



**DETEKSI PROTEIN AEG-1 PADA PEKERJA INDUSTRI PENGOLAHAN NIKEL DI
KECAMATAN MOROSI MENGGUNAKAN METODE SODIUM DODESILSULFAT
POLIAKRILAMIDA GEL ELEKTROFORESIS (SDS-PAGE)**

Sanatang¹, Erwin Azizi Jayadipraja², Fardila Santi³
D-IV Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Mandala Waluya
Email: fardilaasanti1998@gmail.com

ABSTRAK

Pengolahan nikel menghasilkan unsur kimia berbahaya yang dapat mempengaruhi kualitas udara, sehingga apabila nikel masuk kedalam tubuh manusia melalui inhalasi, oral dan dermal maka nikel diserap dalam darah dan terakumulasi didalam tubuh pekerja industri pengolahan nikel sehingga dapat menyebabkan kanker. Salah satu protein penanda kanker yaitu AEG-1 yang diekspresikan secara berlebihan pada semua kanker dan secara bertahap meningkat seiring dengan proses perkembangan kanker, dan tingkat ekspresi AEG-1 jelas berkorelasi dengan prognosis pasien yang buruk. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi protein AEG-1 dalam sampel darah pekerja industri pengolahan nikel di kecamatan Morosi.

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif. Populasi dalam penelitian ini adalah pekerja industri pengolahan nikel divisi smelter berjumlah 36 orang, dengan teknik penarikan sampel secara *Accidental Sampling.*, dengan jumlah sampel 14 orang. Metode pemeriksaan menggunakan metode Sodium Dodesilsulfat Poliakrilamida Gel Elektroforesis (SDS-PAGE).

Hasil penelitian ini menunjukkan dari 14 sampel terdapat 65 pita-pita protein dengan berat molekul yang berbeda. Terdapat 7 sampel (S1, S3, S4, S8, S9, S11, dan S12) menunjukkan berat molekul protein AEG-1 berkisar antara 70-80 kDa. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa terdapat protein AEG-1 pada 7 sampel serum pekerja industri pengolahan nikel. Sebaiknya pekerja industri pengolahan nikel lebih memperhatikan dan mentaati peraturan keselamatan kerja tentang penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) saat bekerja dilingkungan industri pengolahan nikel dan untuk penelitian yang lebih lanjut agar lebih spesifik melakukan pemeriksaan terhadap pekerja industri pengolahan nikel tentang jenis kanker yang diakibatkan oleh paparan nikel.

Kata Kunci : AEG-1, pekerja industri pengolahan nikel, SDS-PAGE



PENDAHULUAN

Indonesia kaya akan sumber daya alamnya, salah satunya berupa pertambangan. Sumber daya alam yang umumnya menjadi aspek pertambangan berupa pasir, minyak, gas alam, batu bara, emas, aspal, dan nikel. Industri pertambangan saat ini telah menjadi industri yang banyak beredar khususnya di provinsi Sulawesi Tenggara. Salah satu Industri pengolahan hasil pertambangan nikel yang terbesar adalah PT. *Obsidian Stainless Steel* (OSS) dan PT. *Virtue Dragon Nickel Industry* (VDNI) yang letaknya di Kecamatan Morosi Kabupaten Konawe. Rangkaian kegiatan di pertambangan ini berupa pengolahan dan pemurnian nikel (Nurbaiti dkk. 2022).

Pemanfaatan nikel dapat digunakan diberbagai aspek baik di Industri kesehatan, berupa pembuatan implant tulang yang bisa menahan beban tapi gerakan gesekan tidak terlalu banyak seperti lutut (Respati, 2010), industri baja berupa bahan campuran dalam pembuatan *stainless steel* (baja tahan karat) dan barang di kehidupan sehari-hari dengan bahan utama besi yang menggunakan campuran nikel. Dalam Industri transportasi dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan monel yang digunakan untuk membuat baling-baling pada kapal laut (Aprisal dan Abadi, 2019). Namun nikel merupakan logam yang bersifat karsinogen

(Zulaehah dkk. 2020) sehingga jika terpapar oleh pekerja Industri pengolahan nikel dapat menyebabkan gangguan pernapasan, gangguan kardiovaskular, gangguan gastrointestinal, gangguan hematologi, gangguan pada ginjal, efek pada imunologi dan kelenjar limfe, gangguan reproduksi, dan kanker bahkan kematian. Paparan melalui dermal dapat menyebabkan dermatitis kontak (Miaratiska dan azizah, 2015).

Pencemaran udara di industri pengolahan nikel yang terjadi akibat proses pengolahan dan pembakaran biji nikel yang dapat menghasilkan unsur kimia berbahaya dan dapat mempengaruhi kualitas udara. Pada saat pembakaran biji nikel terjadi penurunan kualitas udara yang melepaskan senyawa beracun termasuk karbon monoksida, karbondioksida, *methane*, *benzene*, *toluene*, *xylene*, *sulphur*, arsenic, merkuri, dan timbal yang dapat mempengaruhi kesehatan pekerja jika terus-menerus berlangsung (Mauliyana dkk. 2022).

Debu yang mengandung senyawa nikel apabila terhirup pada pekerja yang memproses atau memurnikan biji nikel sulfida maka akan dikaitkan dengan peningkatan risiko kanker. Banyak pekerja secara tidak sengaja akan



terpapar pada konsentrasi tinggi campuran sulfide, oksida, larut dalam air, dan bentuk logam nikel, terutama jika terhirup, dengan beberapa potensi kontak kulit atau menelan debu (Natali dkk. 2021).

