



PRARANCANGAN PABRIK NATRIUM NITRAT DARI ASAM NITRAT DAN NATRIUM HIDROKSIDA MENGGUNAKAN METODE SINTESIS NETRALISASI KAPASITAS 11.000 TON/TAHUN

Adinda Yufriza¹, Lidia Putri Hartini¹, Mohammad Fathur Rohman Yulianto¹, Ditta Kharisma Yolanda¹, Helda Wika Amini¹

¹Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Jl. Kalimantan Tegalboto No. 37, Krajan Timur, Kecamatan Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68121

*Corresponding Author: adindayufriza7@gmail.com

Abstrak

Banyaknya konsumsi dan kebutuhan pasar natrium nitrat ini sangat berbanding terbalik dengan jumlah kapasitas produk natrium nitrat sendiri di Indonesia. Di Indonesia hingga saat ini masih belum ada pabrik kimia yang berdiri untuk memproduksi bahan kimia ini untuk itu sangat tepat mendirikan pabrik natrium nitrat untuk memenuhi kebutuhan konsumsi dalam negeri. Pabrik natrium nitrat menggunakan proses sintesis dengan berbahan baku asam nitrat sebesar 866,3875 kg/jam dan natrium hidroksida sebesar 550 kg/jam dirancang dengan kapasitas 11.000 ton/tahun dan waktu operasi 330 hari per tahun. Proses produksi terbagi tiga tahapan yaitu pencampuran bahan baku, tahapan reaksi dan tahapan pembentukan produk. Proses produksi natrium nitrat dalam kondisi operasi suhu 150oC dengan keseluruhan dalam kondisi tekanan 1 atm. Pabrik natrium nitrat ini akan berdiri di Kecamatan Ciwandan, Kabupaten Cilegon, Provinsi Banten dengan estimasi mulai beroperasi pada tahun 2028. Berdasarkan hasil evaluasi analisa ekonomi, dapat disimpulkan bahwa pendirian pabrik metil salisilat layak didirikan dengan rincian Annual Cash Flow (ACF) sebesar 43,5%, Pay Out Time (POT) sebesar 2,48 tahun, Rate of Return (ROR) sebesar 34,5% dan Break Event Point (BEP) sebesar 48%.

Kata kunci: natrium nitrat, asam nitrat, natrium hidroksida, sintesis.

1. Pendahuluan

Natrium nitrat atau yang biasa dikenal juga dengan niter atau chile saltpeter merupakan bahan kimia yang berwujud kristal bening. Natrium nitrat pertama kali digunakan pada tahun 1820 atau 1825 diketahui dari beberapa sumber pengiriman bahan kimia di daratan Eropa (Wieck, 1873). Natrium nitrat kala itu dikenal dengan chile saltpeter, bahan kimia ini ditemukan secara alami dari dalam tanah dan air di beberapa daerah di dunia diantaranya Chili, Peru dan India.

Natrium nitrat merupakan bahan kimia yang mudah larut dalam air, gliserol, dan alkohol. Natrium nitrat ini memiliki berat molekul 84,99 g/mol, titik lebur pada temperature 308oC, titik didih 380oC dengan pH 5,5-8,0 pada suhu 20oC (Uni Eropa Patent No. 1907/2006, 2022).

Natrium nitrat memiliki banyak kegunaan di dalam bidang industri, diantaranya sebagai pengawet

makanan, sebagai katalis dalam proses pengolahan baja, sebagai bahan baku produksi kembang api dan petasan, sebagai pupuk, sebagai bahan baku produksi kaca dan pelapis tembikar (Supiyanti, 2022).

Pemanfaat natrium nitrat ini bisa digunakan sebagai pupuk dan sumber nitrogen pada berbagai tanaman. Natrium nitrat ditambahkan ke tanaman sebagai pupuk untuk menyediakan sumber nutrisi nitrogen yang dapat dilepaskan dengan cepat. Salah satu contohnya ini digunakan pada tanaman tembakau dan bisa juga pada tanaman lainnya untuk merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan, memberikan kepuhan pada daun, batang, dan akar (Nutrient Source Specifics Sodium Nitrate, 2013).

