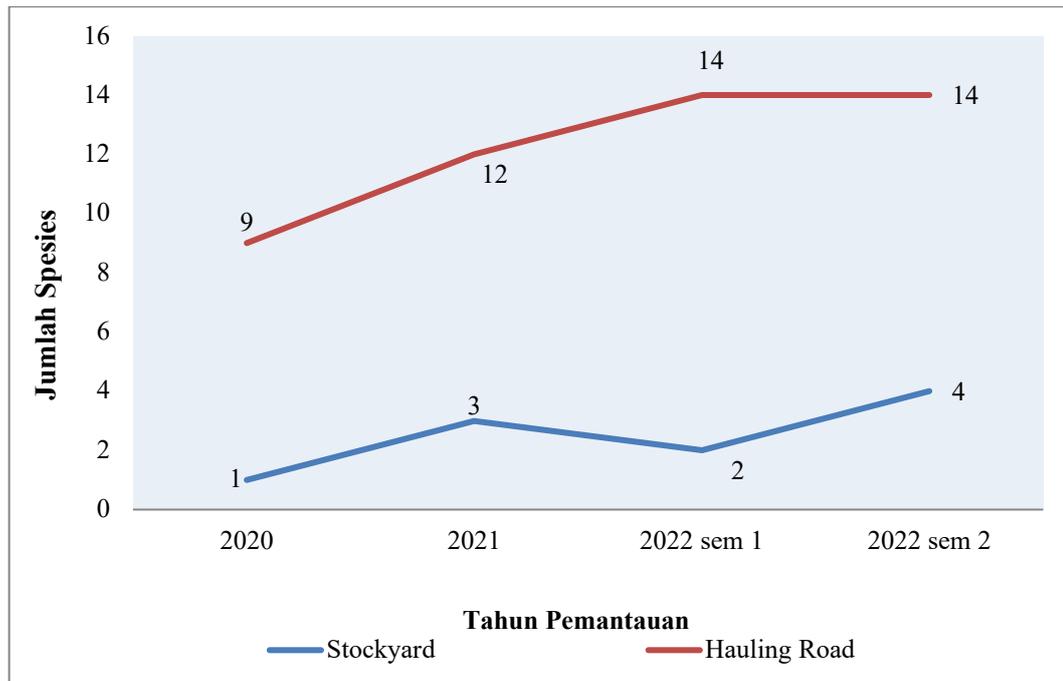
periode sebelumnya. Hal ini dapat terjadi karena beberapa hal, seperti cuaca pada saat pengambilan data, waktu pendataan, ataupun degradasi habitat. Seperti yang terjadi pada Bukit TLC.1 (area virgin, WTT) yang sedang dilakukan pembukaan lahan di sekitar lokasi pengamatan

Indeks keanekaragaman di seluruh area revegetasi menunjukkan peningkatan dibandingkan periode sebelumnya kecuali di area revegetasi tahun 2021 (Gambar 5.2). Hal itu menandakan bahwa hampir seluruh area revegetasi memiliki spesies yang beragam dengan dominansi yang rendah sehingga indeks keanekaragamannya tinggi.



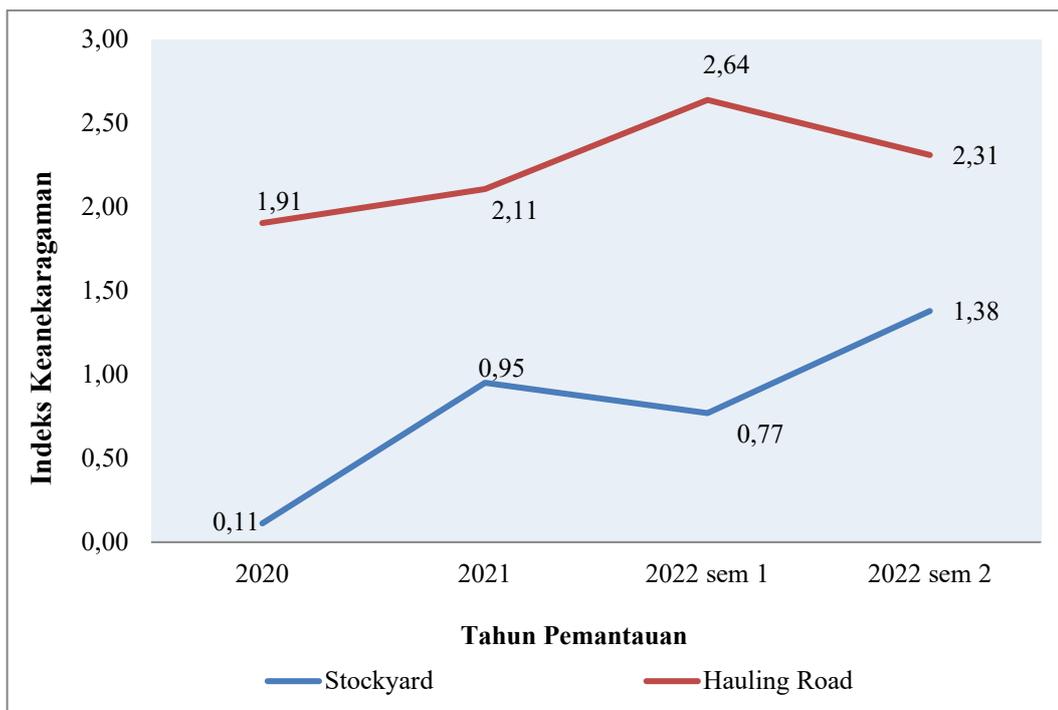
Gambar 5.7 Grafik perbandingan indeks keanekaragaman fauna burung pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 semester 2 di wilayah pertambangan PT Antam Tbk

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



Gambar 5.8 Grafik evaluasi perbandingan jumlah spesies fauna burung pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 semester 2 di WTPM

Perbandingan jumlah spesies dan indeks keanekaragaman fauna burung di WTPM pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 semester 2 dapat dilihat pada Gambar 5.8 dan Gambar 5.9. Dari grafik tersebut memperlihatkan peningkatan jumlah spesies dan jumlah individu pada area terganggu (*Stockingyard*). Peningkatan tersebut menandakan bahwa kondisi habitat yang ada di area tersebut mulai mampu mendukung kehidupan fauna burung berkat proses revegetasi yang mulai dilakukan pada area tersebut sehingga dapat dijadikan sebagai tempat bersarang ataupun mencari makan bagi fauna burung. Sementara itu, jumlah fauna burung yang diperoleh di area virgin (*Hauling Road*) masih berjumlah sama (14 spesies).

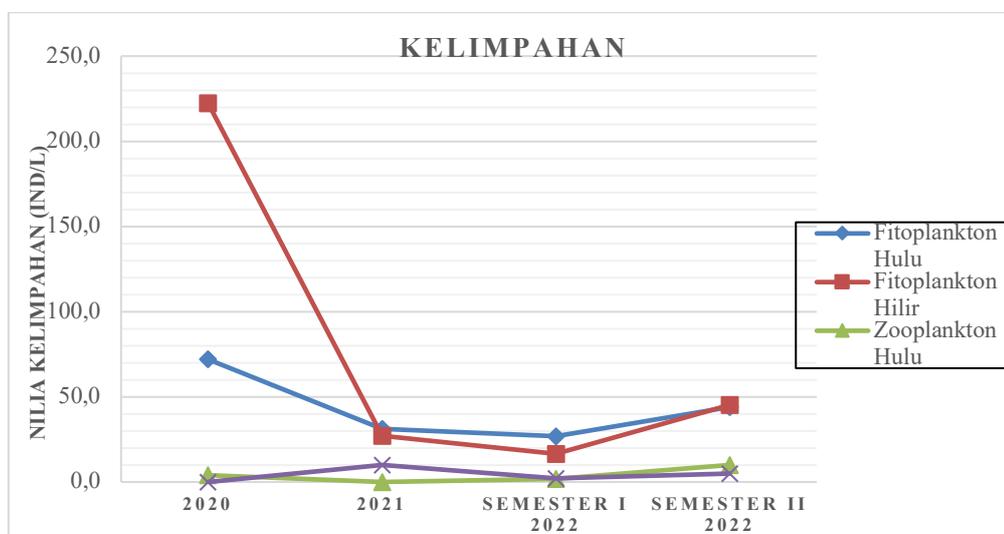


Gambar 5.9 Grafik evaluasi perbandingan indeks keanekaragaman fauna burung pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 semester 2 di WTPM.

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 5.10 berikut.

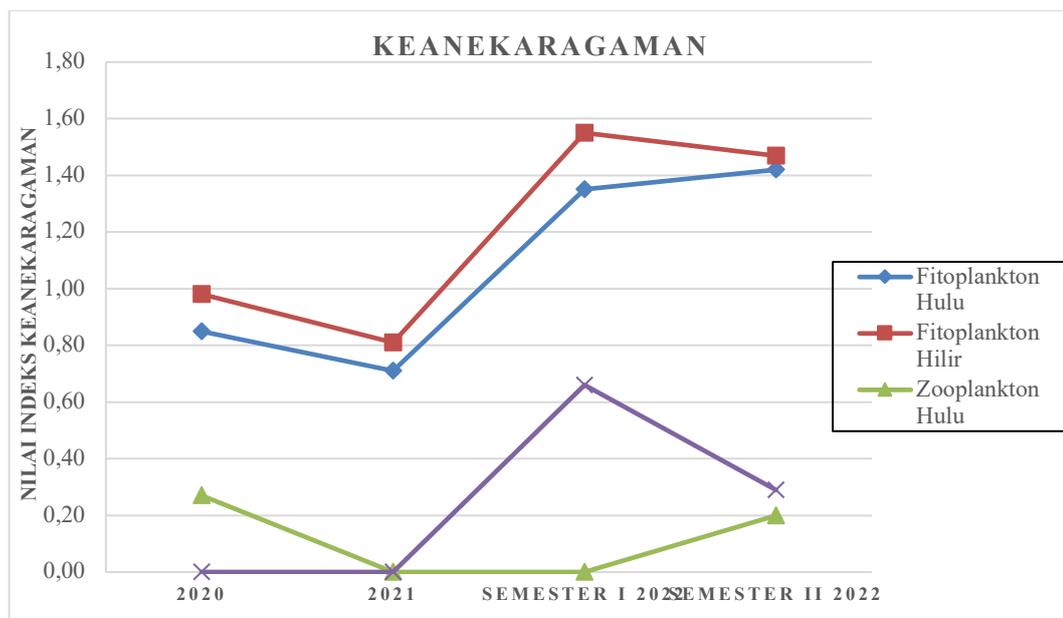


Gambar 5. 10 Grafik perbandingan kelimpahan Fitoplankton dan Zooplankton pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di area Hulu dan Hilir Sungai

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 peningkatan. 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 tahun 2021 di daerah hulu sungai. Pada periode pemantauan tahun 2022 telah terdapat zooplankton untuk daerah hulu dan hilir sungai. Kelimpahan fitoplankton tertinggi berada pada daerah hilir sungai (45,35 ind/l) dan terendah berada pada daerah hulu (44,09 ind/l) pada pemantauan semester II tahun 2022. Kelimpahan zooplankton tertinggi berada pada daerah hulu (10,00 ind/l) dan terendah berada pada daerah hilir (5,00 ind/l) pada pemantauan semester II 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 5.11 berikut.



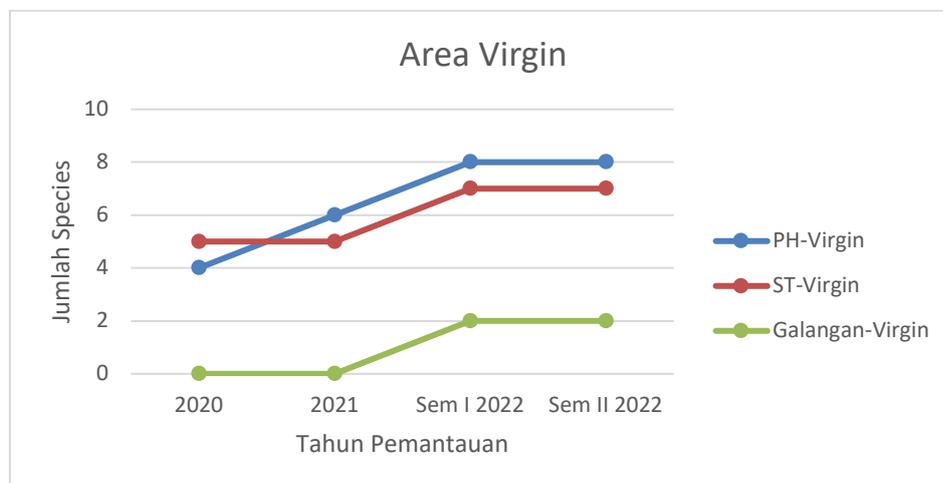
Gambar 5. 11 Grafik perbandingan keanekaragaman Fitoplankton dan Zooplankton pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di area Hulu dan Hilir Sungai

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 tertinggi, terdapat pada tahun 2022 di daerah hilir maupun hulu sungai dan masih berada pada kategori keanekaragaman rendah ($H' < 1,0$), begitu pula dengan periode tahun 2020 dan 2021.