Bekerja di pertambangan maupun di industri pengolahan nikel memang berisiko besar baik itu kecelakaan kerja atau terkena penyakit akibat kerja. Selain kecelakaan kerja yang mengakibatkan luka dan kematian, sektor pertambangan juga menyebabkan sebagian pekerjaannya terkena penyakit tertentu. Pekerja tambang berisiko tinggi mengalami penyakit yang berkaitan dengan sistem pernapasan maupun kanker. Hal tersebut karena pekerja tambang selalu terpapar debu dan menghirupnya dalam waktu lama selama bekerja. Efek jangka panjang yang kemungkinan dapat terjadi pada pekerja Industri pengolahan nikel yang terkontaminasi oleh paparan debu yang mengandung nikel adalah kanker. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Junaid dkk. (2016) didapatkan hasil konsentrasi nikel lebih rendah pada sampel rambut ($0.08 \mu\text{g/L}$) dan air liur ($4.12 \mu\text{g/L}$), sedangkan pada sampel darah didapatkan konsentrasi lebih tinggi ($4.66 \mu\text{g/L}$). Dalam industri pengolahan nikel dapat menjadi ancaman bagi para pekerja karena adanya proporsi yang signifikan dalam *stainless steel*. Nikel dapat terakumulasi dan membesar dalam tubuh manusia dalam

jangka waktu yang lebih lama dan dapat menyebabkan gangguan non-kanker dan kanker yang parah. Salah satu protein yang menjadi penanda kanker adalah AEG-1. AEG-1 memainkan peran penting disemua jenis sel kanker berupa regulasi proliferasi, invasi, angiogenesis, metastasis dan kemoresistensi. Kanker terjadi melalui berbagai mekanisme interaksi, termasuk protein yang mengaktifkan berbagai jalur onkogenik yang mendorong pengikatan RNA mempromosikan translasi dan pengaturan peradangan, metabolisme lipid, dan lingkungan mikro tumor (Khan dan Sarkar, 2021).

AEG-1 merupakan protein yang diekspresikan secara berlebihan pada kanker. Seiring dengan perkembangan proses penyakit, ekspresi berlebih protein AEG-1 secara bertahap akan meningkat, dan meningkatkan proliferasi, migrasi, invasi, angiogenesis, kemoresistensi dan metastasis (Sarkar dan fisher, 2014). AEG-1 diekspresikan disemua jaringan normal dalam tubuh, ekspresi yang lebih tinggi terdapat pada otot rangka dan jantung serta kelenjar endokrin seperti kelenjar tiroid dan kelenjar adrenal. AEG-1 juga diekspresikan pada semua jenis kanker seperti HCC, kanker payudara, prostat, perut, ginjal, usus besar, kanker paru-



paru sel kecil (NSCLC), kanker sel skuamosa esophagus (ESSC), dan melanoma (Yoo dkk. 2018).

Deteksi protein AEG-1 dilakukan dengan menggunakan metode *Sodium dodesilsulfat poliakrilamida gel elektroforesis* (SDS-PAGE). SDS-PAGE digunakan untuk memisahkan protein berdasarkan berat molekulnya. Protein yang dipisahkan dengan SDS-PAGE dapat dikarakterisasi berdasarkan berat molekulnya dengan satuan Kilo Dalton (kDa). Satu dalton sama dengan satu hidrogen molekul (Suratmi dkk. 2018). Berdasarkan penelitian Yan dkk. (2018) dengan menggunakan sampel jaringan T-NHL manusia dan jaringan kelenjar getah bening normal diperoleh dari total 46 sampel terdiri dari 30 sampel jaringan T-NHL manusia dan 16 sampel kelenjar getah bening normal, terdapat AEG-1 yang diekspresikan secara signifikan pada jaringan T-NHL dibandingkan dengan jaringan normal. Hal tersebut diperkuat dengan penelitian Ding dkk. (2018) dengan menggunakan sampel jaringan tumor kanker non-sel kecil, diperoleh dari total 88 sampel, yang dimana 6 sampel merupakan jaringan tumor kanker non-sel kecil dan 82 sampel merupakan jaringan normal, terdapat 6 sampel AEG-1 diekspresikan secara berlebihan dan diekspresikan rendah pada 82 jaringan normal. Hal ini menunjukkan bahwa

ekspresi berlebih protein AEG-1 sering terjadi pada NSCLC, yang dapat berkontribusi pada transformasi onkogenik dan angiogenesis.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang Deteksi Protein AEG-1 Pada Pekerja Industri Pengolahan Nikel Di Kecamatan Morosi Menggunakan Metode *Sodium Dodesilsulfat Poliakrilamida Gel Elektroforesis* (SDS-PAGE).

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah deskriptif yaitu dengan melakukan skrining untuk melihat protein AEG-1 yang menjadi salah satu penanda berbagai jenis kanker terhadap pekerja industri pengolahan nikel dengan menggunakan metode *Sodium dodesilsulfat poliakrilamida gel elektroforesis* (SDS-PAGE).

HASIL

Penelitian ini telah dilakukan untuk mendeteksi protein AEG-1 dalam sampel darah pekerja industri pengolahan nikel di kecamatan Morosi menggunakan metode *Sodium dodesilsulfat poliakrilamida gel elektroforesis* (SDS-PAGE) pada tanggal 12 juni-12 juli 2023 di Laboratorium Diagnostik Molekuler



Program Studi D-IV Teknologi

Laboratorium Medis Universitas Mandala

Waluya.

1. Karakteristik Responden Berdasarkan Usia

Distribusi responden berdasarkan usia dikelompokkan menjadi 2 kelompok umur yaitu remaja akhir 17-25 tahun dan dewasa awal 26-35 tahun (Depkes RI, 2009). Dimana usia minimal responden 20 tahun dan usia maksimal adalah 31 tahun. Sehingga distribusi frekuensinya dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Distribusi responden berdasarkan umur (Depkes RI, 2009)

Usia (Tahun)	Jumlah (n)	Persentase (%)
17-25	9	64
26-35	5	36
Total	14	100

Tabel 4 menunjukkan bahwa yang usia responden paling banyak adalah pada kelompok umur 17-25 tahun yaitu sebesar 64 % (8 responden) dan kelompok umur 26-35 tahun sebesar 36 % (5 responden).