Penggunaan natrium nitrat pada pembuatan pupuk kimia nitrogen tunggal, ditambahkan dalam proses pembuatannya agar pupuk mengandung

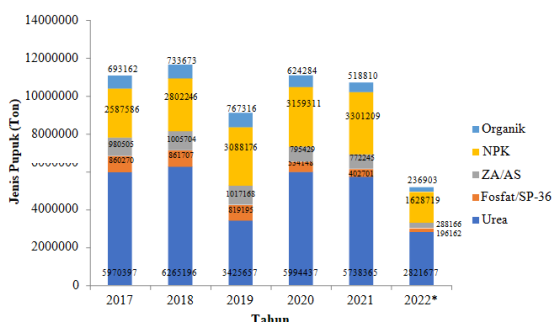


senyawa organik nitrogen dalam bentuk ion nitrat (NO_3^-).

Nitrat dari natrium nitrat ini mudah diserap oleh tanaman, dan cocok diaplikasikan pada tanaman dengan jenis dikotil (berkeping dua) (Mendy, 2023). Produk lainnya dari pupuk yang menggunakan natrium nitrat ada petro nitrat NPK 16-16-16, pupuk nitrogen NaNO_3 . Berdasarkan data penggunaan pupuk di Indonesia yang tercantum dalam Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia (APPI) konsumsi pupuknya sekitar 10-11 juta ton pada tahun 2017-2021. Kemudian berdasarkan kuartal I tahun 2022 (Januari-Juni) didapatkan data 5,17 juta ton pupuk yang diproduksi, sehingga jumlah ini dinyatakan telah mencapai 48,18% dari total konsumsi pupuk di tahun 2021 (Rizaty, 2022).

Berdasarkan data Gambar grafik 1.1 didapatkan bahwa produksi pupuk paling banyak di Indonesia adalah pupuk urea yang paling banyak, tercatat 6.265.196 Ton pada tahun 2018. Posisi kedua diduduki oleh NPK, dimana pupuk NPK inilah yang banyak menggunakan natrium nitrat dalam pembuatannya.

Data yang didapatkan dari Gambar 1.1 paling banyak diproduksi pada tahun 2021 sebesar 3.301.209 Ton. Informasi yang didapatkan tersebut dapat disimpulkan bahwa penggunaan natrium nitrat sangat berperan penting dalam produksi pupuk, dan semakin banyaknya pupuk yang di produksi maka tingkat kebutuhan asam nitrat semakin banyak juga.



Gambar 1. Konsumsi di Indonesia menurut jenisnya

Berdasarkan alasan pemanfaat dan penggunaan natrium nitrat yang banyak di atas dapat disimpulkan bahwa konsumsi natrium nitrat di Indonesia sangat dibutuhkan. Banyaknya konsumsi dan kebutuhan pasar natrium nitrat ini sangat berbanding terbalik dengan jumlah kapasitas produk natrium nitrat sendiri di Indonesia.

Di Indonesia hingga saat ini masih belum ada pabrik kimia yang berdiri untuk memproduksi bahan kimia ini. Belum berdirinya pabrik natrium nitrat di Indonesia ini memiliki beberapa kemungkinan, yang pertama yaitu faktor investastor, dimana pembangunan pabrik natrium nitrat sendiri memerlukan jumlah investasi yang besar sehingga sulit untuk menemukan investor yang bersedia mendanai proyek tersebut.

Prarancangan pabrik kimia natrium nitrat ini dibuat dengan menggunakan asam nitrat dan natrium hidroksida sebagai bahan bakunya. Asam nitrat yang digunakan ini dibeli dari PT. Multi Nitrotama Kimia, Cikampek, untuk natrium hidroksida didapatkan dari PT. Asahimas Chemical, Cilegon. Pabrik bahan kimia yang dipilih untuk mendapatkan bahan baku dipilih dan dipertimbangkan dari banyaknya kapasitas produksi pabrik tersebut serta kedekatan lokasi pabrik bahan baku dengan pabrik kimia natrium nitrat yang akan dibangun ini. PT. Multinitrotama Kimia memiliki kapasitas produksi asam nitrat sebanyak 55.000 ton/tahun, dengan konsentrasi kemurnian dari asam nitrat sebesar 58% (KIKC, 2023).