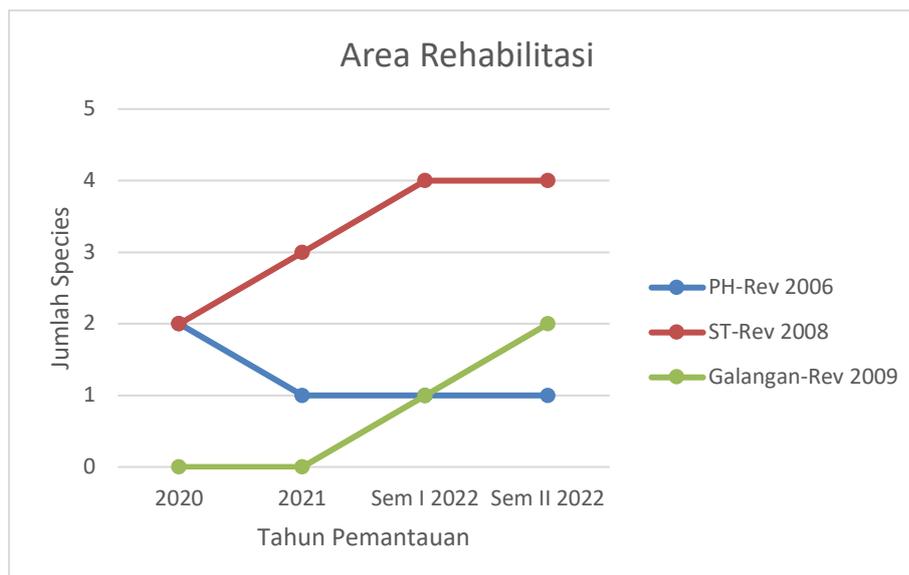
V.4 Ekosistem Mangrove

V.4.1 Evaluasi Jenis Vegetasi Mangrove

Jumlah jenis mangrove yang teridentifikasi pada pemantauan tahun 2022 Semester 2 meningkat dibandingkan pada semester sebelumnya, yakni bertambah 1 jenis mangrove yang ditemukan pada salah satu area pemantauan yaitu area Rehabilitasi Pesisir Galangan. Perbandingan jumlah spesies mangrove yang diperoleh pada periode pemantauan tahun 2020, 2021, Semester 1 2022, dan semester 2 2022 ditunjukkan pada Gambar 5.11 dan 5.12 berikut.



Gambar 5. 12 Grafik perbandingan jumlah spesies pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di area Virgin Mangrove.



Gambar 5. 12 Grafik perbandingan jumlah spesies pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 di area Virgin Mangrove.

Berdasarkan gambar di atas, dapat dilihat bahwa tidak ada penambahan jumlah species pada area virgin dan rehabilitasi Pantai Harapan, area virgin dan rehabilitasi Sitado, serta area virgin Pesisir Galangan. Namun terdapat penambahan jumlah species di area rehabilitasi Pesisir Galangan, yaitu ditemukannya mangrove jenis *Sonneratia sp.* yang masih dalam kategori habitus semai. kemungkinan besar ditemukannya spesies tersebut di area rehabilitasi Pesisir Galangan karena adanya pengaruh arus pasang surut air laut yang berpotensi menyebarkan semaian mangrove. Selain itu dapat dilihat pada area virgin Pesisir Galangan yang didominasi oleh mangrove *Sonneratia sp.* serta dapat dikatakan mangrove jenis ini merupakan mangrove yang tumbuh alami di area Pesisir Galangan sehingga memungkinkan bahwa mangrove tersebut dapat tumbuhan di area rehabilitasi Pesisir Galangan. Adapun perbandingan jenis vegetasi mangrove yang masuk dalam area pemantauan pada periode pemantauan tahun 2020, 2021, Semester I 2022, Semester II 2022 dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

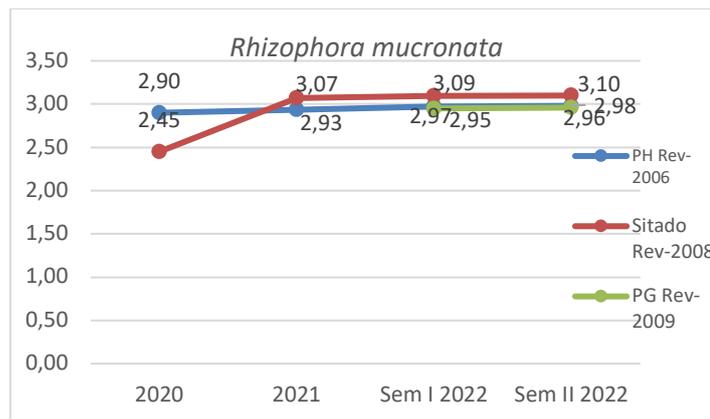
Tabel 5. 1 Komposisi jenis mangrove pada keempat periode pemantauan.

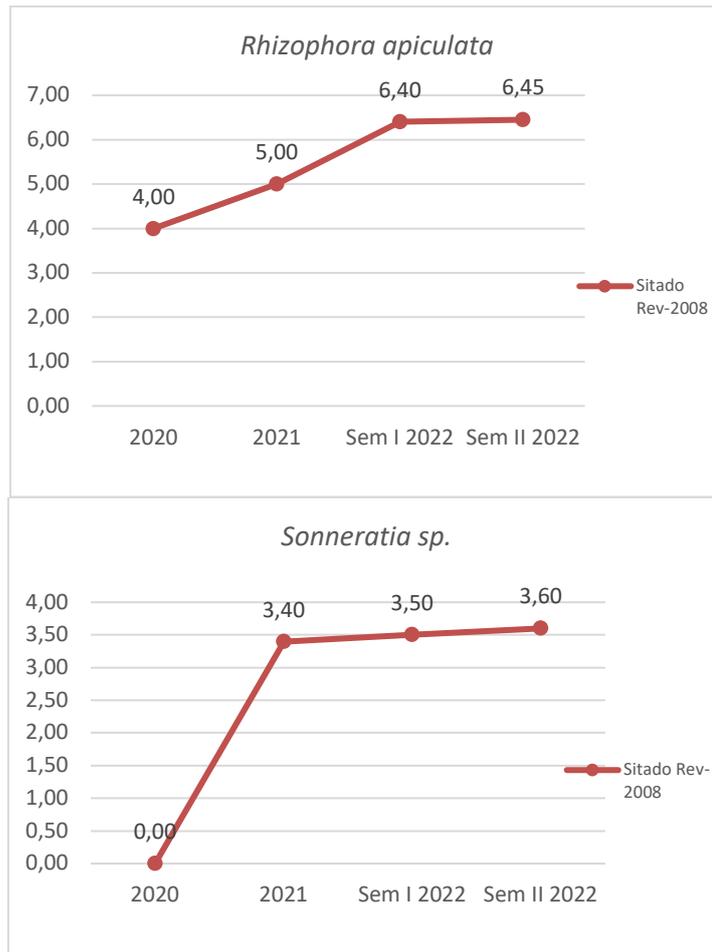
No	Jenis	2020	2021	Sem I 2022	Sem II 2022
1	<i>Rhizophora mucronata</i>	☑	☑	☑	☑
2	<i>Rhizophora apiculata</i>	☑	☑	☑	☑
3	<i>Ceriops tagal</i>		☑	☑	☑
4	<i>Sonneratia sp.</i>	☑	☑	☑	☑
5	<i>Avicennia alba</i>	☑	☑	☑	☑
6	<i>Lumnitzera sp.</i>	☑	☑	☑	☑
7	<i>Lumnitzera littorea</i>		☑	☑	☑
8	<i>Bruguiera sp.</i>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

Sumber: Data pemantauan Mangrove tahun 2020, 2021, Sem I 2022, dan Sem 2 2022.

V.4.2 Evaluasi Tinggi Vegetasi Mangrove

Perbandingan tinggi vegetasi yang diperoleh pada periode pemantauan tahun 2020, 2021, Semester I 2022, dan Semester II 2022 di area rehabilitasi mangrove ditunjukkan pada Gambar 5.13 berikut.





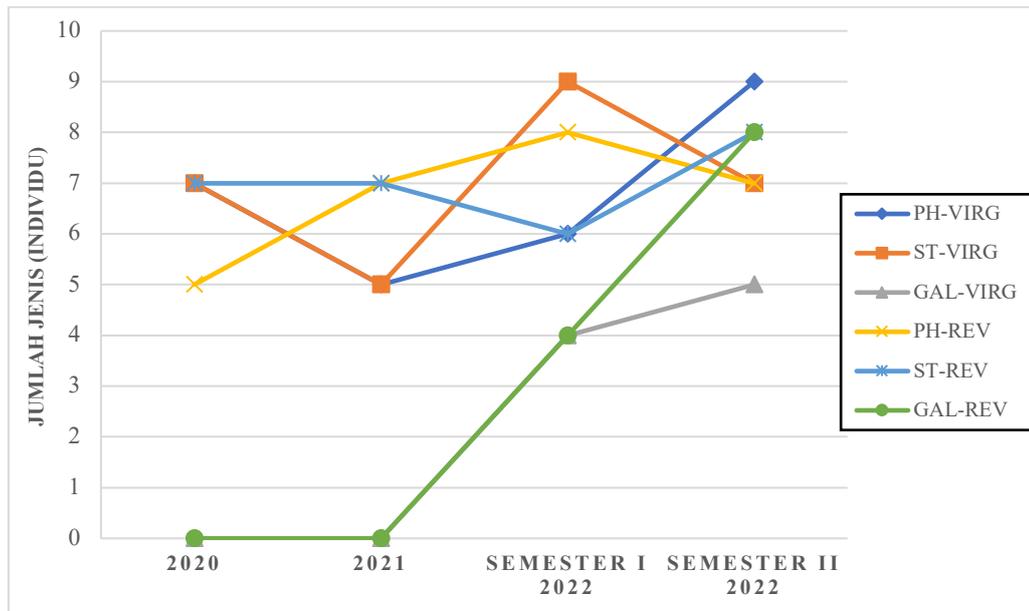
Gambar 5. 13 Grafik perbandingan tinggi vegetasi mangrove yang memiliki nilai INP tertinggi pada periode pemantauan tahun 2020, 2021, Semester I 2022 dan Semester II 2022 di area Rehabilitasi Mangrove.

Hasil analisis tinggi vegetasi mangrove pada ketiga jenis mangrove yaitu *Rhizophora mucronata*, *Rhizophora apiculata*, dan *Sonneratia sp.* merupakan mangrove yang memiliki nilai INP tertinggi. Kenaikan rerata tinggi mangrove jenis *Rhizophora mucronate* pada ketiga area pemantauan yaitu untuk area rehabilitasi mangrove Pantai Harapan meningkat menjadi 2,98 m, Area rehabilitasi mangrove Sitado meningkat menjadi 3,10 m dan area Pesisir Galangan meningkat menjadi 2,96 m. Kenaikan rerata tinggi mangrove jenis *Rhizophora apiculata* pada area rehabilitasi Sitado meningkat menjadi 6,45 m sedangkan mangrove jenis *Sonneratia sp.* yang ditemukan di area Sitado meningkat menjadi 3,60. Rerata pertumbuhan tinggi mangrove untuk masing-masing area pemantauan tidak memiliki perubahan ketinggian yang signifikan yaitu masih dalam kisaran pertambahan 0,01-0,1 m. Adanya perbedaan pertambahan tinggi pada ketiga area pemantauan 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, 2022 ditunjukkan pada Gambar 5.14 berikut



Gambar 5. 14 Grafik perbandingan jumlah jenis bentos pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 (Semester I dan II) di area Virgin dan Rehabilitasi Mangrove

Area Pantai Harapan dan Sitado merupakan lokasi pemantauan makrozoobentos yang telah dilakukan sejak tahun 2020 hingga sekarang, sedangkan area Galangan merupakan pemantauan yang baru dilaksanakan di semester I tahun 2022. Hasil pemantauan makrozoobentos pada ketiga periode pemantauan sejak tahun 2020 hingga 2022 sebagian besar menunjukkan adanya penambahan jumlah jenis. Jumlah jenis bentos yang ditemukan pada tiap lokasi pemantauan memiliki jumlah jenis yang relatif berbeda jika dibandingkan dengan periode pemantauannya. Hal ini tergantung dari kondisi habitat dan kesiediaan makanan bagi bentos itu sendiri. Pada pemantauan makrozoobentos Semester II

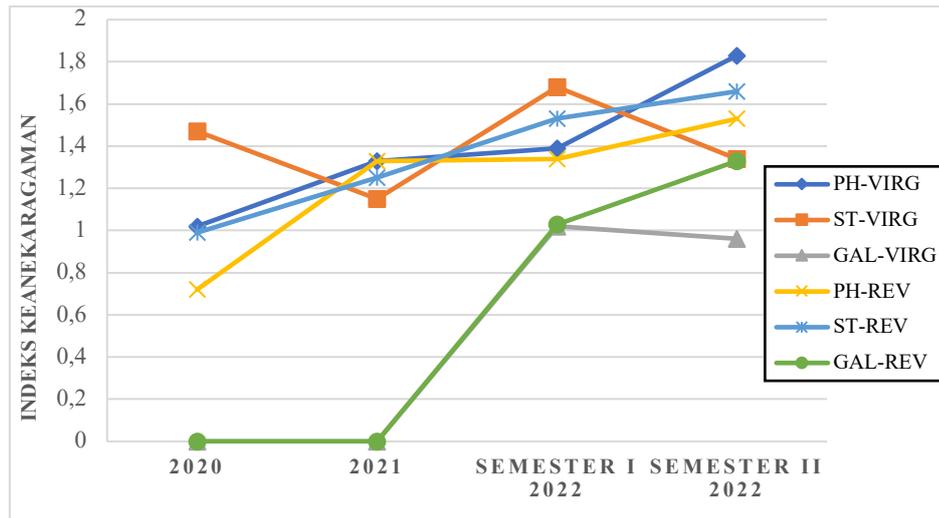
tahun 2022, area virgin Pantai Harapan memiliki komposisi jenis makrozoobentos tertinggi dibandingkan dengan area virgin lainnya, yaitu sebanyak 9 jenis makrozoobentos. Sementara itu, komposisi jenis bentos tertinggi di area rehabilitasi yaitu di Sitado dan Pesisir Galangan. Komposisi jenis bentos berdasarkan periode pemantauannya dapat dilihat pada Tabel 5.2. berikut.