2. Karakteristik Responden Berdasarkan Masa Kerja

Adapun karakteristik responden berdasarkan masa kerja dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 5. Distribusi responden berdasarkan masa kerja

Masa Kerja (Bulan)	Jumlah (n)	Persentase (%)
24-28	6	43
29-33	5	36
34-38	2	14
39-43	1	7
Total	14	100

Berdasarkan tabel 5 diketahui bahwa karakteristik responden pekerja industri pengolahan nikel dengan masa kerja 24-28 bulan berjumlah 6 responden dengan persentase 43 %, yang yang bekerja dalam waktu 29-33 bulan berjumlah 5 responden dengan persentase 36 %, yang bekerja dalam waktu 34-38 berjumlah 2 orang dengan persentase 14 %, dan yang bekerja dalam waktu 39-43 bulan berjumlah 1 orang dengan persentase 7 %.



3. Hasil Pengukuran Konsentrasi Protein pada serum pekerja industri pengolahan nikel

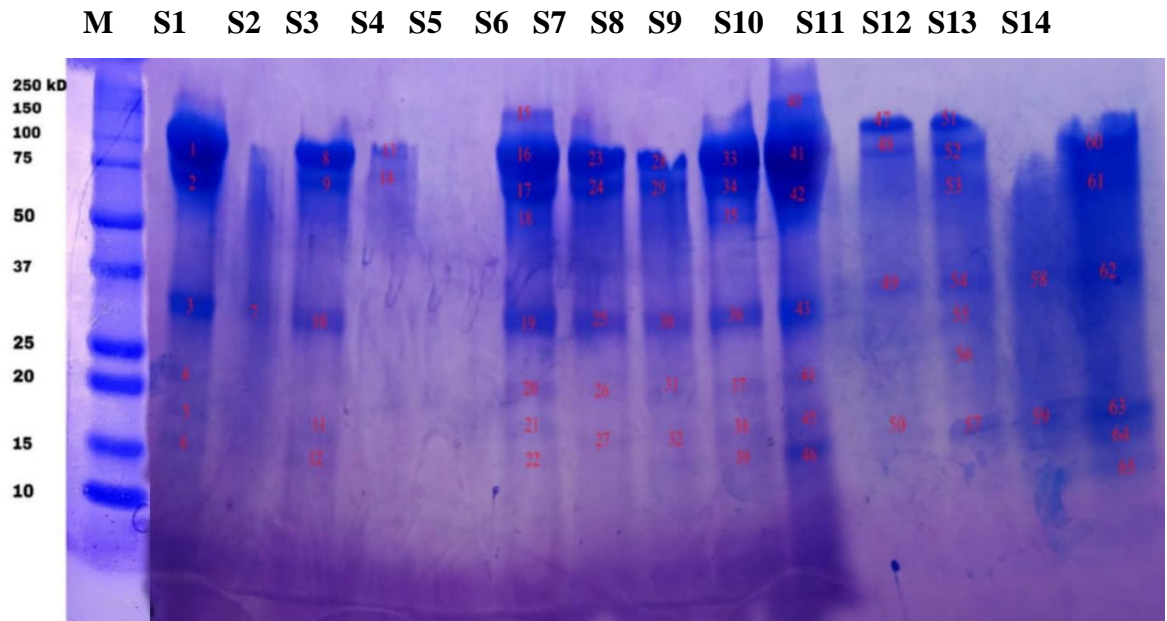
Untuk mengetahui kadar konsentrasi dari suatu protein serum, maka pengukuran konsentrasi protein dapat dilakukan menggunakan alat spektrofotometer UV-VIS dengan panjang gelombang 320 nm. Hasil pengukuran konsentrasi protein sebelum dan sesudah ekstraksi dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Konsentrasi protein sebelum dan sesudah ekstraksi

Kode Sampel	Absorbansi (λ) 320nm		Konsentrasi Protein (Mg/MI)	
	Sebelum Ekstraksi	Sesudah Ekstraksi	Sebelum Ekstraksi	Sesudah Ekstraksi
S1	0.124	0.413	75.70	245.70
S2	0.469	0.413	278.64	245.70
S3	0.168	0.462	101.58	274.53
S4	0.461	0.413	273.94	245.70
S5	0.492	0.695	292.17	411.59
S6	0.141	0.394	85.70	234.53
S7	0.522	0.467	309.82	277.47
S8	0.595	0.417	352.76	248.05
S9	0.202	0.456	121.58	271
S10	0.142	0.440	66.29	261.58
S11	0.433	0.439	257.47	261
S12	0.153	0.125	92.76	76.29
S13	0.472	0.424	280.41	252.18
S14	0.468	0.415	278.05	246.89

4. Hasil SDS-PAGE

Gambaran pita protein AEG-1 hasil SDS-PAGE dengan pewarnaan *Commisse Brilliant Blue* pada serum pekerja industri pengolahan nikel dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 8. Hasil analisis pita-pita protein pada serum pekerja industri pengolahan nikel. **S** (sampel) dan **M** (marker).

Adapun estimasi berat molekul dari setiap pita protein yang terbentuk dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 7. Estimasi Berat Molekul Dari Setiap Pita Protein Yang Terbentuk

Kode Sampel													
S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14
1:114	7:	8:	13:		15:11	23:	28:	33:	40:	47:	51:	58:	60:
									113				
2: 80		9:	14:		16:	24:	29:	34:	41:	48:	52:	59:	61:
3: 37		10:			17:	25:	30:	35:	42:	49:	53:		62:
4: 23		11:			18:	26:	31:	36:	43:	50:	54:		63:
5: 18		12:			19:	27:	32:	37:	44:		55:		64:1
6: 14					20:			38:	45:		56:		65:1
								17					
					21:			39:	46:1		57:		
								14			13		
					22:								

Keterangan : protein AEG-1 berukuran 70-80 kDa



PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mendeteksi adanya protein AEG-1 sebagai penanda faktor resiko kemungkinan terjadinya kanker yang diakibatkan oleh paparan nikel. Secara keseluruhan subjek penelitian terdiri dari 14 orang pekerja industri pengolahan nikel yang berjenis kelamin laki-laki dengan masa kerja >2 tahun. Pekerja industri pengolahan nikel yang pada saat bekerja lalu terpapar nikel secara terus menerus maka akan terakumulasi didalam tubuh dan dalam jangka waktu >2 tahun akan menyebabkan kanker. Hal ini sesuai dengan pendapat Darmawan (2013) yang mengatakan bahwa nikel yang masuk kedalam tubuh pekerja industri pengolahan nikel akan mengalami masa inkubasi sekitar 2-4 tahun. Masa inkubasi ini akan lebih pendek atau gejala penyakit kanker akan segera tampak apabila konsentrasi nikel yang terakumulasi didalam tubuh manusia cukup tinggi.