PT. Asahimas Chemical memiliki kapasitas produksi natrium hidroksida sebanyak 370.000 ton/tahun dengan konsentrasi kemurnian dari natrium hidroksida yang diproduksi pabrik yaitu 48% untuk larutan natrium hidroksida dan 98% untuk padatan natrium hidroksida (Asahimas Chemical, 2019).

Natrium nitrat memiliki nama lain chile saltpeter merupakan senyawa kimia yang termasuk dalam golongan garam. Natrium nitrat pertama kali dikenal dengan nama chile saltpeter ini ditemukan secara alami dari biji caliche yang terdapat di gurun Athena. Namun kala itu masih minimnya pengetahuan dan ekspor bahan kimia chile saltpeter ini.

Kapasitas produksi pabrik merupakan komponen penting yang harus diperhitungkan dalam merancang suatu pabrik. Penentuan kapasitas produksi dilakukan guna memenuhi kebutuhan pasar terhadap natrium nitrat secara nasional. Selain itu perkiraan nilai peredaran suatu produk pada tahun berdirinya pabrik juga diperlukan. Perhitungan nilai tersebut memerlukan persentase pertumbuhan rata – rata tiap tahun dari masing – masing sector ekspor, impor, produksi dan konsumsi yang nantinya dimasukkan dalam persamaan 1.



$$m = P(1 + i)^n \quad (1)$$

Keterangan :

m = jumlah produk pada tahun pertama (Ton)

P = jumlah produk pada tahun pertama (Ton)

i = pertumbuhan rata – rata pertahun (%)

n = selisih tahun yang diperhitungkan

Persamaan 2 digunakan untuk menghitung pertumbuhan impor, ekspor, dan konsumsi pada setiap tahunnya yaitu :

$$pi = \frac{Pn - (Pn-1)}{Pn-1} \quad (2)$$

Keterangan :

Pi = pertumbuhan produksi pada tahun ke –n

Pn = produksi pada tahun ke –n

Pn-1 = produksi pada tahun sebelumnya

Berdasarkan hasil perhitungan yang didapat, maka dilakukan perhitungan proyeksi ekspor dan impor pada tahun 2028 menggunakan persamaan 1 diperoleh nilai sebesar 28,84 ton/tahun untuk ekspor dan 10.732,35 ton/tahun untuk impor.

Diperkirakan pabrik akan didirikan pada tahun 2028. Metode yang digunakan adalah metode discounted untuk memproyeksikan kebutuhan pasar 2028. penentuan kapasitas pabrik natrium nitrat dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$m1 + m2 + m3 = m4 + m5 \quad (3)$$

keterangan :

m1 : nilai impor

m2 : nilai kapasitas produksi lama

m3 : nilai kapasitas produksi baru

m4 : nilai ekspor

m5 : nilai konsumsi dalam negeri

Bahan baku merupakan kelanjutan proses produksi sehingga harus terus ada agar proses produksi bisa berlanjut. Bahan baku natrium hidroksida dapat diperoleh dari PT. Asahimas Suberta Chemika, Cilegon. Bahan baku Asam nitrat didapatkan dari PT. Multi Nitrotama Mulia, Cikampek.

Tabel 1 Perusahaan Asam Nitrat di Indonesia

No.	Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
1	PT. Kaltim nitrat	85.000
2	PT. Multinitrotama	55.000
3	PT. Blacbear Resourcer	74.000

Tabel 2 Kapasitas NaOH di PT. Asahimas Chemical

No.	Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
1	April	235.502
2	Mei	274.187
3	Juni	339.668
4	Juli	240.678
5	Agustus	153.663
6	September	364.369
7	Oktober	0

(Sumber : Badan Pusat Statistika, 2023)

2. Deskripsi Proses

Natrium nitrat merupakan senyawa organik yang banyak diminati oleh sektor industri kecil maupun industri besar di Indonesia yang digunakan sebagai bahan untuk membuat suatu produk yang diinginkan seperti pupuk NPK, pembuatan kaca, dan pembuatan cat (Azura Nst, 2015).