Tabel 5.2 Komposisi jenis bentos pada periode pemantauan tahun 2020, 2021, dan 2022 (Semester I dan II) di PT. Antam Tbk, Kolaka.

No	Species	Periode Pemantauan			
		2020	2021	Semester I 2022	Semester II 2022
1	<i>Anadara</i> sp.	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	<i>Aratus</i> sp.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	<i>Chicoreus capucinus</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	<i>Clipeomorus</i> sp.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	<i>Cloridopsis scorpio</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	<i>Gafrarium</i> sp.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	<i>Littorina melanostoma</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	<i>Littorina scabra</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	<i>Nerita costata</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	<i>Pagurus</i> sp.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	<i>Polymesoda</i> sp.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	<i>Saccostrea</i> sp.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	<i>Telescopium</i> sp.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	<i>Terebralia</i> sp.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	<i>Terebralia sulcata</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	<i>Pitar manillae</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	<i>Sphaerassiminea miniata</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
JUMLAH		13	9	15	15

Sumber: Data Pemantauan Benthos Tahun 2020, 2021 dan 2022 (Sem I dan II).

Perbandingan nilai indeks keanekaragaman bentos mangrove yang diperoleh pada periode pemantauan tahun 2020, 2021, dan 2022 ditunjukkan pada Gambar 5.15 berikut.



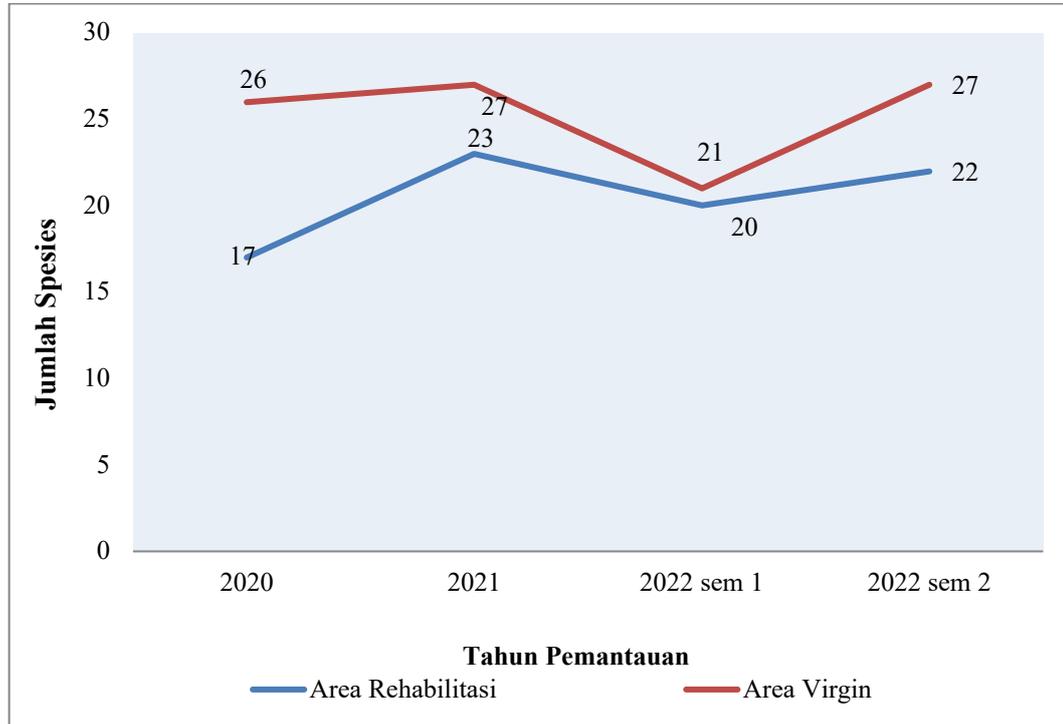
Gambar 5. 15 Grafik perbandingan indeks keanekaragaman bentos pada periode pemantauan tahun 2020, 2021 dan 2022 (Semester I dan II) di area Virgin dan Rehabilitasi Mangrove

Hasil analisis indeks keanekaragaman pada masing-masing area pemantauan sejak tahun 2020 sampai 2022 menunjukkan pertambahan nilai indeks. 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. Kategori indeks keanekaragaman makrozoobentos pada seluruh area pemantauan di tahun 2021-2022 sudah berada pada keanekaragaman sedang ($1,0 < H' < 3,0$). Keanekaragaman sedang menunjukkan bahwa tingkat produktivitas bentos pada seluruh lokasi pemantauan masih berada pada batas normal, kondisi ekosistem yang masih seimbang dan tekanan ekologi untuk produktivitas bentos masih normal. Berdasarkan nilai indeks keanekaragaman yang diperoleh di tiap-tiap lokasi pemantauan, makrozoobentos pada area virgin Pantai Harapan memiliki nilai indeks keanekaragaman tertinggi, yaitu sebesar 1,83. Hal ini dapat ditinjau dari jumlah jenis makrozoobentos yang ditemukan pada lokasi tersebut. Sementara, untuk area rehabilitasi, Sitado memiliki indeks tertinggi di antara rehabilitasi lainnya, yaitu sebesar 1,66.

V.4.4 Evaluasi Jumlah Jenis dan Keanekaragaman Fauna Burung Mangrove

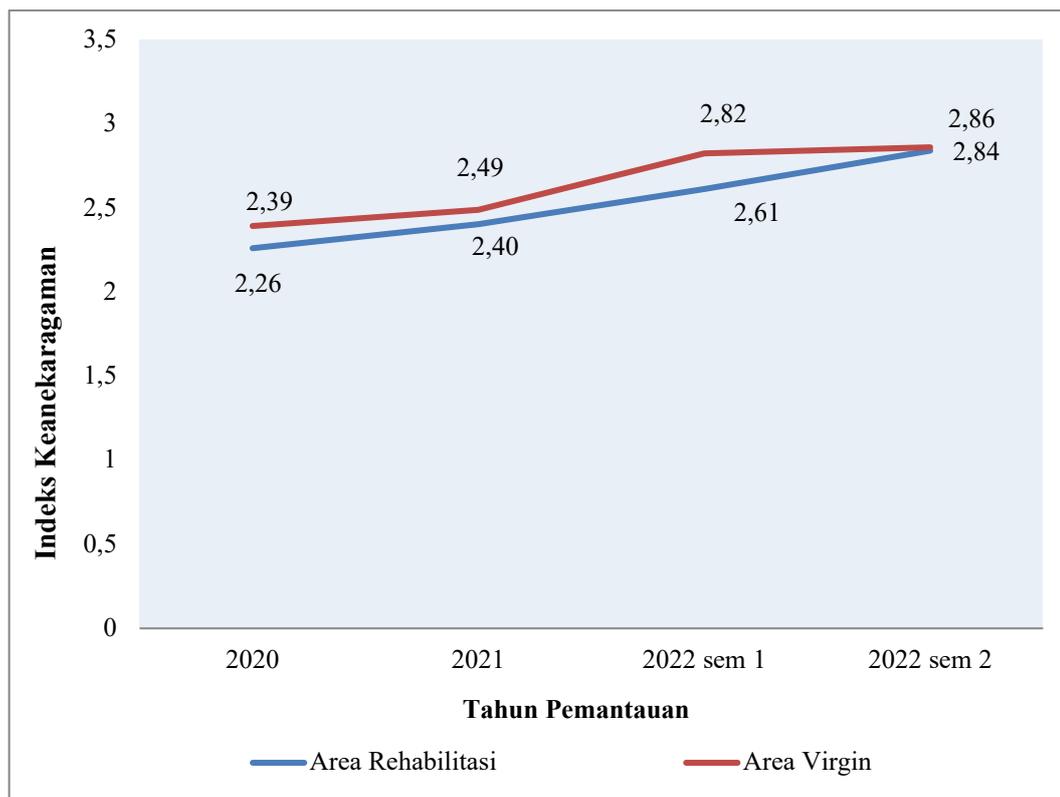
Perbandingan jumlah spesies dan indeks keanekaragaman fauna burung di kawasan mangrove pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 semester 2 dapat

dilihat pada Gambar 5.16 dan Gambar 5.17. Penggolongan habitat tersebut dibagi menjadi dua, yaitu area virgin dan area rehabilitasi yang mencakup dua kawasan, baik Pantai Harapan, Sitado, maupun Pesisir Gaangan.



Gambar 5. 16 Grafik evaluasi perbandingan jumlah spesies fauna burung pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 semester 2 di kawasan mangrove

Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan jumlah spesies yang diperoleh pada setiap habitat bila dibandingkan dengan periode sebelumnya, baik area virgin maupun rehabilitasi. Peningkatan tersebut dapat disebabkan karena ketersediaan makanan ataupun vegetasi untuk bersarang, terutama bagi fauna akuatik. Sejalan dengan hal tersebut, 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. 17 Grafik evaluasi perbandingan indeks keanekaragaman fauna burung pada pemantauan tahun 2020 hingga 2022 semester 2 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 dengan melihat data series. 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. Secara umum, masing-masing lokasi memiliki karakteristik dan kemampuan untuk *recovery* yang berbeda-beda.

Pemulihan terumbu karang pada suatu lokasi dapat terjadi apabila area tersebut tidak mengalami gangguan, terutama faktor external yang bersifat destruktif seperti bom ikan. Selain itu, dibutuhkan substrat yang stabil agar *juvenile* karang dapat melekat dengan baik. Beberapa lokasi yang memiliki kemampuan *recovery* dengan baik dapat dijumpai pada stasiun Wt Kilat 1 dan Tg Leppe 2. Kondisi ini ditandai dengan banyaknya karang dengan colony kecil yang dijumpai.



Gambar 5. 18 Pertumbuhan anakan karang yang dijumpai pada lokasi pemantauan Tg. Leppe 1.

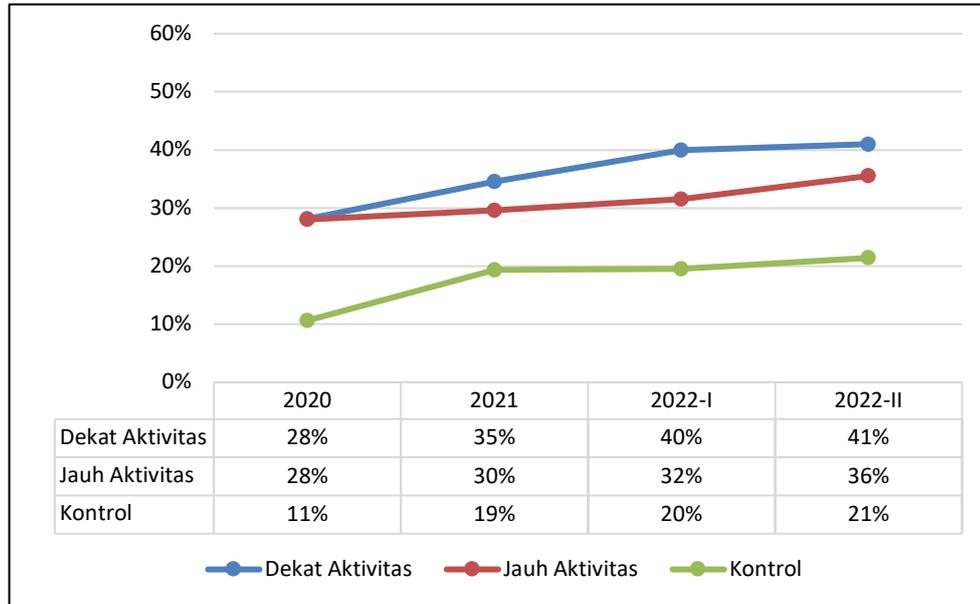


Gambar 5. 19 Pertumbuhan anakan karang yang dijumpai pada lokasi pemantauan Wt Kilat 1.