Berdasarkan data yang diperoleh pada 14 orang responden pekerja industri pengolahan nikel pada tabel 4 bahwa usia responden paling banyak adalah pada kelompok umur 17-25 tahun (64%) yang terdiri dari 9 responden, hal ini dikarenakan usia produktif untuk bekerja yaitu usia 20 tahun keatas. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Yasin dan

Priyono, (2016) mengatakan bahwa usia bagi tenaga kerja berada diantara 20 hingga 40 tahun, usia ini dianggap sangat produktif bagi tenaga kerja karena apabila usia dibawah 20 tahun rata-rata individu masih belum memiliki kematangan skill yang cukup.

Berdasarkan data yang diperoleh dari wawancara dengan 14 responden pekerja industri pengolahan nikel pada tabel 5 bahwa responden dengan masa kerja paling banyak adalah kelompok dengan masa kerja 24-28 bulan yang berjumlah 6 responden (43%) hal ini dapat dikatakan bahwa responden sudah memiliki pengalaman yang cukup dalam bekerja di Industri pengolahan nikel. Menurut Miaratiska dan Azizah, (2015) masa kerja < 2 tahun merupakan salah satu faktor yang mengindikasikan bahwa pekerja tersebut belum memiliki pengalaman yang cukup dalam melakukan pekerjaannya sehingga jika pekerja masih sering ditemui melakukan kesalahan dalam bekerja, maka hal ini berpotensi meningkatkan angka kejadian gangguan kesehatan pada pekerja dengan lama bekerja <2 tahun, sedangkan pekerja yang sudah berpengalaman akan lebih berhati-hati sehingga kemungkinan faktor terpapar nikel lebih sedikit.

Proses analisis untuk mengidentifikasi protein AEG-1 dilakukan dengan



menggunakan alat elektroforesis SDS-PAGE. Menurut Fuad dkk, (2016) *Sodium Dodecylsulphate Polyacrylamide Gel Elektroforesis* (SDS-PAGE) merupakan teknik pemisahan protein dengan ukuran mulai dari 5 hingga 2.000 kDa berdasarkan berat molekul yang bermuatan didalam medan listrik (titik isoelektrik). Namun untuk mendeteksi adanya protein AEG-1 terlebih dahulu dilakukan serangkaian prosedur berupa ekstraksi protein, pengukuran konsentrasi protein, pembuatan *Stacking gel*, pembuatan *Separating gel*, pembuatan larutan *Running buffer*, *Running SDS-PAGE*, pewarnaan dengan *Coomasie Brilliant Blue*, lalu pencucian dengan larutan destaining.

Ekstraksi protein pada sampel serum pekerja industri pengolahan nikel dilakukan dengan menggunakan metode presipitasi (pengendapan), dimana larutan yang berperan adalah garam ammonium sulfat yang kemudian disentrifuge lalu peletnya disuspensikan dengan *Phospat Buffer Saline* (PBS). Garam-garam inilah yang akan mengendapkan protein-protein yang ada didalam sampel tersebut, hal ini dijelaskan dalam penelitian yang dilakukan oleh Sari dan Moulina (2020) bahwa metode presipitasi (pengendapan) bertujuan untuk mengendapkan molekul-molekul protein dengan gaya tarik-menarik antara protein yang satu dan yang

lain sehingga protein dapat mengendap.

Penentuan konsentrasi protein total pada sampel serum diukur dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-VIS dengan panjang gelombang (λ) 320 nm. Pengukuran kadar protein total dilakukan pada sampel serum sebelum dan sesudah ekstraksi. Tujuan dari perbandingan pengukuran konsentrasi protein sebelum dan sesudah ekstraksi yaitu untuk mengetahui banyaknya protein dalam sampel yang akan diperiksa dengan metode SDS-PAGE. Dari hasil pengukuran diperoleh konsentrasi protein pada sampel yang sudah diekstraksi lebih besar dibandingkan sampel yang belum diekstraksi. Hal tersebut dikarenakan konsentrasi protein total pada serum berpengaruh pada kelarutan protein dari bahan pengendap yang digunakan. Peningkatan konsentrasi garam pada *ammonium sulfat* membuat konsentrasi dari suatu protein menjadi turun. Pada konsentrasi garam yang lebih tinggi protein akan mengendap dan kekuatan ionik garam semakin kuat sehingga garam lebih dapat mengikat molekul air sehingga konsentrasi protein total yang dihasilkan akan mengalami naik turun, begitupun dengan penambahan garam pada konsentrasi rendah membuat protein menjadi bermuatan dan larut dalam larutan garam. Kelarutan protein akan terus



meningkat sejalan dengan peningkatan konsentrasi garam, apabila konsentrasi garam ditingkatkan terus, maka kelarutan protein akan turun, pada konsentrasi garam yang lebih tinggi, protein akan mengendap. Sehingga dalam penelitian ini konsentrasi dari bahan yang digunakan mempengaruhi tinggi rendahnya konsentrasi protein total yang dihasilkan. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Masri (2013) dalam penelitiannya mengatakan bahwa beberapa protein berbeda kelarutannya dalam konsentrasi garam yang berbeda. Pengendapan dengan amonium sulfat dapat dilakukan pada konsentrasi 10-100%. Semakin tinggi konsentrasi *Ammonium sulfat* maka pengendapan protein semakin baik namun pengendapan dengan *Ammonium sulfat* terdapat titik kejenuhannya.