Dalam pembuatan natrium nitrat terdapat beberapa macam proses yang dapat dipilih. Setiap proses memiliki kekurangan dan kelebihan masing-masing, serta memerlukan bahan baku yang berbeda. Pemilihan proses natrium nitrat dapat digunakan dengan pertimbangan dari beberapa faktor seperti efisiensi, biaya operasional, dan keamanan. Berikut merupakan macam – macam proses penggunaan pembuatan natrium nitrat:

• Proses shank

Proses shank termasuk ke dalam beberapa tahap operasi ukuran reduksi, pencucian, kristalisasi dan pengeringan. Bahan baku utama yang berasal dari garam hasil penambangan (bijih caliche) yang berisi NaNO_3 . Kemudian garam tersebut dibawa ke pengering untuk dikeringkan. Untuk proses shank ini mengutamakan pemurnian dari garam hasil penambangan, dimana kandungan selain natrium nitrat dapat mengurangi kadarnya, Sehingga kadar yang diperoleh proses shank ini memiliki kadar 60% (Kirk, 2020).

• Proses Guggenheim

Proses Guggenheim adalah pembaharuan dari Proses Shank karena pada proses Shank tidak efektif dalam proses ekstrasinya dan penggunaan bahan bakar di dalam proses akan pecah dan Sodium nitrate



yang dihasilkan atau terekstraksi akan lebih banyak. Pada intinya proses Guggenheim sama dengan proses Shank, hanya saja dari segi alat yang disempurnakan maka kadar NaNO_3 lebih besar yaitu sekitar 85-88% (Kirk, 2020).

- Proses Sintesis Kimia

Proses pembuatan natrium nitrat ini dengan mereaksikan bahan kimia untuk dapat membentuk natrium nitrat secara sintetik.

Proses industri yang sekarang paling banyak digunakan untuk produksi ini dikarenakan tidak menggunakan katalis dalam pengolahan natrium nitratnya, biaya operasi yang tidak terlalu tinggi. Produksi natrium nitrat ini menggunakan reaksi 1 : 1 NaOH dan HNO_3 , diikuti dengan pemisahan produk hingga menjadi kristal (Stocchi, 2016). Kadar NaNO_3 yang dihasilkan sebesar $\pm 99\%$. Suhu reaktor konstan 60°C dengan reaktor pada tekanan atmosfer selama ± 1 jam. Berdasarkan data perbandingan dari proses sintesis pembuatan natrium nitrat di atas dapat disimpulkan proses yang paling menguntungkan dan dapat dipilih yaitu pada proses sintesis Asam nitrat dan Natrium hidroksida. Alasannya karena proses ini memiliki kadar natrium nitrat yang lebih baik, kemudian untuk prosesnya hanya memerlukan kondisi operasi yang rendah, dan nilai potensial ekonominya yang tinggi. Proses sintesis natrium nitrat juga menghasilkan produk samping berupa air yang bisa dimanfaatkan didalam prosesnya.

1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Pada proses ini adalah langkah awal proses pembuatan natrium nitrat, dimana dimulai dengan masuknya bahan Asam nitrat yang dipompa menggunakan pompa (L-111) ke reaktor. Fungsi pompa ini untuk mengalirkan bahan baku larutan Asam nitrat konsentrasi 58% dengan kondisi operasi (1 atm, 30°C) ke reaktor (R-210) kemudian bahan baku melewati heat exchanger (E-112) dan setelahnya bahan baku masuk ke reaktor (R-210) dengan kondisi operasi (1 atm, 60°C) (Rahmawati, 2016).