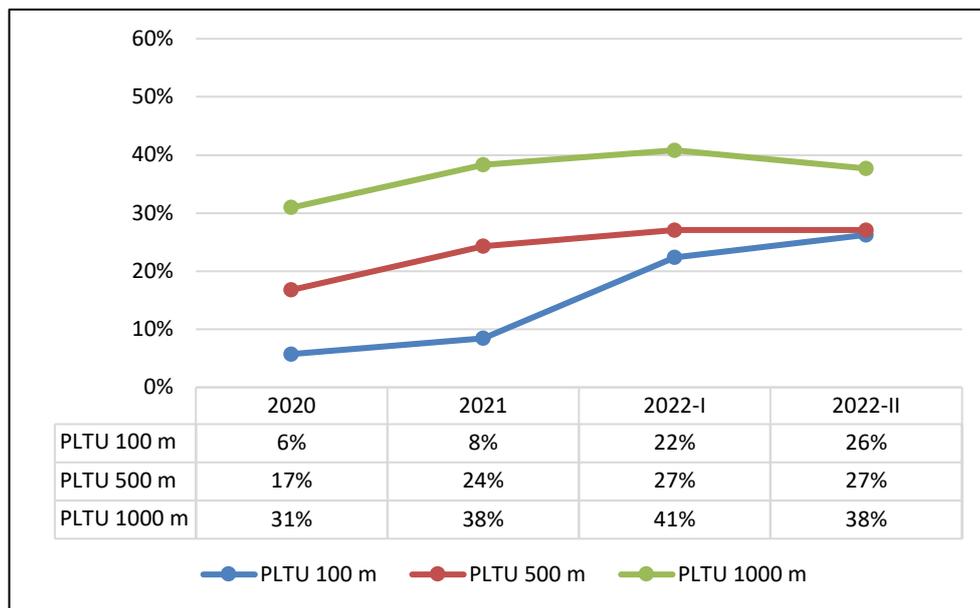
Meski demikian, secara spesifik di beberapa lokasi pemantauan mengalami penurunan tutupan karang hidup akibat gangguan, misalnya pada AL 4 yang tertabrak kapal tongkang (Gambar 20). Selain itu beberapa transek permanen yang dipasang Kembali pada periode pemantauan sebelumnya, tidak lagi dijumpai pada semester ini. Adapun jalur transek di masing-masing stasiun masih sesuai dengan titik lokasi pemantauan yang telah ditentukan karena patok penanda awal transek masih dapat ditemukan.

Berdasarkan hasil analisis dan akumulasi data dari tahun 2020 hingga periode pemantauan 2022 semester II, kondisi tutupan karang cenderung meningkat, kecuali pada area pemantauan PLTU 500 m dan PLTU 1000 m. Area pemantauan PLTU 1000 m terdiri atas stasiun AL 4, AL 10 dan AL 7. Meskipun stasiun AL 7 dan AL 10 terlihat mengalami peningkatan tutupan karang sekitar 4-5% dari periode sebelumnya. Perubahan paling signifikan terjadi pada stasiun AL

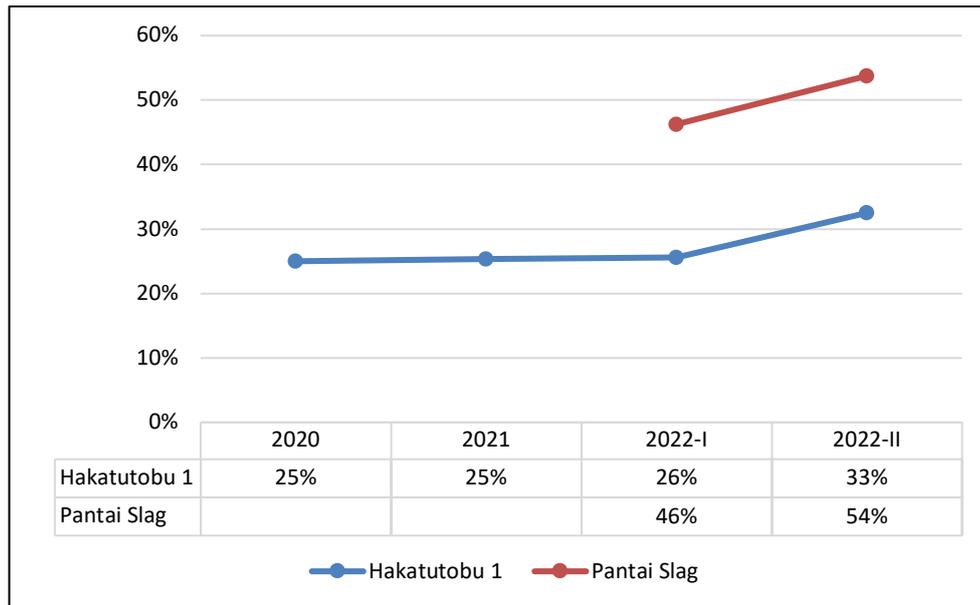
4 akibat kondisi cuaca yang menyebabkan kapal tongkang terdampar di area tersebut dan merusak sebagian besar karang pada stasiun tersebut (Gambar 20).



Gambar 5. 20 Data evaluasi tutupan karang area pemantauan Aktivitas Antam dan Kontrol



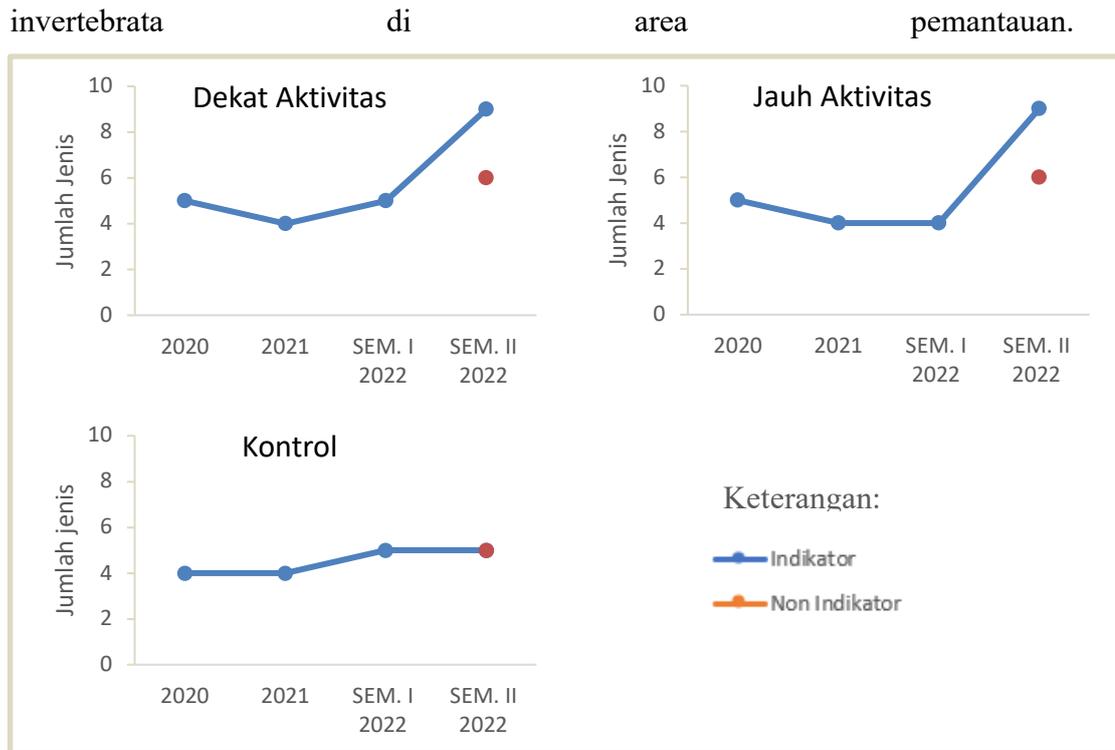
Gambar 5. 21 Data evaluasi tutupan karang pemantauan PLTU



Gambar 5. 22 Data evaluasi tutupan karang area Rehabilitasi

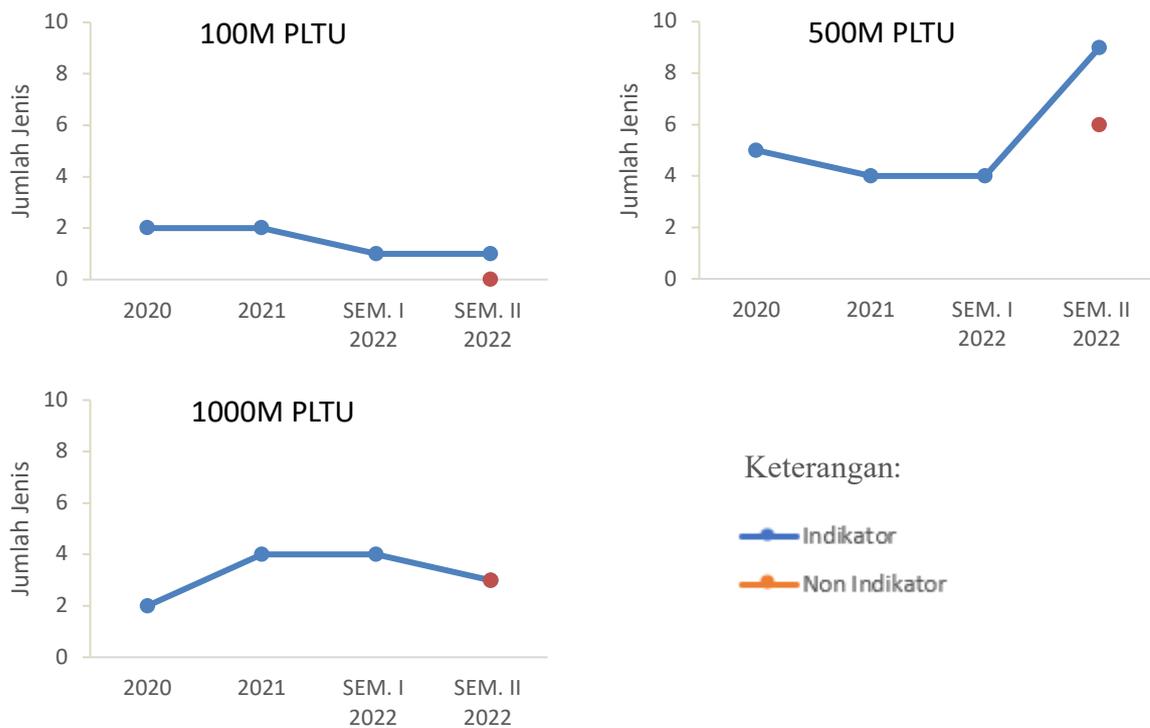
V.5.2 Evaluasi Perbandingan Spesies Invertebrata

Data evaluasi penjumpaan jenis-jenis invertebrata disajikan untuk memaparkan kondisi keberadaan jenis-jenis invertebrata di beberapa area perairan laut sekitar PT. Antam UBPN Kolaka dalam rentang waktu dua tahun. Penyajian data saat ini mengalami sedikit perubahan dari pelaporan sebelumnya. Sebelumnya, data evaluasi hanya dilakukan pada data penjumpaan jenis invertebrata indikator. Namun, sejak pemantauan tahun 2022 Semester II, data evaluasi invertebrata juga menampilkan jumlah jenis-jenis invertebrata non indikator yang dijumpai. Kemudian perbedaan selanjutnya juga terdapat pada rekaman data jumlah jenis dimana pencatatan jumlah jenis pada pemantauan sebelumnya hanya terbatas pada kategori tabel *reef check*. Sebagai ilustrasi, Kima *Tridacna squamosa* dan *T. crusea* pada tabel *reef check* dihitung sebagai satu jenis *Giant clam* bukan sebagai dua jenis secara taksonomis. Hal ini bertujuan untuk memperkaya rekaman data jenis



Gambar 5. 23 Grafik perbandingan jumlah jenis invertebrata indikator di area sekitar aktivitas Antam pada tahun 2020, 2021, Semester I 2022, dan Semester II 2022.

Berdasarkan data hasil pemantauan selama empat periode pemantauan dari tahun 2020 hingga tahun 2022 Semester II, terdapat tren peningkatan pada data jumlah jenis invertebrata indikator *reef check* terutama pada area pemantauan Dekat dan Jauh Aktivitas seperti disajikan pada Gambar 5.24. Jumlah jenis tertinggi pada masing masing area pemantauan dijumpai pada pemantauan tahun 2022 Semester II. Faktor utama peningkatan jumlah jenis invertebrata ini disebabkan oleh perubahan sistem pencatatan jenis tidak lagi menggunakan jenis kategori dalam tabel reef check, namun secara keseluruhan tidak ada perubahan yang cukup signifikan dari pemantauan sebelumnya. Disamping itu, penyajian data jumlah jenis invertebrata non indikator baru dilakukan pada periode pemantauan terbaru dengan nilai cenderung seragam.