Berdasarkan hasil analisis elektroforesis gel polikrilamid dari total 14 sampel yang di running hanya sampel S1, S2, S3, S4, S4, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, dan S14 yang terbentuk pita sebanyak 65 pita protein yang masing-masing memiliki ketebalan yang berbeda-beda. Hal tersebut menunjukkan bahwa protein serum masing-masing memiliki fraksi yang berbeda. Hal ini sesuai dengan pendapat Tanjung dan Kusnadi (2015) yang mengatakan bahwa intensitas pita protein yang terbentuk menunjukkan

konsentrasi protein pada suatu senyawa, dimana semakin tebal pita maka semakin tinggi konsentrasi pita protein tersebut. Sedangkan sampel yang tidak terbentuk pita pada gel yaitu sampel S5.

Ada beberapa faktor yang menjadi penyebab ketidakberhasilan dalam proses SDS-PAGE, diantaranya ketidakmurnian isolat, kontaminasi isolat, serta konsentrasi protein dalam isolat. Hal ini sesuai pendapat Germanyta dkk, (2016) yang mengatakan bahwa beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan SDS-PAGE adalah kemurnian isolat, kebersihan isolat, dan konsentrasi protein dalam ekstrak. Isolat yang murni akan menghasilkan pita protein yang baik, tidak terdapat pita protein yang menggelembung sehingga dapat mempermudah analisis berat molekul relatif (Mr) pada pita yang terbentuk. Keberhasilan isolat mempengaruhi kualitas pita protein yang terbentuk dalam gel, pita terlihat tajam dengan gel yang terang sehingga mempengaruhi analisis protein. Konsentrasi protein ekstrak mempengaruhi kualitas pita protein yang terbentuk pada proses analisis karakteristik protein nuga kecepatan pembentukan pita protein.

Pada penelitian ini yang faktor yang diduga menjadi penyebab ketidakberhasilan proses SDS-PAGE sehingga tidak terbentuknya pita pada



sampel S5 yaitu terjadinya kontaminasi pada isolat sehingga menyebabkan rusaknya molekul-molekul protein pada isolat, faktor ini bisa terjadi pada saat proses ekstraksi menggunakan ammonium sulfat dimana dilakukan pencucian sebanyak 3 kali yang dapat menyebabkan isolat terkontaminasi sehingga pengotor-pengotor yang ada bisa merusak sampel. Serta ketidakmurnian isolat menjadi penyebab pita protein tidak terbentuk pada gel.

Hasil pemeriksaan 14 sampel dari 65 pita protein yang terbentuk, 7 sampel (S1, S3, S4, S8, S9, S11, dan S12) menunjukkan berat molekul yang mirip dengan berat molekul protein AEG-1 yang dimana berat molekul dari protein AEG-1 berkisar antara 70-80 kDa. Hal ini sesuai dengan pendapat Banarjeea dkk. (2021) mengatakan bahwa berat molekul AEG-1 diprediksi menunjukkan pita antara 70-80 kDa.

Diketahui bahwa AEG-1 merupakan onkogen penting yang diekspresikan secara berlebihan di semua kanker yang terletak pada kromosom manusia 8q22 yang mengandung 12 ekson dan 11 intron. Peningkatan kromosom 8q22 sering terjadi pada berbagai jenis kanker, yang dimana kromosom mengandung AEG-1, sehingga AEG-1 terdeteksi dan amplifikasi AEG-1 dikonfirmasi. Oleh karena itu, AEG-1

telah diketahui terlokalisasi di nukleus, sitoplasma, dan membran sel.

Fungsi molekuler dan mekanisme kerja dari AEG-1 terutama bergantung pada lokalisasinya misalnya ekspresi protein AEG-1 secara bertahap meningkat dari adenoma tingkat rendah ke adenoma tingkat tinggi dengan ekspresi tertinggi yang terdeteksi di kanker kolon, pada kanker hati ekspresi AEG-1 terdeteksi di daerah perinuklear, ekspresi AEG-1 juga meningkat pada kanker lambung dan menjadi biomarker untuk kanker esophagus, glioma, neuroblastoma, oligodendroglioma, serta kanker paru-paru.

Protein AEG-1 terekspresi menandakan terdapat sel yang tumbuh secara tidak normal yang berkaitan dengan karsinogenesis. Akan tetapi pada tahap awal pertumbuhan kanker ekspresi AEG-1 masih rendah, sel kanker baru tumbuh dan belum menyebar ke jaringan atau organ lain di sekitarnya. Pada tahap awal pertumbuhan kanker umumnya tidak bergejala, sehingga banyak orang tidak menyadari bahwa ada sel kanker di dalam tubuhnya. Hal ini sesuai dengan hasil wawancara dengan responden yang dimana responden belum mengalami gejala penyakit kanker seperti rasa lelah yang berlebihan, berat badan turun drastis, perubahan pada kulit, benjolan pada



anggota tubuh, batuk yang tak kunjung sembuh, gangguan pencernaan (mual, muntah, tidak nafsu makan), berkeringat pada malam hari. Menurut Febriani dan Furqon, (2018) dalam penelitiannya mengatakan bahwa gejala dan tanda dari tumor terdiri dari nyeri, sakit kepala, muntah, dan confusion, hemiparese, kejang fokal, perubahan warna pada kulit, dan ataksia. Ekspresi AEG-1 secara bertahap ekspresinya akan meningkat seiring dengan perkembangan proses pertumbuhan kanker, dan tingkat ekspresi AEG-1 berhubungan dengan prognosis pasien yang buruk. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Dhirman dkk. (2019) yang mengatakan bahwa Peningkatan ekspresi AEG-1 telah dilaporkan pada

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian identifikasi protein AEG-1 pada serum pekerja industri pengolahan nikel menggunakan metode *Sodium Dodesilsulfat Poliakrilamida Gel Elektroforesis* (SDS-PAGE), dapat disimpulkan bahwa dari 14 sampel yang diperiksa dan 65 pita protein yang terbentuk terdapat 7 sampel menunjukkan berat molekul yang mirip dengan berat molekul protein AEG-1 yang dimana berat molekul dari protein AEG-1 berkisar antara 70-80 kDa.

banyak kanker sedangkan ekspresinya rendah pada jaringan non-ganas.