Bahan baku Natrium hidroksida padatan dilarutkan dengan kondisi operasi (1 atm, 30°C) masuk ke Mixing Tank (M-110) dengan menggunakan belt conveyor (J-110). Di dalam Mixing Tank NaOH dilarutkan dengan H_2O yang berasal dari tangki air proses (F-103), dengan kondisi operasi (1 atm, 30°C). Bahan baku larutan Natrium hidroksida konsentrasi 98% yang berada di dalam Mixing Tank selanjutnya dipompa (L-113) keluar menuju heat exchanger (E114) dan selanjutnya larutan Natrium hidroksida (1 atm, 60°C) masuk ke dalam reaktor (R210).

Bahan baku yang telah masuk semua ke dalam Reaktor Alir Tangki Berpengaduk (RATB) (R-210)

selanjutnya diaduk hingga semua bahan tercampur sempurna. Reaktor ini juga menggunakan jaket pendingin agar suhu dalam reaktor tetap isothermal pada suhu tetap yaitu (1 atm, 60°C). Penggunaan jaket pendingin pada reaktor ini juga didasarkan pada reaktan yang masuk dalam reaktor kondisi operasi seperti suhu sangat tidak konstan dan dapat berubah ubah selama reaksi pencampuran berlangsung. Hasil dari pencampuran bahan baku akan menghasilkan larutan pekat natrium nitrat yang kemudian diumpankan ke serangkaian alat evaporator.

2. Tahap Pembentukan Produk

Hasil dari reaktor kemudian dipompa ke evaporator (V-310) dalam evaporator terjadi pemanasan yang bertujuan untuk memekatkan atau meningkatkan konsentrasi natrium nitrat menjadi jenuh sehingga air dan asam nitratnya menguap dan diperoleh konsentrasi natrium nitrat yang diinginkan. Evaporator yang digunakan memiliki suhu operasi 100°C dan tekanan 1 atm. Selanjutnya larutan jenuh yang merupakan produk bawah evaporator (V-310) akan menuju Crystallizer (X-410) yang bertujuan untuk mengkristalkan NaNO_3 . Produk atas evaporator (V-310) yang merupakan uap yang mengandung air dan asam nitrat akan masuk ke dalam kondensor untuk mengubahnya menjadi cair yang selanjutnya akan dibawa menuju pengolahan limbah. Selanjutnya slurry yang keluar dari Crystallizer diumpankan ke Centrifuge (H-420) pada kondisi operasi 40°C dan 1 atm untuk memisahkan antara kristal produk dengan cairannya. Mother liquor berupa NaOH , dan air akan dialirkan menuju water treatment. Sedangkan endapan padatan natrium nitrat dibawa menuju Rotary Dryer.

3. Tahap Proses Hasil Produk

Hasil padatan kristal NaNO_3 yang keluar dari Centrifuge dibawa dengan belt conveyor (J-421) untuk dikurangi kandungan airnya di dalam Rotary Dryer (H-430). Digunakan pemanas yang berupa udara panas yang berasal dari udara sekeliling yang telah disaring kotorannya dalam filter udara yang kemudian dialirkan dengan Blower (G-422) dan dipanaskan dalam pemanas. Hasil padatan keluar dari Rotary Dryer kemudian dibawa dengan belt conveyor (J-431) menuju Screener (H-432) untuk menyesuaikan dengan spesifikasi produk di pasaran yang mana ukuran partikelnya berupa kristal serbuk yang telah diayak menggunakan ukuran mesh 100. Hasil produk kristal NaNO_3 selanjutnya ditampung di silo (F-433) dan siap dikemas kemudian didistribusikan.

- Neraca Massa

Pabrik Natrium Nitrat dirancang dengan kapasitas produksi 11.000 ton/tahun menggunakan



metode sintesis kimia. Pabrik ini membutuhkan bahan baku natrium hidroksida sebanyak 1.388,54 ton/tahun, asam nitrat sebanyak 866,39 ton/tahun. Pabrik ini beroperasi 24 jam per hari dan 330 hari per tahun.