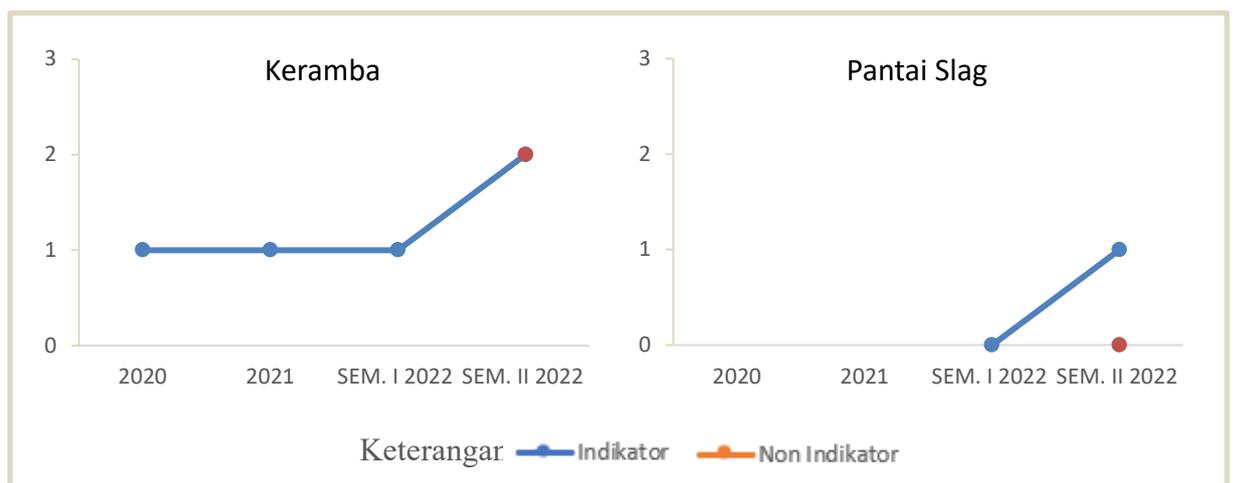


Gambar 5. 24 Grafik Perbandingan Jumlah Jenis Invertebrata di Area Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) pada Tahun 2020, 2021, Semester I 2022 dan Semester II 2022.

Berdasarkan hasil pemantauan dari tahun 2020 hingga tahun 2022 Semester II seperti disajikan pada Gambar 5.24, jumlah jenis invertebrata indikator *reef check* pada area pemantauan di perairan sekitar Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) menunjukkan nilai yang cukup fluktuatif kecuali pada area 100M PLTU. Nilai penjumlahan jenis invertebrata indikator paling banyak dijumpai pada tahun 2021 pada ketiga titik pemantauan. Lebih lanjut pada area 1000M PLTU, kondisi ini masih sama hingga tahun 2022 Semester I sebelum akhirnya menurun pada semester selanjutnya. Sementara itu, pada data invertebrata non indikator *reef check* di ketiga area juga baru dilakukan pada pemantaun terakhir yaitu tahun 2022 Semester II.

Jumlah penjumlahan jenis invertebrata indikator di area pemantauan yang berjarak 100 dan 500M dari PLTU cenderung masih menunjukkan jumlah yang sama dengan hasil pemantauan periode sebelumnya (2022 Semester I). Setelah mencapai jumlah maksimal pada tahun 2021, penjumlahan jenis pada kedua area berkurang kemudian konstan hingga periode pemantauan 2022 Semester II. Adanya

penurunan jumlah jenis invertebrata yang di jumpai pada titik pemantauan 500M dapat di sebabkan oleh titik pemantauan yang mengalami pergeseran dari titik pemantauan sebelumnya misalnya pada titik PLTU AL 6. Namun, secara umum, pengurangan ini tidak cukup signifikan dan dapat terjadi pergerakan lokal dari biota-biota yang pernah dijumpai misalnya, landak laut *Echinoidea* dan Timun Laut *Holoturidea* di PLTU AL2 (100M PLTU) atau adanya aktivitas penangkapan lobster skala kecil di lokasi yang pernah dijumpai lobster sebelumnya di area yang berjarak 500M dari PLTU (PLTU AL9).



Gambar 5. 25 Grafik Perbandingan Jumlah Jenis Indikator di Area Rehabilitasi pada Tahun 2020, 2021, Semester I 2022 dan Semester II 2022.

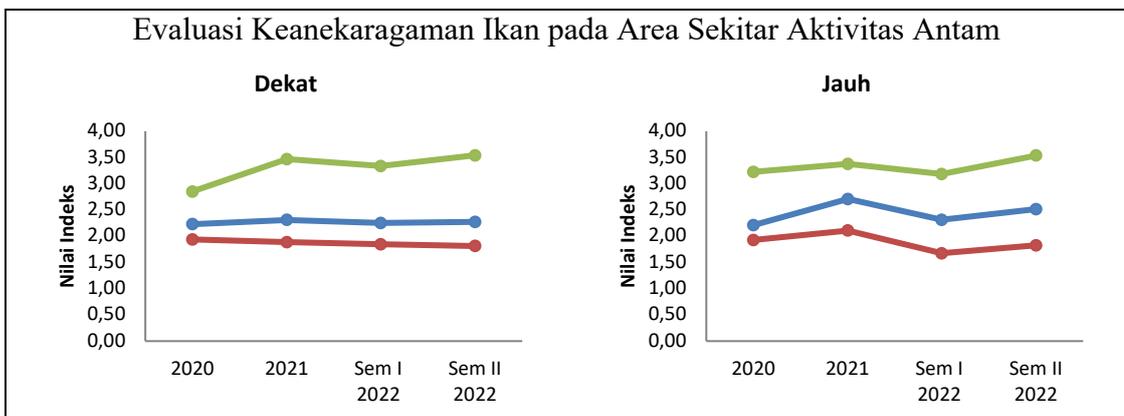
Seperti yang telah disajikan pada Gambar 5.25, jumlah jenis invertebrata indikator *reef check* pada area rehabilitasi secara umum menunjukkan adanya peningkatan jumlah jenis masing masing satu jenis jika di bandingkan pada pemantauan sebelumnya. Dimana pada area rehabilitasi bagian dalam (kerambah) tidak menunjukkan adanya peningkatan atau penurunan jumlah jenis invertebrata indikator. Sebaliknya, perubahan jumlah jenis terlihat pada area rehabilitasi bagian luar. 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. Hal ini juga mejadi penyebab data penjumpaan invertebrata indikator di pantai slag baru ditampilkan pada dua periode pemantauan. Di lokasi ini juga pernah dilakukan introduksi kima sisik *Tridacna squamosa* dari PLTU AL6 (lama), namun pada

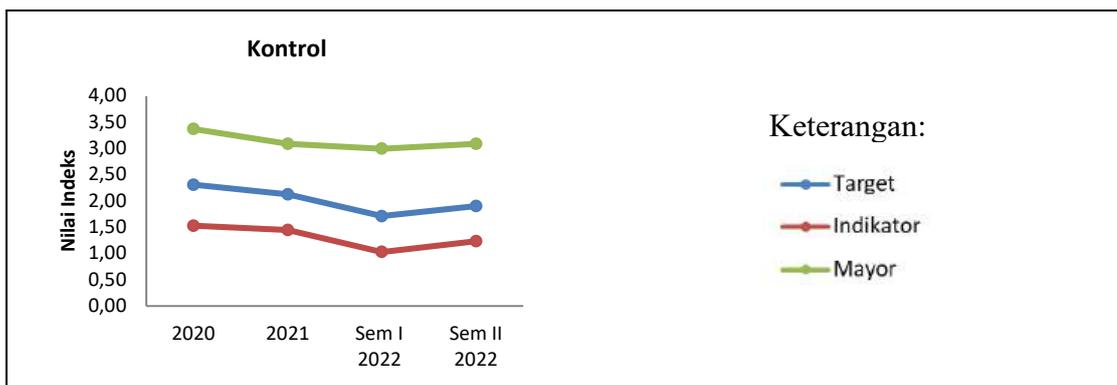
pemantauan terakhir, tim monitoring menjumpai kima tersebut telah diambil dengan adanya penemuan cangkak kima yang masih baru dilokasi tersebut.

V.5.3 Evaluasi Perbandingan Keanekaragaman dan Kelimpahan Ikan Karang

Ikan Karang adalah ikan yang tinggal di dalam atau berdekatan dengan terumbu karang. 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.

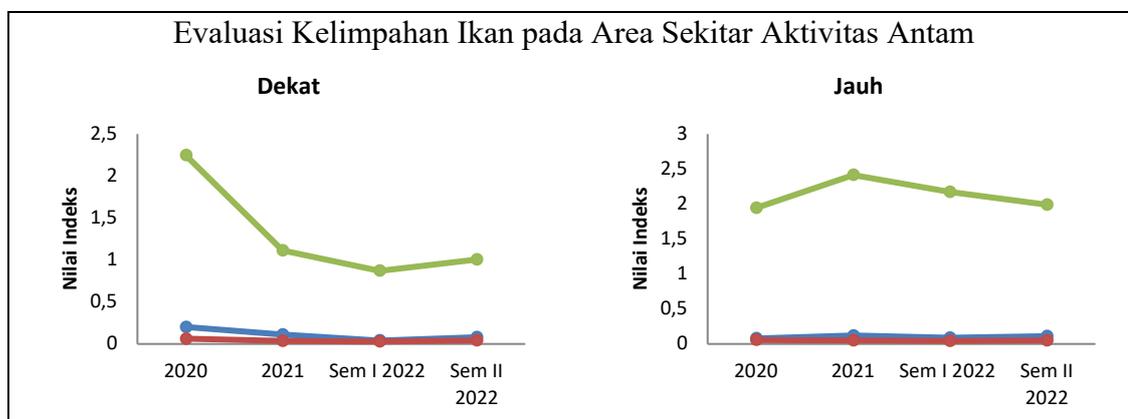
Berdasarkan survei pemantauan ikan karang yang dilakukan di PT Antam Tbk Unit Bisnis Pertambangan Nikel (UBPN) Kolaka pada tahun 2020, 2021, semester I tahun 2022, dan semester II tahun 2022 diperoleh hasil keanekaragaman dan kelimpahan ikan sebagai data untuk mengevaluasi kondisi ikan di wilayah perusahaan.

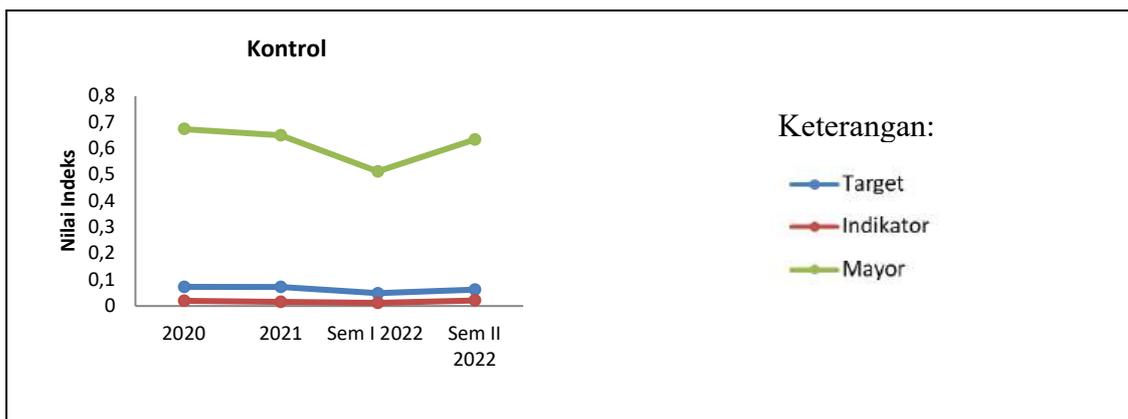




Gambar 5. 26 Grafik evaluasi keanekaragaman ikan disekitar aktivitas Antam pada tahun 2020, 2021, semester I tahun 2022, dan semester II tahun 2022.