AEG-1 terekspresi pada 7 sampel serum pekerja industri pengolahan nikel kemungkinan disebabkan karena terpapar secara terus menerus debu nikel sehingga nikel terakumulasi dalam tubuh dan dapat menyebabkan kanker. Hal ini sesuai dengan pendapat Gates dkk. (2023) mengatakan bahwa Nikel dalam darah terikat pada albumin, distribusi nikel dalam tubuh bervariasi tergantung pada rute pemaparan dan paparan kerja terhadap nikel telah dikaitkan dengan peningkatan risiko kanker.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprisal Dan Agus Maman Abadi., 2019. Fuzzy System: Estimasi Harga Nikel Didunia. *Jurnal Matematika Ilmiah Stkip Muhammadiyah Kuningan*. Vol 5(1). Hal 48-58.
- Arafah, Alvita Brilliana Dan Hari Basuki Notobroto., 2017. Factor Yang Berhubungan Dengan Perilaku Ibu Rumah Tangga Melakukan Pemeriksaan Payudara Sendiri (Sadari). *The Indonesian Journal Of Public Health*. Vol 12 (2). Hal 143-153.



- Astawa, I Nyoman Mantik., 2018. Dasar-Dasar Patobiologi Molekuler. Penerbit Airlangga University Press: Surabaya.
- Arif, Irwandy., 2018. Nikel Indonesia. Penerbit Pt Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.
- Banerjeea, Indranil. Paul B. Fishera,b,c , Devanand Sarkara., 2021. Astrocyte elevated gene-1 (AEG-1): A key driver of hepatocellular carcinoma (HCC). *Adv Cancer Res.* 2021 ; 152: 329–381.
- Berniyanti, Titiek., 2018. Biomarker Toksisitas Paparan Logam Tingkat Molekuler. Penerbit Airlangga University Press:Surabaya.
- Chaerul, Mochammad Dan Revina Fajhri Ananda., 2020. Study Valuasi Smelter Pengolahan Nikel Melalui Pendekatan Analisa Biaya Manfaat (Studi Kasus:Perusahaan Tambang Nikel Di Sulawesi Selatan). *Jurnal Teknik Lingkungan.* Vol 26. No 1. Hal 87-100.
- Chang, Ying. Binli. Xiaolin Xu. Ling Shen. Haixia Bai. Fei Gao. Zhibao Zhang. Jost B. Jonas., 2016. Lentivirus-Mediated Knockdown Of *Astrocyte Elevated Gene-1* Inhibits Growth And Induces Apoptosis Through Mapk Pathways In Human Retinoblastoma Cells. *Plosone.* 10.1371. Hal 3-14.
- Daniarsyah, Adrian., 2021. Mengenal Jenis Nikel Beserta Manfaatnya dalam Kehidupan. <https://wira.co.id/nikel-adalah/>. Diakses pada 27 Juli 2023.
- Darmawan, Armaid., 2013. Penyakit Sistem Respirasi Akibat Kerja. *JMJ.* Vol 1. No 1. Hal 68-83.
- Darmawijawa, Agus. Deniyanto. Wahab., 2021. Persepsi Masyarakat Terhadap Konstruksi Pabrik Pengolahan Dan Pemurnian Bijih Nikel PT. Obsidian Stainless Steel Di Desa Tani Indah. *Jurnal Teknik Pertambangan.* Vol 3(1). Hal 1-11.
- Depkes RI. (2009). *Klasifikasi umur menurut kategori.* Jakarta: Ditjen Yankes.
- Dhiman, Gourav. Neha Srivastava. Mehendi Goyal. Emad Rakha. Jennifer Lothion-Roy. Nigel P. Mongan. Regina R. Miftakhova. Svetlana F. Khaiboullina. Albert A. Rizvanov. Manoj Baranwal., 2019. Metadherin: A Therapeutic Target in Multiple Cancers. *Frontiers in oncology.* Vol 9. Hal 1-8.
- Ding, Qiuping. Yingrongchenb. Shunli Dongb. Xutingxub. Jin Liuc. Pengtao Songc. Caihua Yua And Zhihong Ma., 2018. *Astrocyte Elevated Gene-1* Is Overexpressed In Non-Small-Cell Lung Cancer And Associated With Increased Tumour Angiogenesis.



Interactive Cardiovascular And Thoracic Surgery 26 (2018) 395–401.

Environ. Res. Public Health Vol 17 (679). Hal 2-20.

Fatchiyah, E.L., Arumingtyas S., Widyarti, & Rahayu, S. 2011. *Biologi Molekuler Prinsip Dasar Analisis*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Germanyta, A. A., Jularso, E., & Budhy S, T. I. 2016. Identifikasi Protein Pada Granuloma Periapikal Dengan Metode Sds-Page. *Oral And Maxillofasial Pathology Journal.*, 3(1), 11-16.

Febriani anna dan Achmad Furqon., 2018. Metastasis Kanker Paru. *Jurnal Respirasi Jr* Vol. 4 No. 3. Hal 94-101.

Hemes B.D. 2010. *Gel Electrophoresis of Protein*. Oxford Uni versity press. New York.

Fitriani, Wa. Emiyarti. A. Ginong Pratikino., 2021., Sebaran Logam Berat Nikel (Ni) Pada Air Di Perairan Kecamatan Pomalaa Kabupaten Kolaka. *Jurnal Sapa Laut*. Vol.6(3). Hal 177-182.

Huang, Yan. Guo-Ping Ren. Chao Xu. Shui-Feng Dong. Ying Wang. Yun Gan. Li Zhu. Tian-Yuan Feng., 2014. Expression Of *Astrocyte Elevated Gene-1* (Aeg-1) As A Biomarker For Aggressive Pancreatic Ductal Adenocarcinoma. *Bmc Cancer*. 14:479.