- Neraca Energi

Pabrik fraksinasi lignoselulosa dari sabut kelapa ini membutuhkan energi berupa steam sebesar 11340,21 kg/jam, listrik sebesar 784,25 kWh, air proses sebesar 3468,85 kg/jam, air sanitasi sebesar 918 kg/jam, dan brine water sebesar 4581,5636 kg/jam.

3. Analisis Ekonomi

Analisa ekonomi pabrik natrium nitrat kapasitas 11.000 ton/tahun menunjukkan bahwa pabrik membutuhkan biaya produksi (TPC) sebesar US\$23.476.840 dengan total capital investment (TCI) sebesar US\$8.159.769. Pemodalan pabrik 100% berasal dari pinjaman. Keuntungan yang diperoleh perusahaan tiap tahunnya sebesar US\$2.817.189 dengan harga jual natrium nitrat sebesar US\$1.600 per ton, asam nitrat sebesar US\$500 per ton, dan natrium hidroksida sebesar US\$720 per ton. Pabrik ini memiliki pay out time (POT) selama 2,48 tahun, laju pengembalian modal (ROR) 34,5%, dan titik impas (BEP) 48%.

4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut. Pabrik direncanakan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari/tahun dan 24 jam/hari. 4. Bahan baku berupa asam nitrat dan natrium hidroksida didapat dari dalam negeri dengan perbandingan 1:1

Pabrik layak didirikan berdasarkan evaluasi ekonomi yang meliputi beberapa parameter kelayakan, antara lain Annual Cash Flow (ACF), Pay Out Time (POT), Net Profit Over Total Lifetime of the Project (NPOTLP), Total Capital Sink (TCS), Rate of Return (ROR), Discounted Cash Flow Rate of Return (DCF-ROR), Break Even Point (BEP).

Daftar Pustaka

- Ahirwar, C., 2022, "Sodium Nitrite Market Global Industry Share and Forecast by 2030", artikel daring, LinkedIn, diakses 20 Oktober 2023.
- Alimentarius, C., 2019, "Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Committee on Food Additives Fifty-first Session (Discussion Paper on the Use of Nitrates and Nitrites)", laporan, Codex Alimentarius Commission

with Food and Agriculture Organization of The United Nations and WHO, Italy.

- Al-Muktabar, G.B., 2022, "Provinsi Banten", Nomor Paten 561/Kep.318-Huk/2022.
- Asahimas Chemical, 2019, "Product Caustic Soda", dokumentasi produk, ASC AGC Group.
- Azura Nst, S.L., 2015, "Pembuatan Natrium Nitrat dari Hasil Sintesis, Fermentasi dan Esterifikasi Kulit Pisang Raja (Musa paradisiaca L)", Jurnal Teknik Kimia USU, 4(1).
- Baasel, W.D., 1974, "Preliminary Chemical Engineering Plant Design", Elsevier, Japan.
- Badan Pusat Statistik, 2022, "Statistik Penyedia Makanan dan Minuman 2020", BPS, Jakarta.
- Barnum, D., 2003, "Some History of Nitrates", Journal of Chemical Education, hal. 1398.
- Belladona, 2017, "Analisis Tingkat Pencemaran Sungai Akibat Limbah Industri Karet di Kabupaten Bengkulu Tengah", Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi, hal. 2–7.
- Chem, L., 2023, "Sodium Nitrate AR 99%", Tokopedia, Depok.
- Dhamayanthie, 2018, "Proses Pengolahan Air Pendingin Pada Unit Utilitas Area Karawang", Jurnal Migasian, hal. 15–21.
- Envicare, 2001, "Demineralization (DM) Water Treatment Plants", dokumentasi teknis, Envicare Technologies PVT LTD.
- Geankoplis, C.J., 1993, "Transport Processes and Unit Operations", edisi ke-3, Prentice-Hall International Inc., New Jersey.
- Geankoplis, C.J., 1993, "Transport Processes and Unit Operations", edisi ke-4, Prentice-Hall International Inc., New Jersey.
- Handoyo, 2015, "Analisis Performa Cooling Tower LCT 400 Pada P.T XYZ, Tambun Bekasi", Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, hal. 37–52.