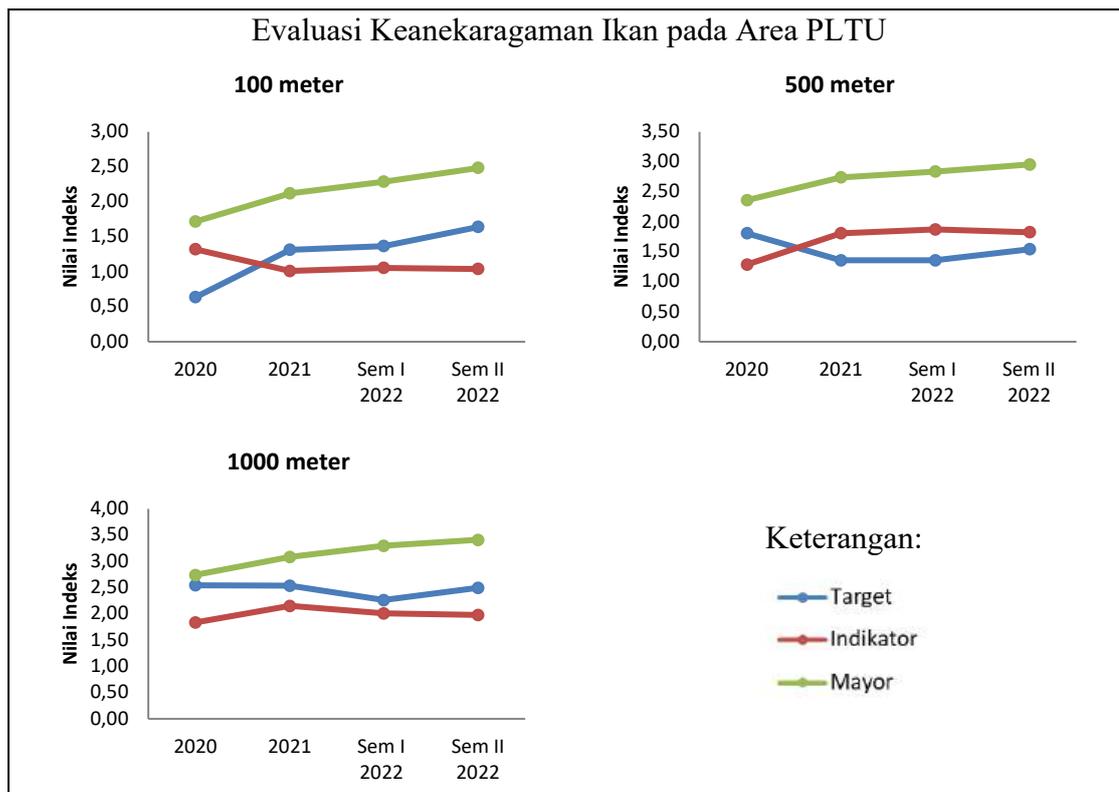
Hasil perbandingan data keanekaragaman dan kelimpahan ikan disekitar aktivitas Antam pada tahun 2020, 2021, semester I tahun 2022, dan semester II tahun 2022 ditunjukkan pada Gambar 5.26. Berdasarkan grafik tersebut keanekaragaman ikan disekitar aktivitas Antam mengalami perubahan pada tiap periode pemantaun, pada area dekat aktivitas Antam kategori ikan mayor dan ikan target mengalami kenaikan nilai keanekaragaman pada periode pemantauan semester II tahun 2022, sementara kategori ikan indikator mengalami penurunan. Pada area jauh aktivitas Antam juga mengalami peningkatan pada periode pemantauan semester II tahun 2022 untuk semua kategori. Nilai keanekaragaman pada area kontrol juga mengalami kenaikan nilai keanekaragaman pada periode pemantauan semester II tahun 2022.





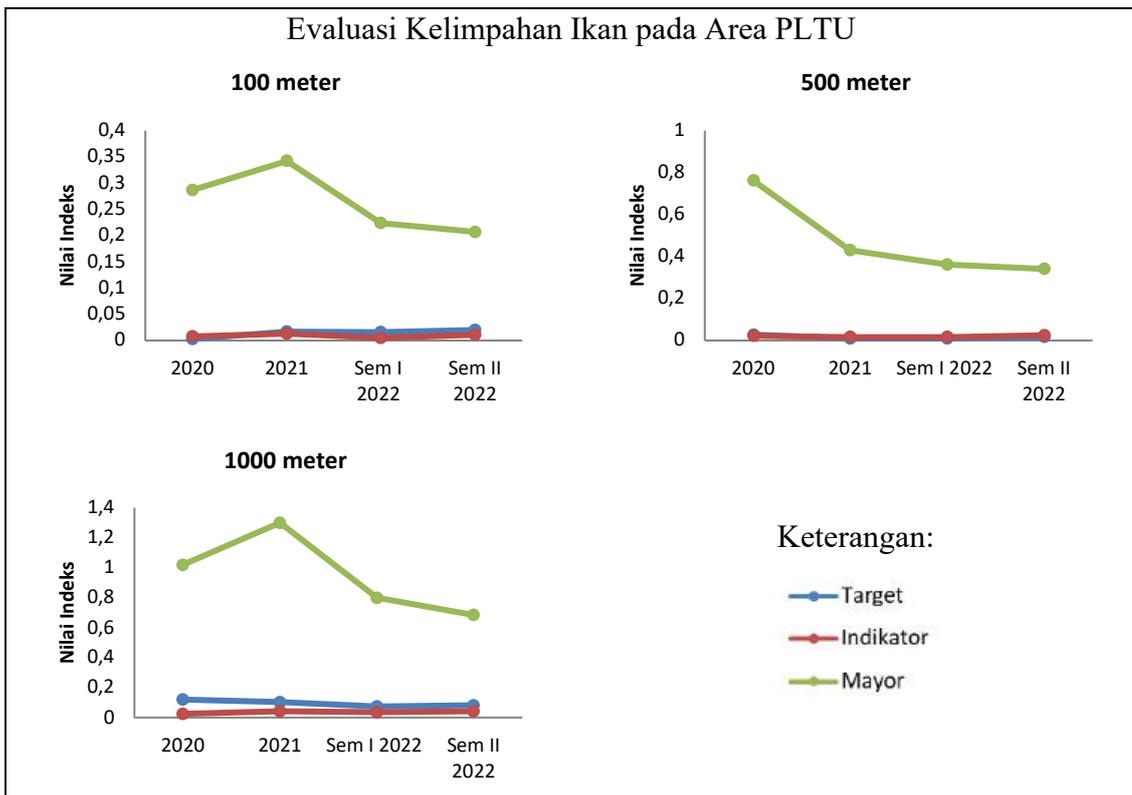
Gambar 5. 27 Grafik evaluasi kelimpahan ikan disekitar aktivitas Antam pada tahun 2020, 2021, semester I tahun 2022, dan semester II tahun 2022.

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 dari tahun 2022 hingga semester I tahun 2022, kemudian mengalami kenaikan kembali pada semester II 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.



Gambar 5. 28 Tenaga Uap (PLTU) pada tahun 2020, 2021, semester I tahun 2022, dan semester II tahun 2022.

Hasil perbandingan data keanekaragaman dan kelimpahan ikan diarea Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) pada tahun 2020, 2021, dan 2022 ditunjukkan pada Gambar 5.28. Berdasarkan grafik tersebut keanekaragaman ikan diarea PLTU 100m mengalami kenaikan pada tahun 2022 meskipun untuk kategori ikan indikator yang 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.

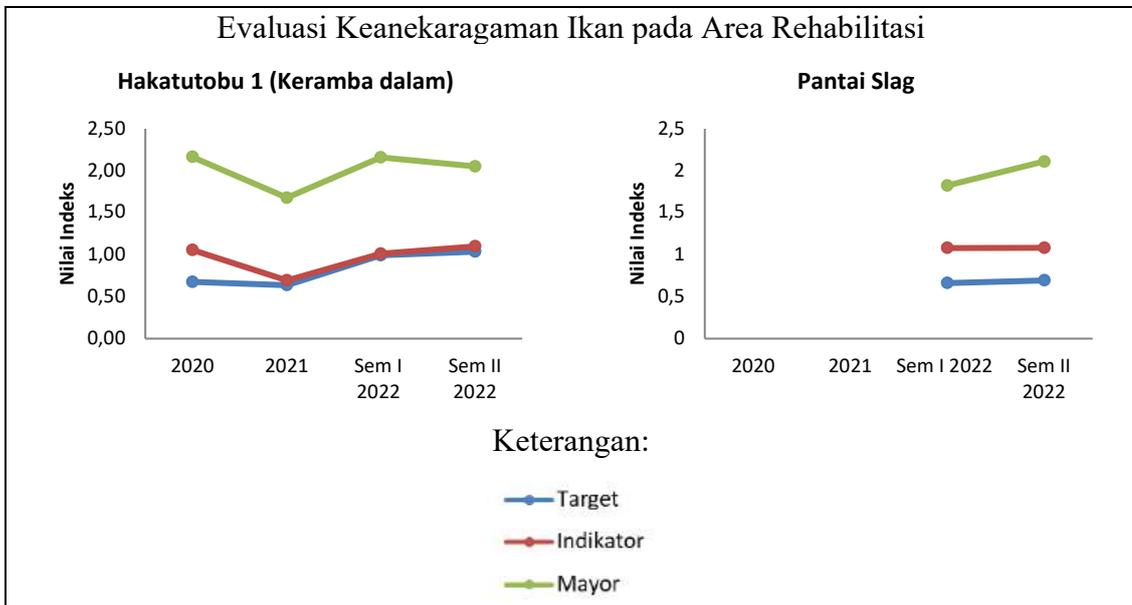


Gambar 5. 29 Grafik evaluasi kelimpahan ikan diarea Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) pada tahun 2020, 2021, semester I tahun 2022, dan semester II tahun 2022.

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.

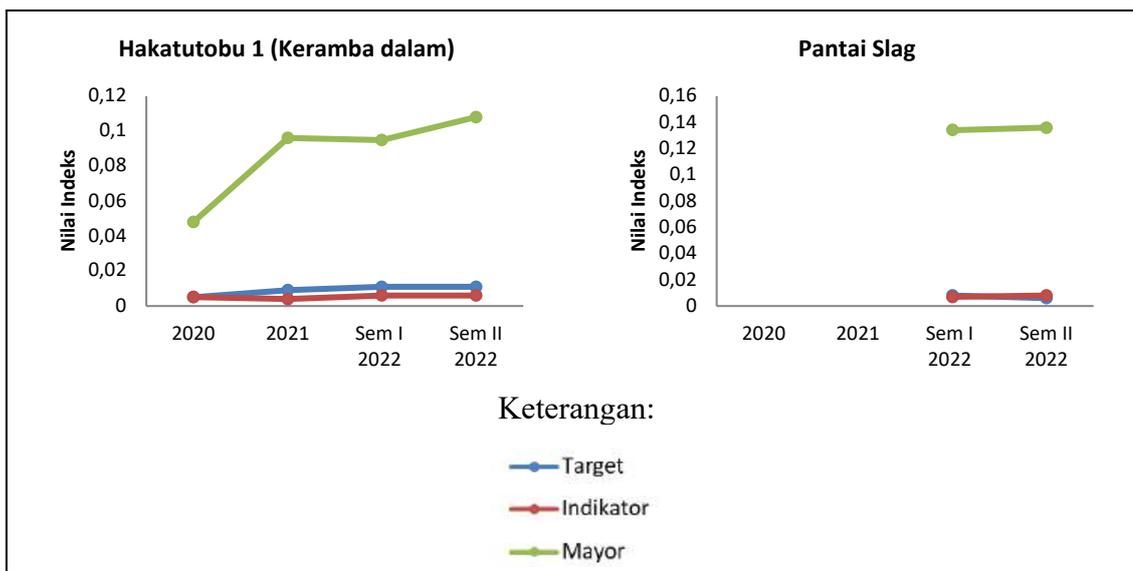
Hasil perbandingan data keanekaragaman dan kelimpahan ikan diarea Rehabilitasi pada tahun 2020, 2021, dan 2022 ditunjukkan pada Gambar 5.29. Berdasarkan grafik tersebut keanekaragaman ikan untuk semua kategori mengalami kenaikan pada tahun 2022 di area Hakatutobu 1 (keramba dalam), meskipun mengalami 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.



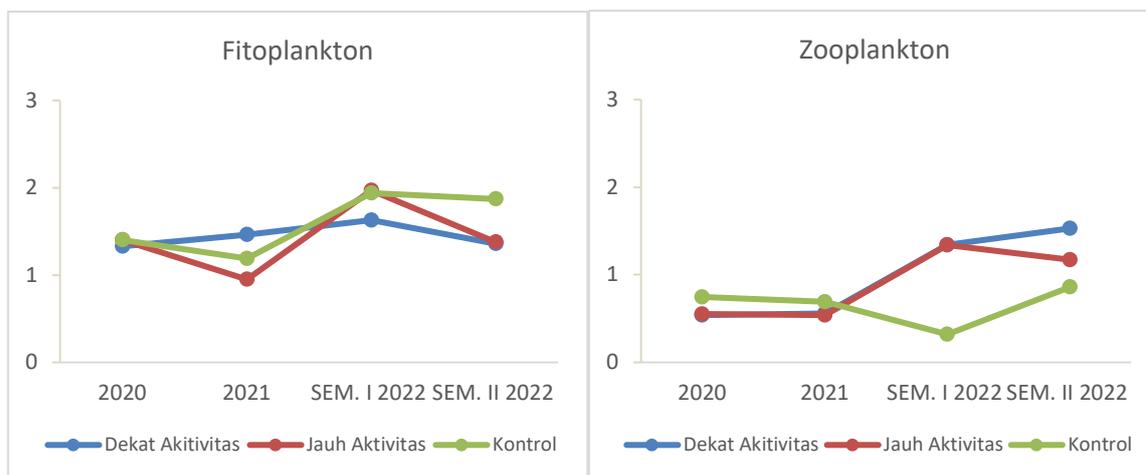
Gambar 5. 30 Grafik evaluasi keanekaragaman ikan diarea Rehabilitasi pada tahun 2020, 2021, semester I tahun 2022, dan semester II tahun 2022.