Fuad, Atik Rohmana Maftuhatul. Ita Ulfin. Fredy Kurniawan.2016. Penggunaan Agar-agar Komersial sebagai Media Gel Elektroforesis Pada Zat Warna Remazol: Pengaruh Komposisi Buffer, pH Buffer dan Konsentrasi Media. *Jurnal Sains Dan Seni Its* Vol. 5 No. 2 (2016) 2337-3520.

Junaid, Muhammad . Muhammad Zaffar. HashmiRiffat Naseem Malik., 2016. Evaluating levels and health risk of heavy metals in exposed workers from surgical instrument manufacturing industries of Sialkot, Pakistan. *Environ Sci Pollut Res Int*. 23(18):18010-26.

Gates. Alyssa. Julian A. Jakubowski. Angela C. Regina., 2023. *Nickel Toxicology*. StatPearls Publishing.

Genchi, Giuseppe. Alessia Catalano. Graziantonio Lauria. Maria Stefania Sinicropi. Alessia Catalano., 2020. Nickel: Human Health And Environmental Toxicology. *Int. J.*

Kecamatan Morosi Dalam Angka 2020. Badan Pusat Statistik Kabupaten Konawe. 28 September 2020. Diakses tanggal 27 Juli 2023.



Kelvin, Joanne Frankel., 2011. *100 Tanya Jawab Mengenai Gejala Kanker Dan Efek Samping Pengobatan Kanker*. Edisi Kedua. PT. Indeks : Jakarta Barat.

Khan Maheen And Devanand Sarkar., 2021. The Scope Of *Astrocyte Elevated Gene-1/Metadherin (Aeg-1/Mtdh)* In Cancer Clinicopathology: A Review. *Genes*. 12. 308 2 Of 28.

Lestari, Agustina. Budiarti. Yuliani. Ilmi. Bahrul., 2020. Study Fenomenologi: Psikologis Pasien Kanker Yang Menjalani Kemoterapi. Vol 5(1). Hal 52-66.

Liang, Chen. Jian Shangguan. Ling Yang. Shiwen Guo., 2021. Downregulation Of *Astrocyte Elevated Gene-1* Expression Inhibits The Development Of Vasculogenic Mimicry In Gliomas. *Experimental And Therapeutic Medicine* 21: 22. Hal 1-7.

Li, Jing. Yuchen Sun. Xuanzi Sun. Xu Zhao. Yuan Ma. Yuzhu Wang. Xiaozhi Zhang., 2021. Aeg-1 Silencing Attenuates M2-Polarization Of Glioma-Associated Microglia/Macrophages And Sensitizes Glioma Cells To Temozolomide. *Scientific Reports*. 11:17348.

Manna, Debashri And Devanand Sarkar., 2021. Multifunctional Role Of

Astrocyte Elevated Gene-1 (AEG-1) In Cancer: Focus On Drug Resistance. *Cancers*. 2021, 13, 1792 2 Of 29.

Masri, Mashuri., 2013. Isolai Dan Pengukuran Aktivitas Enzim Bromelin Dari Ekstrak Kasar Bonggol Nanas (Ananas Comosus) Pada Variasi Suhu Dan Ph. *Jurnal Biologi Sel*. Vol 2 No 1. Hal 70-79.

Mauliyana, Andi. Laode Muhamad Yasmin. Yusuf Useng., 2022. Risiko Paparan Polutan Pertambangan Nikel Terhadap Kejadian Anemia Pada Remaja Di Sma Negeri 1 Bondoala Kecamatan Bondoala Kabupaten Konawe. *Jurnal Mandala Pengabdian Masyarakat*. Vol. 3, No. 2. Hal 210-214.

Miaratiska Nurul Dan R. Azizah., 2015. Hubungan Paparan Nikel Dengan Gangguan Kesehatan Kulit Pada Pekerja Industry Rumah Tangga Pelapisan Logam Di Kabupaten Sidoarjo. *Perspektif Jurnal Kesehatan Lingkungan*. Vol 1 (1). Hal 25-36.

Nasution, S., Faridah, D. N., Kusumaningtyas, E., Wulandari, Z., & Kusumaningrum, H. D. 2021. Profil Sds-Page Dan Aktivitas Lisozim Putih Telur Ayam Lokal Termodifikasi Panas. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 9(1), 64-72.



- Natali, Sitti Mei Ananda. Dyah Probowati. Winda. Sudaryanto., 2021. Analisis Dampak Sifat Fisik-Kimia Debu Terhadap Keselamatan Dan Kesehatan Pekerja Pada Proses Pengangkutan Penambangan Nikel Pt. Jaya Bersama Sahabat, Konawe Utara, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Teknologi Pertambangan*. Volume. 7 Nomor.1. Hal 147-156.
- Rahayuwati, Laili. Iqbal Abdul Rizal. Tuti Pahria. Mamat Lukman. Neti Juniarti., 2020. Pendidikan Kesehatan Tentang Pencegahan Penyakit Kanker Dan Menjaga Kualitas Kesehatan. *Jurnal Media Karya Kesehatan*. Vol 3. No 1. Hal 59-69.
- Nurbaiti. M Sidik Boedoyo. Purnomo Yusgiantoro., 2022. Pengelolaan Nikel Indonesia Terhadap Pertahanan Negara Dan Ketahanan Energy. *Jurnal Ketahanan Energy*. Vol 8 (2). Hal 33-52.
- Ren, Fanghui. Hua Ding. Suning Huang. Hanlin Wang. Mei Wu. Dianzhong Luo. Yiwu Dang. Lihua Yang. Gang Chen., 2015. Expression And Clinicopathological Significance Of Mir-193a-3p And Its Potential Target *Astrocyte Elevated Gene-1* In Non-Small Lung Cancer Tissues. *Cancer Cell*. 15(80). 1-10.
- Respati, Smb., 2010. Bahan Biomaterial Stainless Steel Dan Keramik. *Jurnal Momentum*. Vol 6. No 1. Hal 5-8.
- Rickwood,D. 2010. Centrifugation : A Practical Approach Washington DC : IRL Press
- Salim, Reny dan Intan Sri Rahayu., 2017. Analisis Kadar Protein Tempe Kemasan Plastik Dan Daun Pisang. *Jurnal Akademi Farmasi Prayoga*. Vol 2 (1). Hal 1-17.
- Sari, Meirita Dan Methatias Ayu Moulina., 2020. Pengaruh Variasi Waktu Perendaman Sampel Dan Jumlah Pelarut Homogenasi Terhadap Persentase Ekstrak Protein Daun Kelor (*Moringa Oleifera*). *Jurnal Agritepa*. Vol 7 (1). Hal 51-56.
- Sarkar, Devanand And Paul B. Fisher., 2014. Aeg-1/Mtdh/Lyric: Clinical Significance. *Adv Cancer Res*. 2013 ; 120: 39–74.
- Setiawan, Andri., 2018. *Elektroforesis Vertical SDS-PAGE*. Penerbit Brawijaya University: Malang.
- Sharma, Neha Vartak. Shruthi Nooka. Anuja Ghorpade., 2017. *Astrocyte Elevated Gene-1 (Aeg-1) And The A(E)Ging Hiv/Aidshand*. *Hhs Pub Lic Access*. 157: 133–157.