- Henan Haoifei Chemical, 2022, "Sifat dan Aplikasi Metil Format", artikel daring, Haoifei Chemical.
- Hidayah, 2023, "Perkembangan Pengaturan Hukum Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Limbah B3) di Indonesia", Jurnal Indonesia Sosial Teknologi, 4(2), hal. 211.
- Himmelblau, D.M., 2004, "Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering", edisi ke-7, Prentice-Hall Professional Technical Reference, New Jersey.
- Husnawati, 2012, "Analisis Air Boiler dengan Parameter pH, Alkalinitas, TDS, Hardness dan Silika di PT. Beurata Subur Persada", Ar-Raniry Chemistry Journal, hal. 62–68.
- Idayanti, P. dan ..., 2020, "Hukum Perusahaan", Penerbit Tanah Air Beta, Tegal.
- Indonesia, P.S., 2019, "Peraturan UE No.1907/2006", dokumen regulasi, Tangerang.
- Indonesia, P.S.-L., 2016, "F/QCL/008 Rev.01", dokumen regulasi, Tangerang.
- Indonesia, P.S.-L., 2019, "Peraturan UE No.107/2006", dokumen regulasi, Tangerang.
- Isomura, K., 2020, "Organization Theory by Chester Barnard: An Introduction", Springer Nature, Japan.
- Pratama, M.A., 2021, "Scooping Review: Efektivitas Penggunaan Alat Pelindung Diri dengan Kejadian Dermatitis Kontak pada Pekerja Pabrik", Jurnal Riset Kedokteran, 1(1), hal. 26–31.
- Putra, I.P.W.D. dan Budiana, I.N., 2018, "Kebebasan Penetapan Modal Dasar Perseroan Terbatas Oleh Para Pihak Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 29 Tahun 2016", Jurnal Analisis Hukum, 1.
- Rahardjo, A.H., Azmi, R.M., Muharja, M., Apamarta, H.W. dan Widjaja, A., 2021, "Pretreatment of Tropical Lignocellulosic Biomass for Industrial Biofuel Production: A Review", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1053(1), 012097.
- Rarindo, H., 2018, "Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3): Suatu Analisis Studi Kasus Kecelakaan Kerja di Pabrik, Kebijakan Hukum dan Peraturannya", Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana, 12.
- Sahadi, Taufiq, O.H. dan Wardani, A.K., 2020, "Karakter Kepemimpinan Ideal dalam Organisasi", Jurnal MODERAT, 6.
- Santoso, J., 2000, "Perseroan Terbatas sebagai Institusi Kegiatan Ekonomi yang Demokratis", Jurnal Hukum, 7.
- Santoso Putri, K., Widyadana, I.G.A. dan Palit, H.C., 2015, "Peningkatan Kapasitas Produksi pada PT. In Adicitra Bhirawa", Jurnal Titra, 3(1).
- Sitorus, P., Supartiningsih, J.K., Marpaung, B.R. dan Munthe, B.R., 2020, "Isolasi dan Identifikasi Pektin dari Kulit Pisang Mas (*Musa acuminata* Colla)", Farmanesia, 7(1), hal. 31–36.
- Tarmizi, 2019, "Desain Organisasi dalam Pengembangan Struktur Organisasi Perguruan Tinggi di Era Industri 4.0", Manajemen Pendidikan Islam, 4.
- Towler, G. dan Sinnott, R., 2007, "Chemical Engineering Design: Principles, Practice and Economics of Plant and Process Design", Elsevier.
- Ulrich, G.D., 1984, "A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics", John Wiley and Sons Inc., New York.
- Vaithanomsat, P., Apiwatanapiwat, W., Chumchuent, N., Kongtud, W. dan Sundhrarajun, S., 2011, "The Potential of Coconut Husk Utilization for Bioethanol Production", Natural Science, 45.
- Volker, A., 2005, "Encyclopedia of Polymer Science and Technology", Wiley, New York.