Evaluasi Kelimpahan Ikan pada Area Rehabilitasi



Gambar 5. 31 Grafik evaluasi kelimpahan ikan diarea Rehabilitasi pada tahun 2020, 2021, semester I tahun 2022, dan semester II tahun 2022.

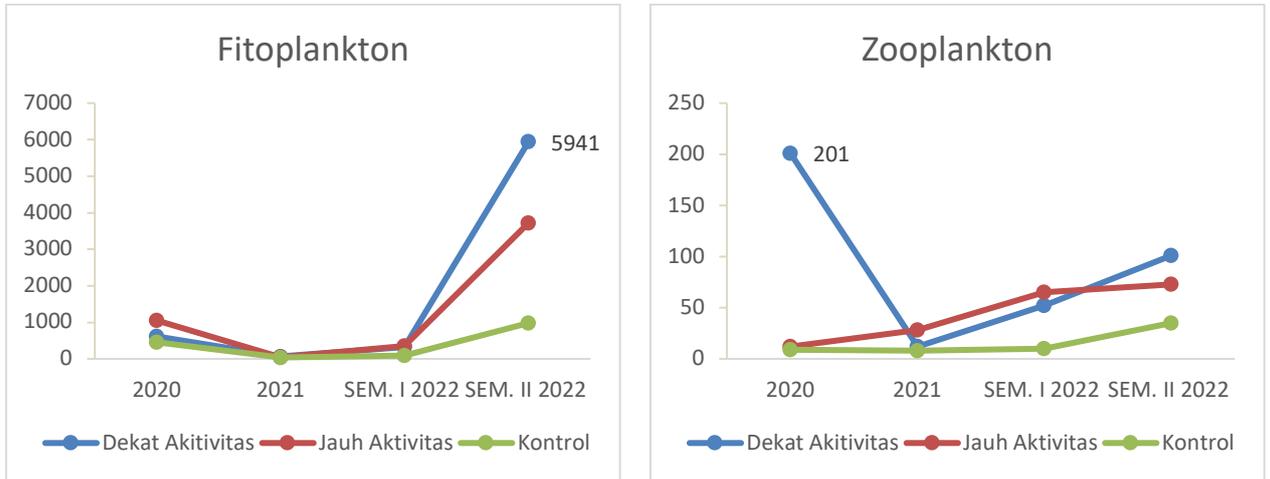
V.5.4 Evaluasi Keanekaragaman dan kelimpahan plankton laut



Gambar 5. 32 Grafik Evaluasi Nilai Keanekaragaman Plankton Laut di Area Sekitar Aktivitas PT. Antam UBPN Kolaka Tahun 2020-2022 Semester II.

Nilai keanekaragaman plankton di perairan laut sekitar aktivitas PT. Antam UBPN Kolaka dari pemantauan tahun 2020 hingga tahun 2022 Semester 2 menunjukkan nilai yang cukup bervariasi namun umumnya berada pada kategori keanekaragaman sedang. Selama empat periode pemantauan, nilai puncak keanekaragaman fitoplankton dijumpai pada tahun 2022 Semester 1. Sementara itu, hasil analisis keanekaragaman zooplankton menunjukkan adanya tren peningkatan

namun cukup fluktuatif pada beberapa area pemantauan. Sebagian besar nilai keanekaragaman zooplankton meningkat dari kategori rendah ke kategori sedang seiring waktu pemantauan. Kemudian, pada rentang waktu pemantauan tahun 2020 hingga tahun 2022 semester 1, terjadi penurunan nilai keanekaragaman zooplankton di area kontrol hingga mencapai titik terendah dan akhirnya meningkat hingga pemantauan terakhir.

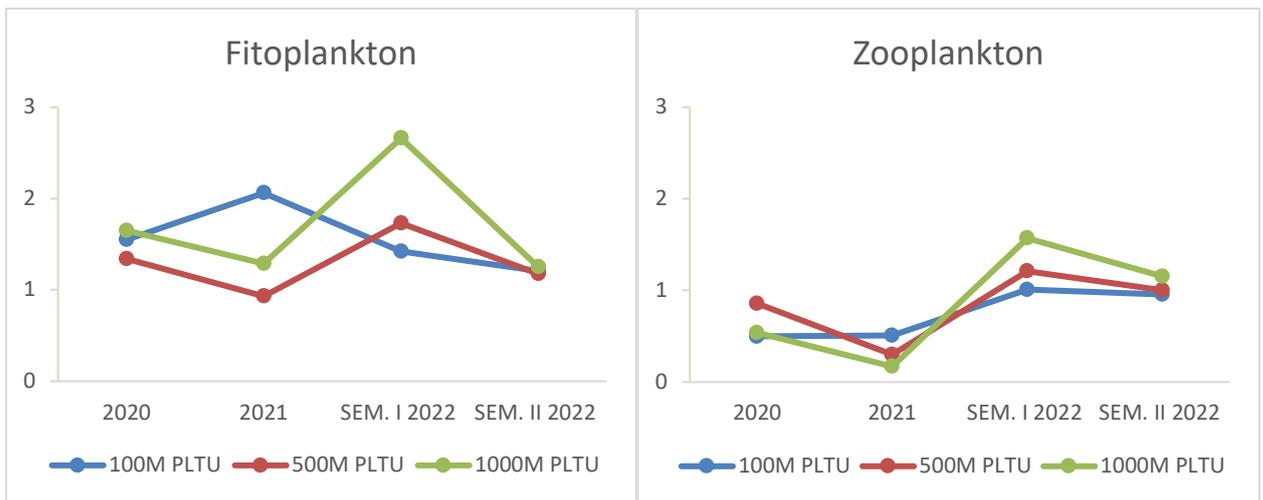


Gambar 5.33 Grafik Evaluasi Kelimpahan Plankton Laut di area sekitar aktivitas PT. Antam UBPN Kolaka Tahun 2020-2022 Semester II.

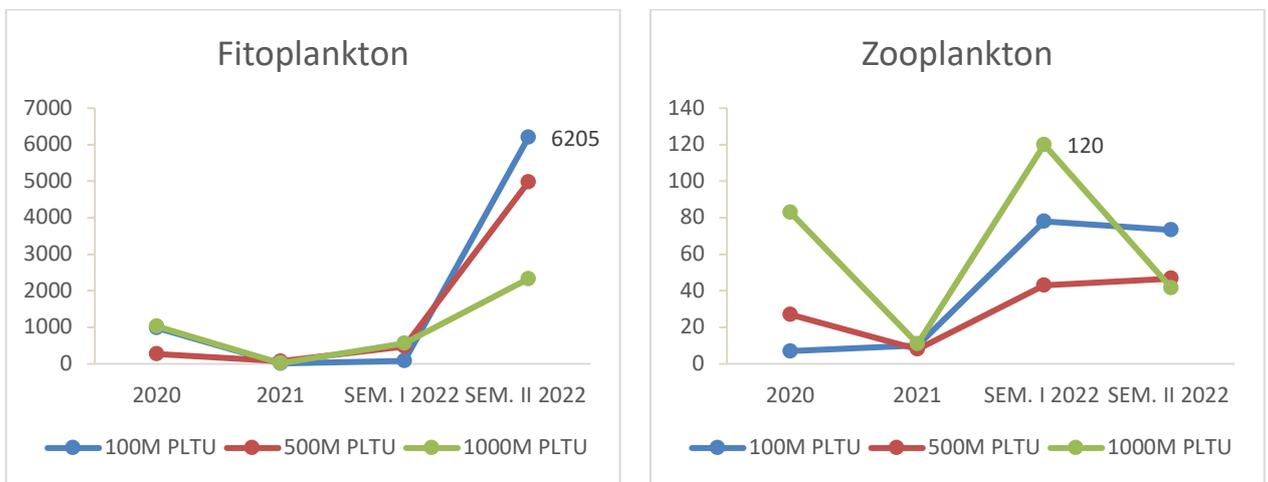
Gambar 5.33. Menunjukkan grafik perbandingan nilai kelimpahan fitoplankton dan zooplankton di area dekat aktivitas, jauh aktivitas dan kontrol selama empat periode pemantauan dari tahun 2020 hingga tahun 2022. Grafik tersebut menunjukkan bahwa Sebagian besar kelimpahan plankton di perairan sekitar aktivitas PT. Antam UBPN Kolaka mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan nilai kelimpahan di awal rekaman data (Tahun 2020) dengan jumlah kelimpahan tertinggi diperoleh pada pemantauan Semester II tahun 2022. Sebaliknya, di tahun 2021, Sebagian besar nilai kelimpahan plankton di area ini sempat menyentuh nilai terendah setelah akhirnya meningkat hingga akhir pemantauan.

Berdasarkan perbandingan data keanekaragaman plankton di perairan laut sekitar PLTU seperti pada Gambar 5.34., nilai keanekaragaman fitoplankton cenderung menurun dari periode pemantauan 2020 hingga 2022. Sebaliknya nilai keanekaragaman zooplankton justru mengalami peningkatan. Namun, secara

keseluruhan, nilai keanekaragaman fitoplankton masih dalam kategori keanekaragaman sedang sama seperti sebelumnya. Sementara untuk zooplankton meningkat dari kategori keanekaragaman rendah ke sedang. Selain itu, terdapat kemiripan pola grafik 500M dan 1000M PLTU. Keduanya menunjukkan titik penerunan nilai keanekaragaman fitoplankton dan zooplankton terendah pada tahun 2021 kemudian mencapai nilai puncak pada periode pemantauan berikutnya (Semester I 2022).



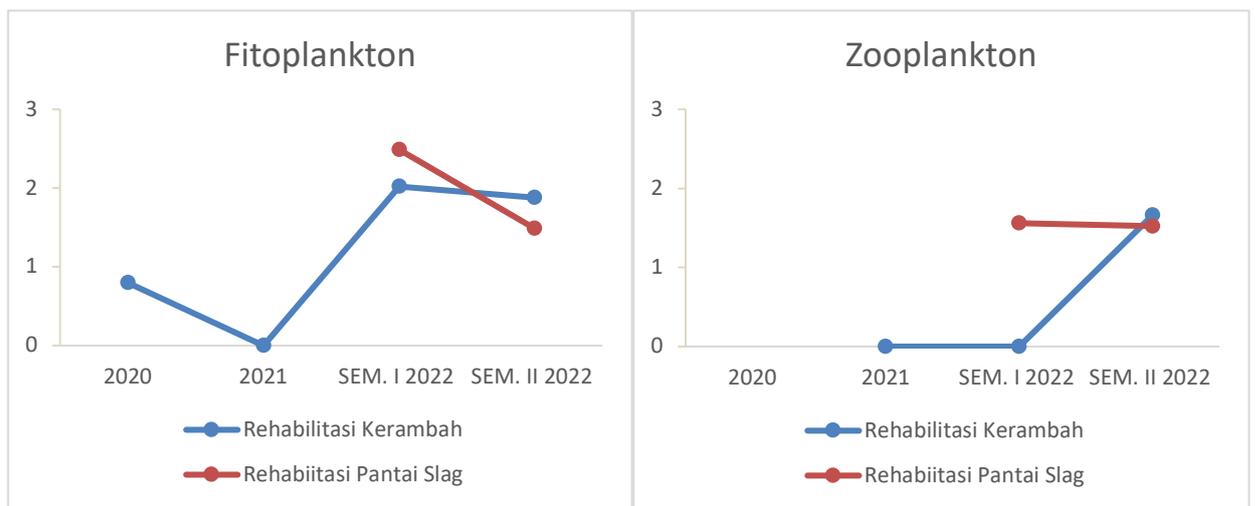
Gambar 5.34 Grafik Evaluasi Nilai Keanekaragaman Plankton Laut di Area PLTU PT. Antam UBPN Kolaka Tahun 2020-2022 Semester II.



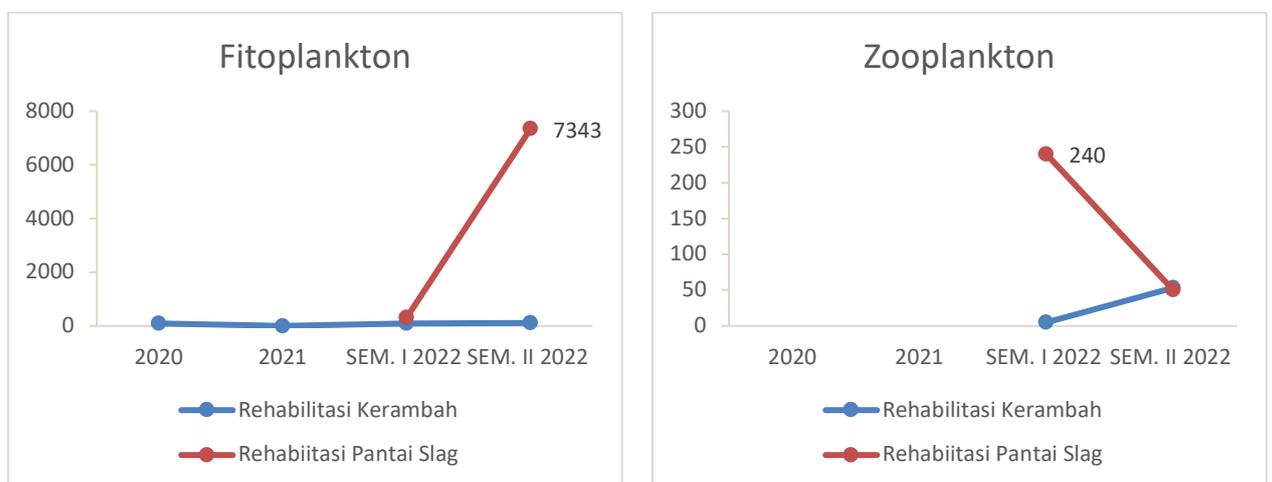
Gambar 5.35 Grafik Evaluasi Kelimpahan Plankton Laut di area PLTU PT. Antam UBPN Kolaka Tahun 2020-2022 Semester II.