Sharma, Neha Vartak Dan Anuja Ghorpade., 2012. *Astrocyte Elevated Gene-1 Regulates Astrocyte Responses To Neural Injury: Implications For Reactive Astrogliosis And Neurodegeneration. Journal Of Neuroinflammation.* 9:195. Hal 1-13.

Srivastava, Jyoti. Ayesha Siddiq. Luni Emdad. Prasanna Kumar Santhekadur. Dong Chen. Rachel Gredler. Xue-Ning Shen. Chadia L. Robertson. Catherine I. Dumur. Phillip B. Hylemon. Nitai D. Mukhopadhyay. Deepak Bhare. Khalid Shah. Rushdy Ahmad. Shah Giashuddin. Jillian Stafflinger. Mark A. Subler. Jolene J. Windle. Paul B. Fisher. Devanand Sarkar., 2012. *Astrocyte Elevated Gene-1 (Aeg-1) Promotes Hepatocarcinogenesis: Novel Insights From A Mouse Model. National Institutes Of Health.* Vol 56(5): 1782–1791.

Suratmi, Sri. Ketut M. Arya Sudewa. Slamet Haryanto., 2018. Teknik Deteksi Protein Rekombinan Iridovirus Dengan Metode Sds-Page (*Sodium Dodecyl Sulphate* Poly Acrylamide Gel Electrophoresis). *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 16 (2), 2018, 121-125.

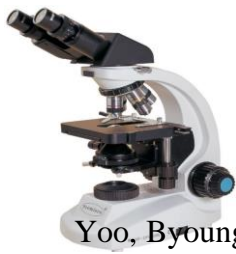
Tanjung, Y.L.R dan Kusnadi, J. 2015. *Biskuit Bebas Gluten dan Bebas Kasein Bagi*

Penderita Autis. Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya : Malang

Wulandari, Devyana Dyah. Safinah Izzatunnisaa. Derrizkie Divanda Herzhaputraa Dan Ayu Wuryaningrum., 2021. *Literatur Review : Akumulasi Dan Toksisitas Logam Berat: Kadmium (Cd), Kromium (Cr) Dan Nikel (Ni).* *Jurnal Kesehatan Lingkungan.* Vol.11, No.2. Hal 93 – 98.

Yan, Jiaqin. Junhui Zhang. Xudong Zhang. Xin Li. Ling Li. Zhaoming Li. Renyin Chen. Lei Zhang. Jingjing Wu. Xinhua Wang. Zhenchang Sun. Xiaorui Fu. Yu Chang. Feifei Nan. Hui Yu. Xiaolong Wu. Xiaoyan Feng. Wencai Li. Mingzhi Zhang., 2018. *Aeg-1 Is Involved In Hypoxia-Induced Autophagy And Decreases Chemosensitivity In T-Cell Lymphoma. Molecular Medicine.* 24:35. Hal 1-9.

Yasin, Muhammad., dan Joko Priyono. 2016. “Analisis Faktor Usia, Gaji Dan Beban Tanggungan Terhadap Produksi Home Industri Sepatu Di Sidoarjo (Studi Kasus Di Kecamatan Krian)”. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis* Vol 1 No 1. Hal 95-120.



Yoo, Byoung Kwon. Luni Emdad. Seok-Geun Lee. Zao-zhong Su. Prasanna Santhekadur. Dong Chen. Rachel Gredler. Paul B. Fisher. Devanand Sarkar., 2011. Astrocyte Elevated Gene-1 (AEG-1): a multifunctional regulator of normal and abnormal physiology. *Pharmacol Ther.* 2011 April ; 130(1): 1–8.

Dengan Indikator Tanaman Padi. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan.* Vol 7 No 2. Hal 263-271.

Yuwono, Triwibowo., 2010. *Biologi molekular.* Penerbit erlangga: Jakarta.

Zhao, Juan. Wei Ma. Weizhi Chen. Jie Gao. Chunling Li. Yahong Tong. Qin Zhou. Xiuling Zhao. Menghua Wang. Huan Xiao And Yanrong Jin., 2019. Aeg-1 Aggravates Inflammation Via Promoting Nalp3 Inflammasome Formation In Murine Endometriosis Lesions. *Animal Cells And Systems.* Vol. 23, No. 6, 407–413

Zhou, Bo. Jue Yang. Bin Shu. Kunmei Liu. Lezhen Xue. Ning Su. Jing Liu. Tao Xi., 2015. Overexpression Of Astrocyte-Elevated Gene-1 Is Associated With Ovarian Cancer Development And Progression. *Molecular Medicine Reports* 11: 2981-2990.

Zulaehah, Ina. Sukarjo. E.S Harsanti., 2020. Pengujian Baku Mutu Logam Nikel Pada Tekstur Tanah Yang Berbeda