Gambar 5.35. Menunjukkan grafik perbandingan nilai kelimpahan fitoplankton dan zooplankton di area perairan laut sekitar PLTU selama empat

periode pemantauan dari tahun 2020 hingga tahun 2022. Grafik tersebut menunjukkan bahwa Sebagian besar kelimpahan plankton di perairan sekitar aktivitas PT. Antam UBPN Kolaka mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan nilai kelimpahan di awal rekaman data (Tahun 2020) dengan jumlah kelimpahan tertinggi diperoleh pada pemantauan Semester II tahun 2022. Sebaliknya, di tahun 2021, nilai kelimpahan fitoplankton di area ini juga sempat menyentuh nilai terendah setelah akhirnya meningkat hingga akhir pemantauan. Disamping itu, pola kemiripan antara grafik di 100M dan 500M menunjukkan kondisi perairan pada kedua area ini juga cenderung sama.



Gambar 5. 36 Evaluasi Keanekaragaman Plankton Laut di area sekitar Rehabilitasi PT. Antam UBPN Kolaka Tahun 2020-2022 Semester II.



Gambar 5. 37 Evaluasi Kelimpahan Plankton Laut di area sekitar Rehabilitasi PT. Antam UBPN Kolaka Tahun 2020-2022 Semester II

Nilai keanekaragaman plankton di area keramba dan pantai slag menunjukkan tren yang cukup berlawanan. Grafik nilai keanekaragaman di area keramba cenderung meningkat, terutama sejak pemantauan tahun 2021. Sebaliknya di pantai slag, nilai keanekaragaman plankton mengalami penurunan sejak dimulainya pemantauan di tahun 2022 semester 1. Selain itu, dari jumlah kelimpahan plankton juga menunjukkan kondisi kelimpahan yang sangat berbeda antara area perairan keramba dan pantai slag. Peningkatan jumlah plankton terjadi pada area Keramba, baik untuk fitoplankton maupun zooplankton. Sementara itu, di area pantai slag, jumlah fitoplankton meningkat cukup signifikan dari 310 individu/Liter di tahun 2022 Semester I menjadi 7343 individu/Liter di periode pemantauan Semester II 2022. Tren grafik yang menurun, sebaliknya, dapat terlihat pada nilai kelimpahan zooplankton.

BAB VI

REKOMENDASI

VI.1 Rekomendasi untuk Lingkungan Darat

Hasil pemantauan flora fauna di wilayah pertambangan PT Antam Tbk 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.

Berdasarkan pemantauan pada flora darat di lingkungan PT Antam, Tbk. yang dilakukan pada 10 area berdasarkan kondisi ekosistemnya menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman disetiap area memiliki komposisi jenis yang berbeda-beda. Pemantauan pada area Revegetasi tahun 2015 memiliki persentase tutupan tanaman penutup tanah sebesar 80% dengan komposisi tumbuhan pada kategori semai dan pancang mulai bervariasi. Pemantauan pada area Revegetasi tahun 2016 memiliki persentase tutupan tanaman penutup tanah sebesar 60,50% dengan komposisi tumbuhan pada kategori semai berasal dari tumbuhan lokal. Pemantauan pada area Revegetasi tahun 2017 memiliki persentase tutupan tanaman penutup tanah sebesar 55,40% dengan komposisi tumbuhan yang homogen. Pemantauan pada area Revegetasi tahun 2018 memiliki persentase tutupan tanaman penutup tanah sebesar 74,50%, area revegetasi tahun 2019 memiliki persentase tutupan tanaman penutup tanah sebesar 76,90%, area revegetasi tahun 2020 memiliki persentase tutupan tanaman penutup tanah sebesar 67,60%, dan area revegetasi tahun 2021 memiliki persentase tutupan tanaman penutup tanah sebesar 60,50%. Sedangkan di Pulau Maniang sudah ada proses reklamasi atau revegetasi yang baru dijumpai pada tahun 2022 semester II di area Terganggu (Stockyard), Pulau Maniang.

Data tersebut memperlihatkan bahwa semakin lama waktu reklamasi maka persentase tumbuhan penutupan tanah (*Cover crop*) semakin berkurang, namun persentase tanaman penutup tanah akan kembali bertambah seiring dengan lamanya waktu penanaman dan tersedianya kebutuhan tanaman pada area tersebut. Perubahan ini normal pada proses suksesi ekosistem yang telah mengalami gangguan dan pertumbuhan. Nilai tersebut dapat kita bandingkan dengan persentase penutupan pada ekosistem virgin disekitar lokasi yaitu rata-rata nilai

persentase tanaman penutup tanah sebesar 70,25%. 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. Data evaluasi tinggi juga menunjukkan bahwa partambahan tinggi tanaman pada habitus tiang sudah hampir menyerupai tanaman pada habitus pohon. Hal ini juga yang mempengaruhi persentase tanaman penutup tanah berkurang akibat luasnya kanopi dan banyaknya serasah daun yang menutupi permukaan tanah sehingga tanaman di bawahnya sulit untuk tumbuh.

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-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).

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 pada tahun 2022 Semester II 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. Pengaturan jarak tanam tumbuhan sekitar 3 - 4 meter atau mengacu pada Permen LHK No. 23 Tahun 2021 Tentang pelaksanaan Rehabilitasi Hutan dan Lahan dan atau disesuaikan dengan kondisi lahan.
3. Pembuatan terasering untuk meningkatkan peresapan air ke dalam tanah dan mengurangi jumlah aliran permukaan sehingga memperkecil resiko pengikisan oleh air.
4. Memperbanyak jenis-jenis tanaman yang menghasilkan bunga, biji, dan buah pada lokasi reklamasi, agar dapat menunjang kehidupan fauna darat.
5. 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).

6. 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).

VI.2 Rekomendasi untuk Lingkungan Perairan Sungai

Hasil analisis data pemantauan flora-fauna pada lingkungan perairan sungai pada tahun 2022 Semester II di sekitar PT Antam Tbk UBPN Kolaka, dimana hasil yang diperoleh menunjukkan keanekaragaman plankton memiliki indeks yang relatif sedang, kelimpahan fitoplankton pada setiap lokasi di area sekitar aktivitas Antam menunjukkan kondisi perairan dengan tingkat kesuburan rendah (oligotrofik) dan nilai kelimpahan zooplankton pada setiap lokasi di area sekitar aktivitas Antam menunjukkan kondisi perairan dengan tingkat kesuburan sedang (mesotrofik). Rekomendasi pada pemantauan periode ini, merekomendasikan 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 khususnya pada beberapa lokasi pemantauan sungai yang memiliki kondisi air yang jernih yaitu di Sungai Kumoro (Hulu–Hilir) dan Sungai Hukohuko (Hulu).

VI.3 Rekomendasi untuk Lingkungan Mangrove

Hasil analisis data pada pemantauan fauna burung pada lingkungan mangrove semester II 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 tahun 2022 Semester II di Wilayah 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 variasi 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 II 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. Pelaksanaan pemantauan flora fauna yang telah dilakukan ini menunjukkan bahwa perusahaan sebagai salah satu 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

- Abimanyu, B., Safe'i, R., dan Hidayat, W. 2018. Analisis Kerusakan Pohon di Hutan Kota Stadion Kota Metro Provinsi Lampung. OJS UNPATTI. 3(11): 2621-8798.
- 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.
- Angelia, D. 2019. Keanekaragaman dan Kelimpahan Makrozoobentos di Pantai Batu Belubang, Bangka Tengah (Doctoral dissertation, Universitas Bangka Belitung).
- Arlott N. 2018. *Birds of the Philippines, Sumatra, Java, Bali, Borneo, Sulawesi, the Lesser Sundas, and Moluccas*. William Collins Publisher. United Kingdom
- Bai'un, N. H., Riyantini, I., Mulyani, Y., & Zallesa, S. 2021. Keanekaragaman Makrozoobentos Sebagai Indikator Kondisi Perairan Di Ekosistem Mangrove Pulau Pari, Kepulauan Seribu. JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research). 5(2). 227-238.
- Bathmann, U dan Marine Zooplankton Colloquium 2. 2001. Future Marine Zooplankton research-a perspective. Marine ecology Progress Series. 222: 297-308.
- 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: Nikijuluw, 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.
- 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.
- Darmi, Tri Rima Setyawati, and Ari Hepi Yanti. 2017. Jenis-Jenis Gastropoda di Kawasan Hutan Mangrove Muara Sungai Kuala Baru Kecamatan Jawai Kabupaten Sambas. *Jurnal Protobiont*. 6(1). 17-20.
- Dash, M. C. dan S. P. Dash. 2009. *Fundamentals of ecology Third Edition*. The McGraw-Hill Companies. New Delhi.
- 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.
- 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.
- Giyanto, Anna E.W. M., Muhammad A., Rikoh M. S., Sasanti R.S., Kunto W., Isa N. A., Hendrik A.W., Cappenberg, Hendra F. S., 2014. *Panduan Monitoring Kesehatan Terumbu Karang*. Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. Indonesia.
- 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. 2009. *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.
- McConnel, R. H. 1987. *Ecological Studies in Tropical Fish Communities*. Cambridge University Press. Cambridge, London. 1987. hlm. 171-211.
- 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.
- Mahasani, I. G. A. I., Nuryani Widagti, dan I. W. G. A. Karang. 2015. Estimasi persentase karbon organik di hutan mangrove bekas tambak, Perancak, Jembrana, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*. 1(1): 14-18.
- 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.
- Marshel, A. and P.J. Mumby. 2015. The role of surgeonfish (Acanthuridae) in maintaining algal turf biomass on coral reef. *J. of Experimental Marine Biology 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 and 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.
- Nonji. 2008. *Plankton Laut*. Yayasan Obor Indonesia. 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.
- Oche, W. 2021. Distribusi dan Kepadatan Keong Bakau (*Telescopium telescopium*) pada Ekosistem Mangrove di Nagari Gasan Kabupaten Padang Pariaman Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Sumberdaya dan Lingkungan Akuatik*, 2(2): 1-5.
- Odum, E. P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi Umum*. Diterjemahkan oleh T. Samingan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. hlm 574.
- Odum, E.P. 1998. *Dasar-Dasar Ekologi Edisi Ketiga*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Persulesy, M., & Arini, I. 2018. Keanekaragaman jenis dan kepadatan gastropoda di berbagai substrat berkarang di perairan Pantai Tihunitu Kecamatan Pulau Haruku Kabupaten Maluku Tengah. *BIOPENDIX: Jurnal Biologi, Pendidikan Dan Terapan*. 5(1): 45-52.
- Peters, R.H. 1983. *The Ecological Implication of Body Size*. Cambridge University Press. Cambridge.
- 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.
- Prihadi, D. J., Riyantini, I. R., & Ismail, M. R. 2018. Pengelolaan Kondisi Ekosistem Mangrove dan Daya Dukung Lingkungan Kawasan Wisata Bahari Mangrove Di Karangsong Indramayu. *Jurnal Kelautan Nasional*. 13(1): 53.
- Primack. 1998. *Biologi Konservasi*. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.
- Putra,P.S. Dewiyanti, I. Dan Agustina, S. 2017. Biota Penempel yang Berasosiasi di Kawasan Mangrove Rehabilitasi Pantai Iboih Kecamatan Sukakarya Kota Sabang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Perikanan Unsyiah*. 2(4):1-7.
- Reese ES. 1981. Predation on Coral by Fishes of the Family Chaetodontidae: Implications for Conservation and Management of Coral Reef Ecosystems. *Buletin 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.

- Shuman, Craig S., Hodgson, Gregor, Ambrose, Richard F. 2004. Managing the marine aquarium trade: is eco-certification the answer? *Environmental Conservation*, 31: 339-348.
- 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.
- Uspar, Mapparimeng, Akbar. 2021. Analisis Keanekaragaman Gastropoda Di Ekosistem Prihadi, D. J., Riyantini, I. R., & Ismail, M. R. 2018. Pengelolaan Kondisi Ekosistem Mangrove dan Daya Dukung Lingkungan Kawasan Wisata Bahari Mangrove Di Karangsong Indramayu. *Jurnal Kelautan Nasional*. 13(1): 53.

LAMPIRAN